

Tema 5



Os ácidos nucleicos



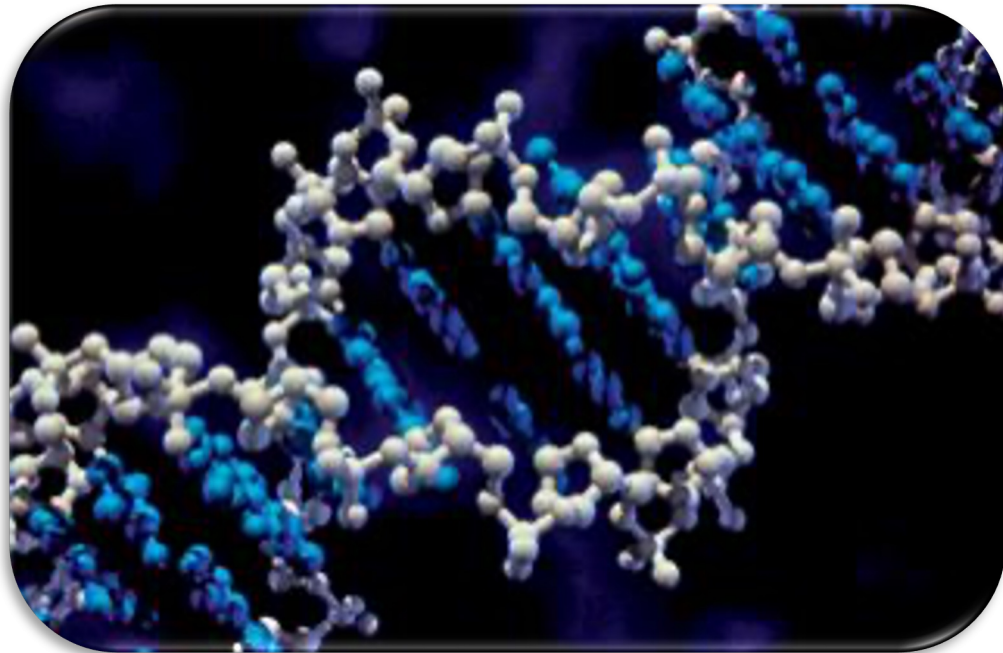
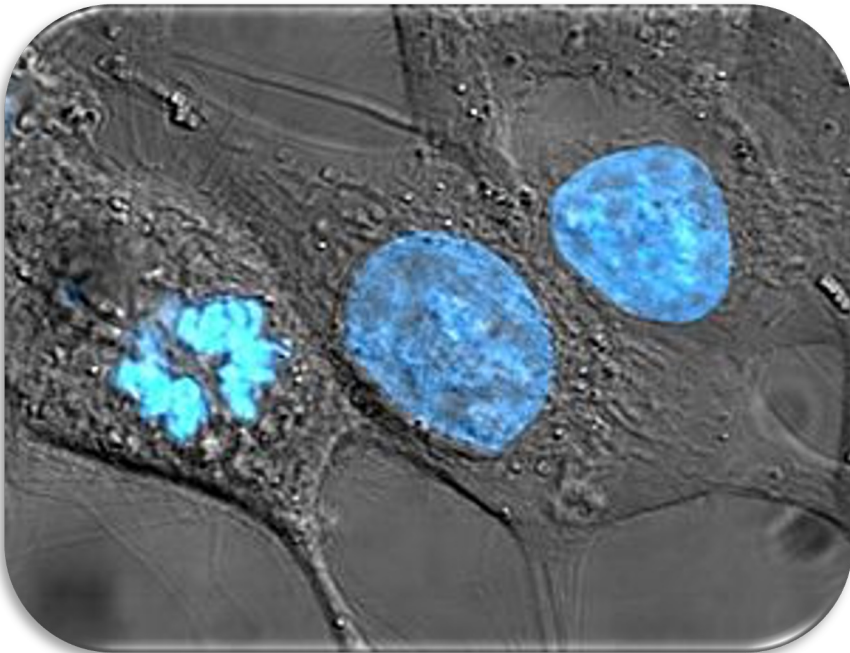
Os componentes dos ácidos nucleicos



COMPONENTES DOS ÁCIDOS NUCLEICOS

Ácidos nucleicos

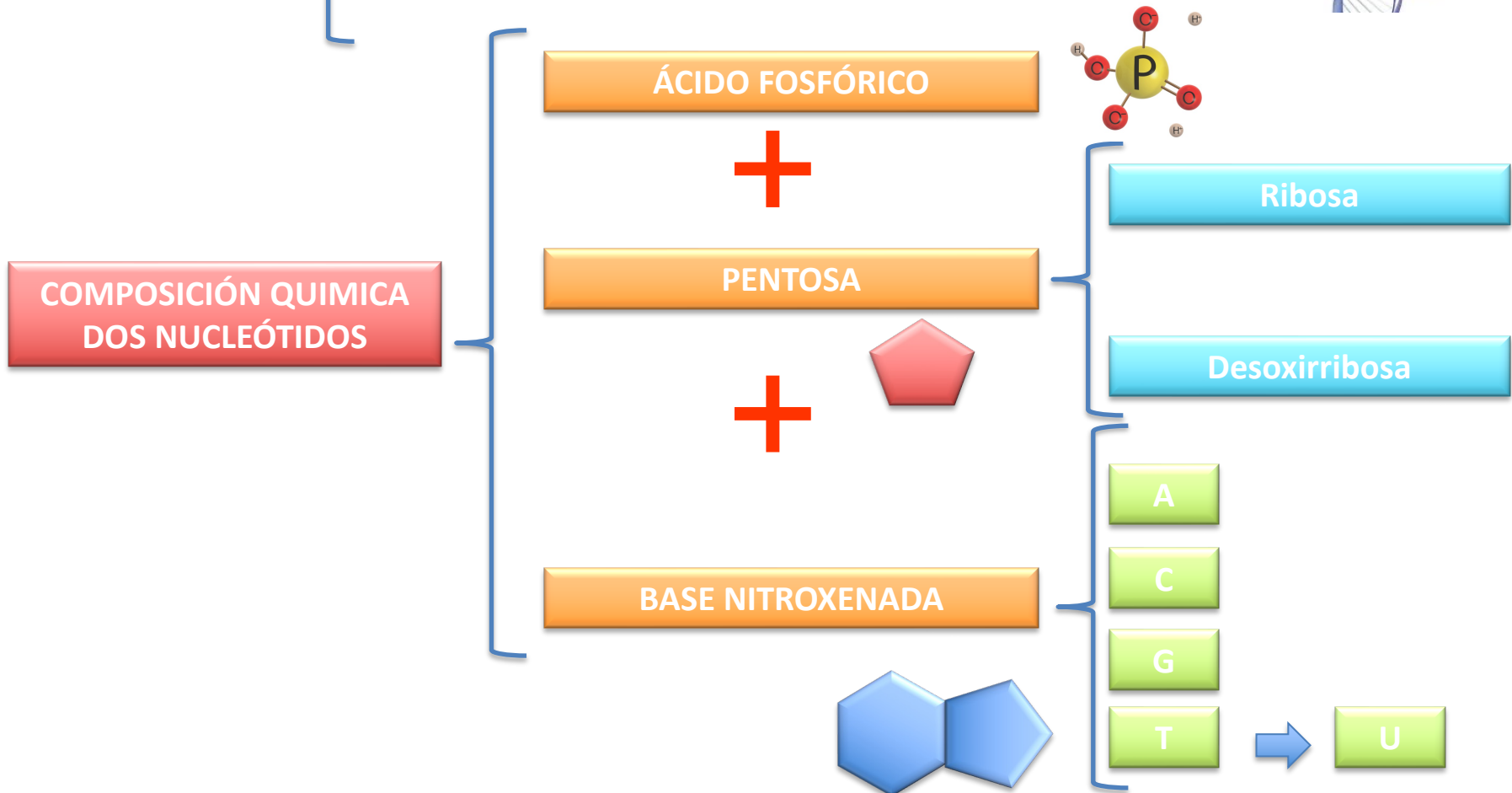
- Son macromoléculas biológicas de carácter ácido que se descubrieron no interior do núcleo das células eucariotas.
- Distinguíranse dos outros compoñentes do núcleo, porque eran moi ricas en fósforo, concretamente en ácido fosfórico.



COMPOSICIÓN QUÍMICA DOS ÁCIDOS NUCLEICOS

Ácidos nucleicos

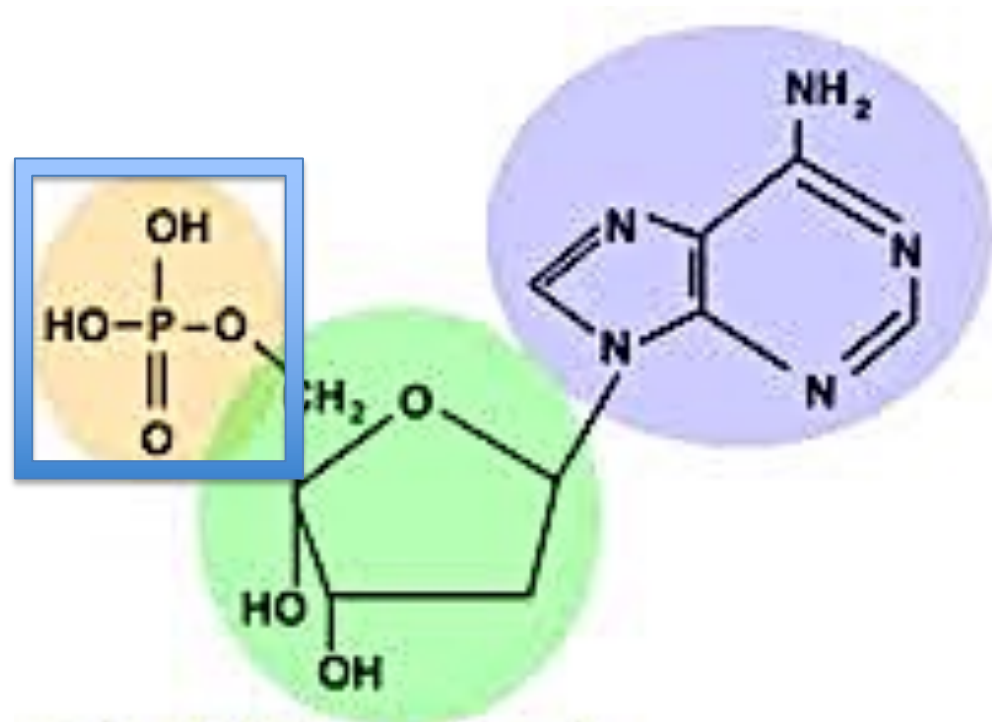
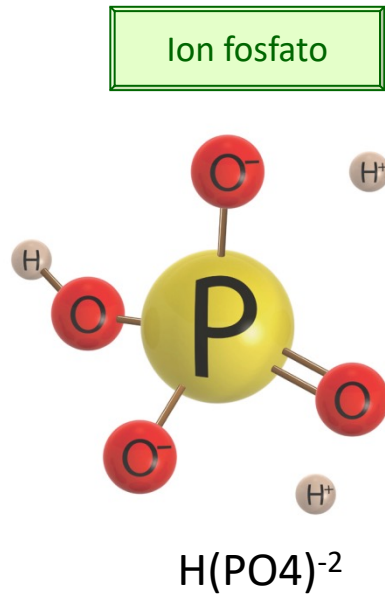
- Son polímeros formados pola unión de **nucleótidos**.
- Os nucleótidos son as unidades simples que se van repetindo ao longo **dunha cadea**.
- Cada unha destas unidades está formada pola **seguinte asociación de moléculas**:



COMPOSICIÓN QUÍMICA DOS ÁCIDOS NUCLEICOS:

ácido fosfórico

- **Ácido fosfórico** (H_3PO_4). Encóntrase nos nucleótidos en forma de ión fosfato.



Base nitroxenada (adenina neste caso)

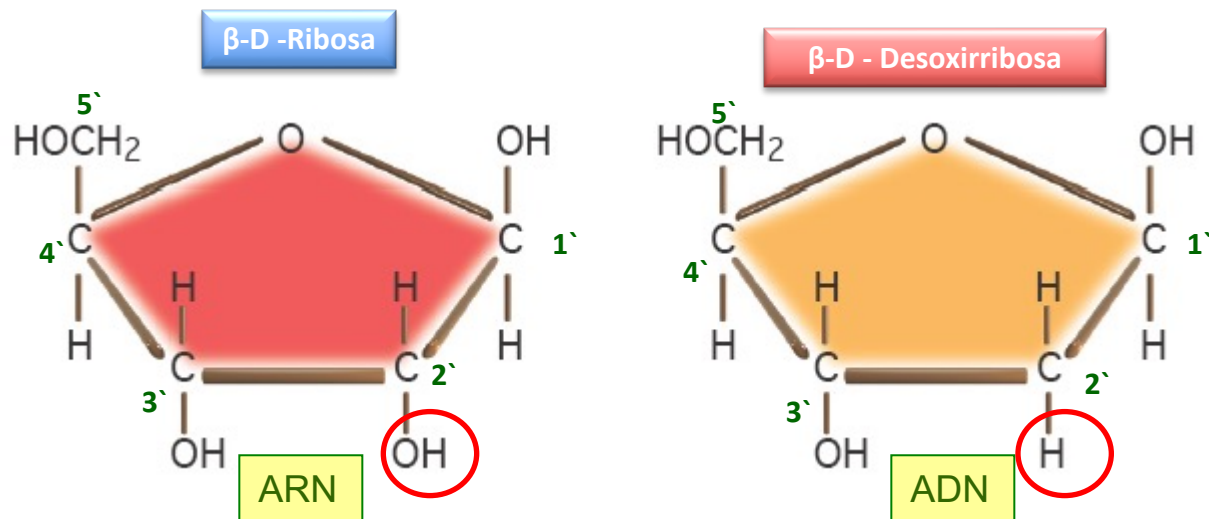
Azucro (desoxirribosa neste caso)

Ácido fosfórico

COMPOSICIÓN QUÍMICA DOS ÁCIDOS NUCLEICOS:

pentosa

- Pentosa**
- Pode ser de dous tipos: a **ribosa**, que é a que se encontra nos nucleótidos do **ácido ribonucleico (ARN)**, ou a **2-desoxirribosa**, que forma parte do **ácido desoxirribonucleico (ADN)**. En ningún caso se encontraran os dous tipos de pentosas na mesma cadea.
 - O nome de ribosa procede das iniciais do nome do laboratorio, Rockefeller Institute of Biochemistry, no que se identificou por primeira vez esta molécula, e da terminación **-osa** propia dos **glúcidos**.
 - O nome **2-desoxirribosa** fai referencia a que é unha ribosa na que **falta un grupo hidroxilo (-OH)** no segundo carbono.



COMPOSICIÓN QUÍMICA DOS ÁCIDOS NUCLEICOS:

base nitroxenada

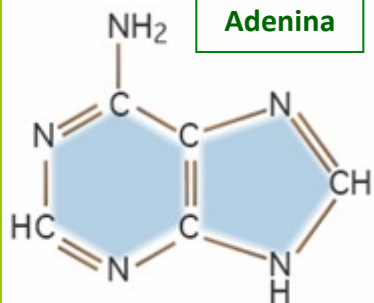
- Segundo a súa estrutura existen dous tipos de bases:

**Bases
nitroxenadas**

- **Púricas**. Derivan dunha molécula de **purina** e son, a **adenina** (A) e mais a **guanina** (G).
- **Pirimidínicas**. Derivan dunha molécula de **pirimidina** e son, a **citosa** (C), a **timina** (T), que é exclusiva do **ADN**, e o **uracilo** (U), que é exclusivo do **ARN**.

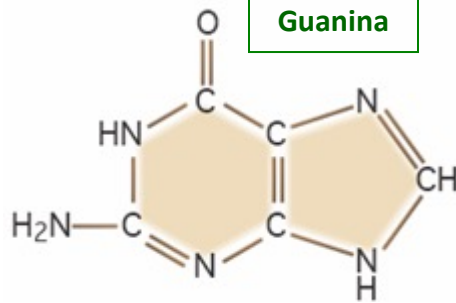
Bases púricas

Adenina



ADN, ARN

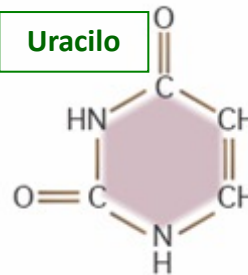
Guanina



ADN, ARN

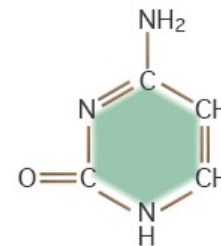
Bases pirimidínicas

Uracilo



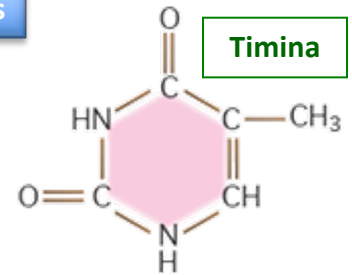
ARN

Citosina



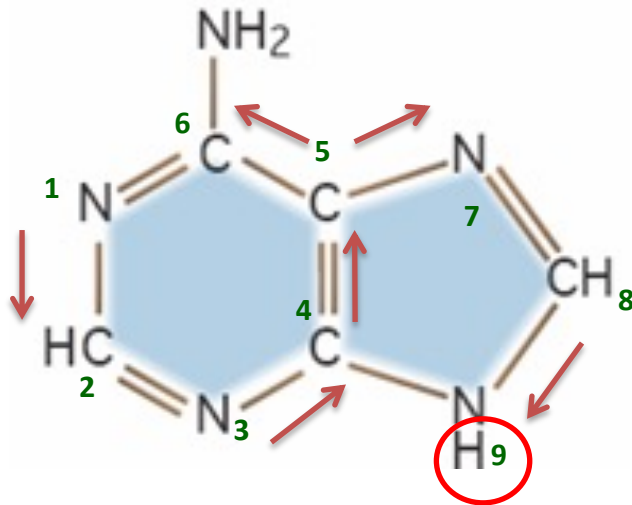
ADN, ARN

Timina

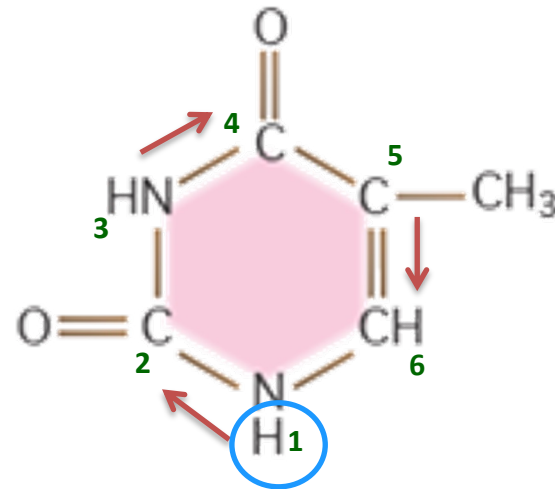


ADN

NUMERACIÓN DAS BASES NITROXENADAS



Bases púricas
A, G



Bases pirimidínicas
C, T, U

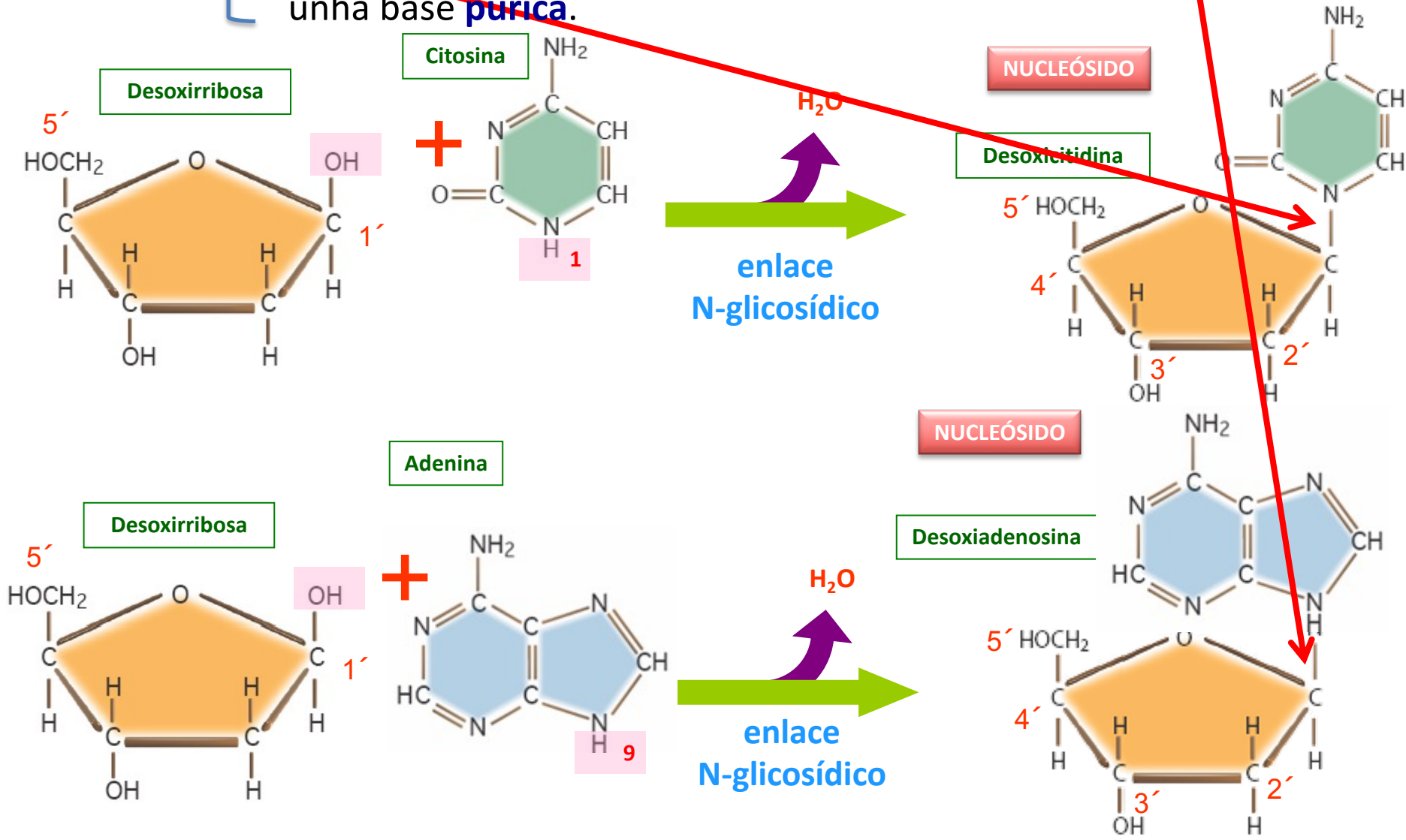
REGRA PARA LEMBRAR:

AGua = PURA

NUCLEÓSIDOS

Nucleósidos

- Fórmanse pola unión dunha **pentosa** cunha **base nitroxenada**, mediante un **enlace N-glicosídico** entre o **carbono 1'** da pentosa e o **N-1** da base nitroxenada, se esta é **pirimidínica**, ou o **N-9** se é unha base **púrica**.

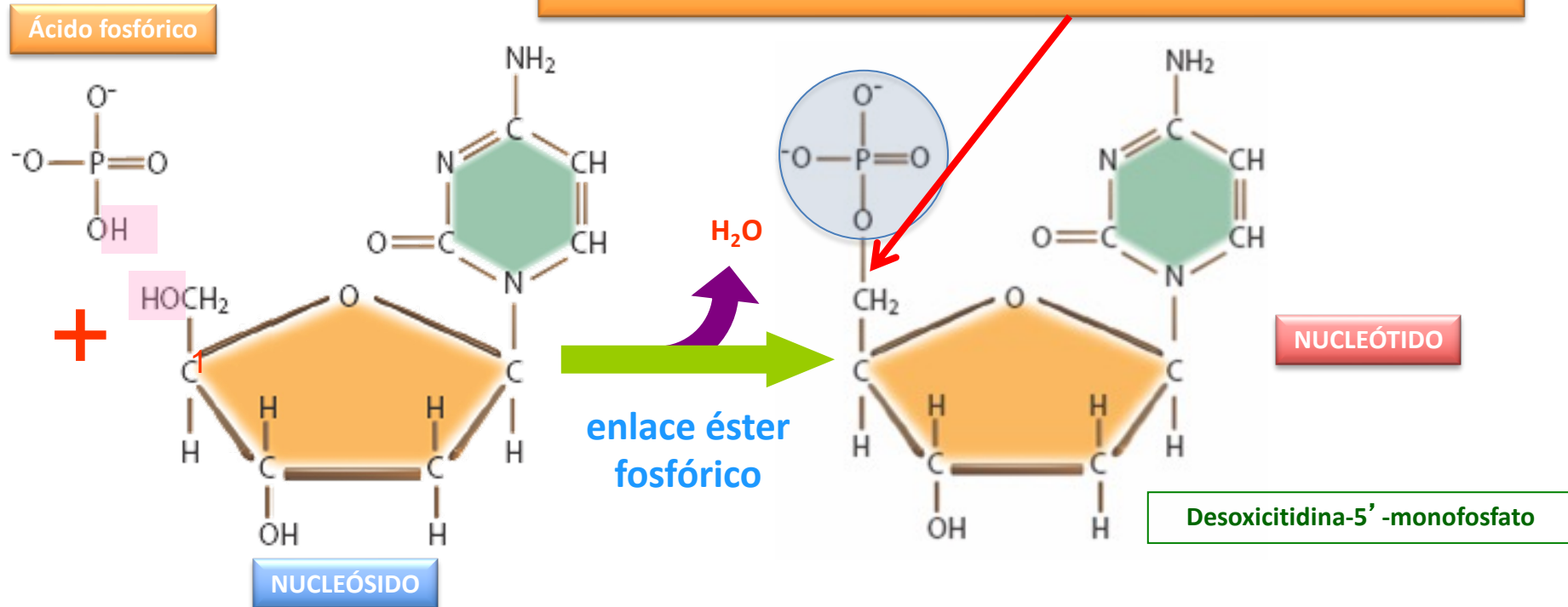


NUCLEÓTIDOS

Nucleótidos

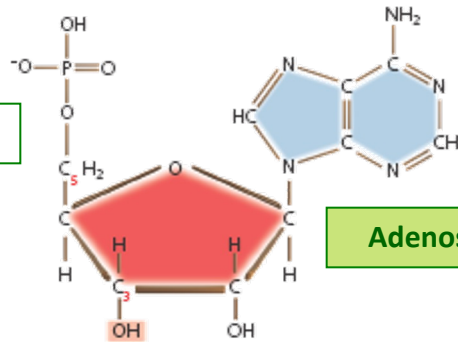
- Fórmanse pola unión dun **nucleósido** e un **ácido fosfórico**, mediante un **enlace** entre o grupo hidroxilo do carbono 5' da **pentosa** e o **ácido fosfórico**. Este enlace recibe o nome de **enlace éster fosfórico**.
- Os nucleótidos teñen un **forte carácter ácido** debido ao grupo fosfato que se ioniza.

O **enlace éster fosfórico** prodúcese entre o grupo hidróxilo (–OH) do carbono 5' da pentosa e o grupo fosfato.

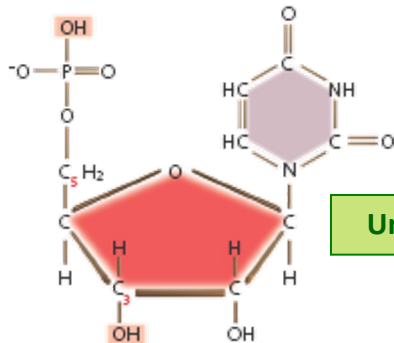


CADEAS DE ÁCIDOS NUCLEICOS

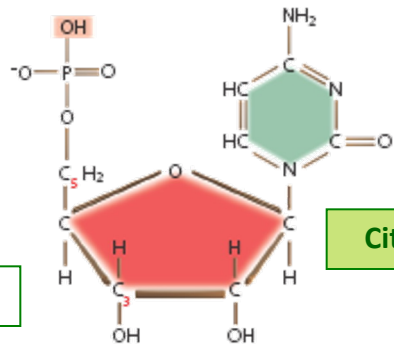
Extremo 5'



Adenosina-5' -monofosfato

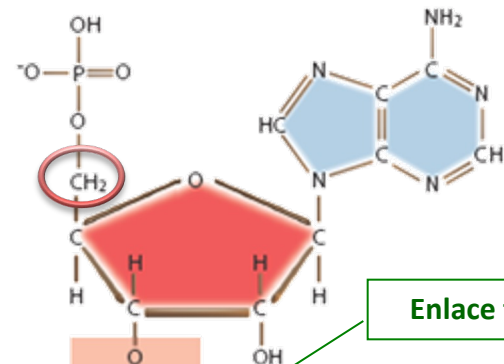


Uridina-5' -monofosfato

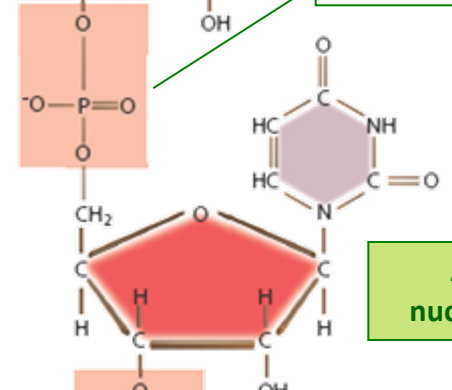


Citidina-5' -monofosfato

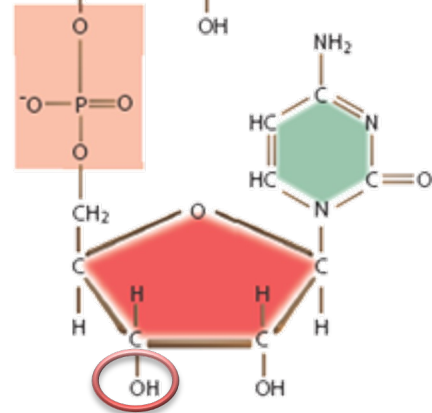
Extremo 3'



Enlace fosfodiéster



ARN de tres nucleótidos A-U-C



Formación del enlace de unión entre nucleótidos



Adenina

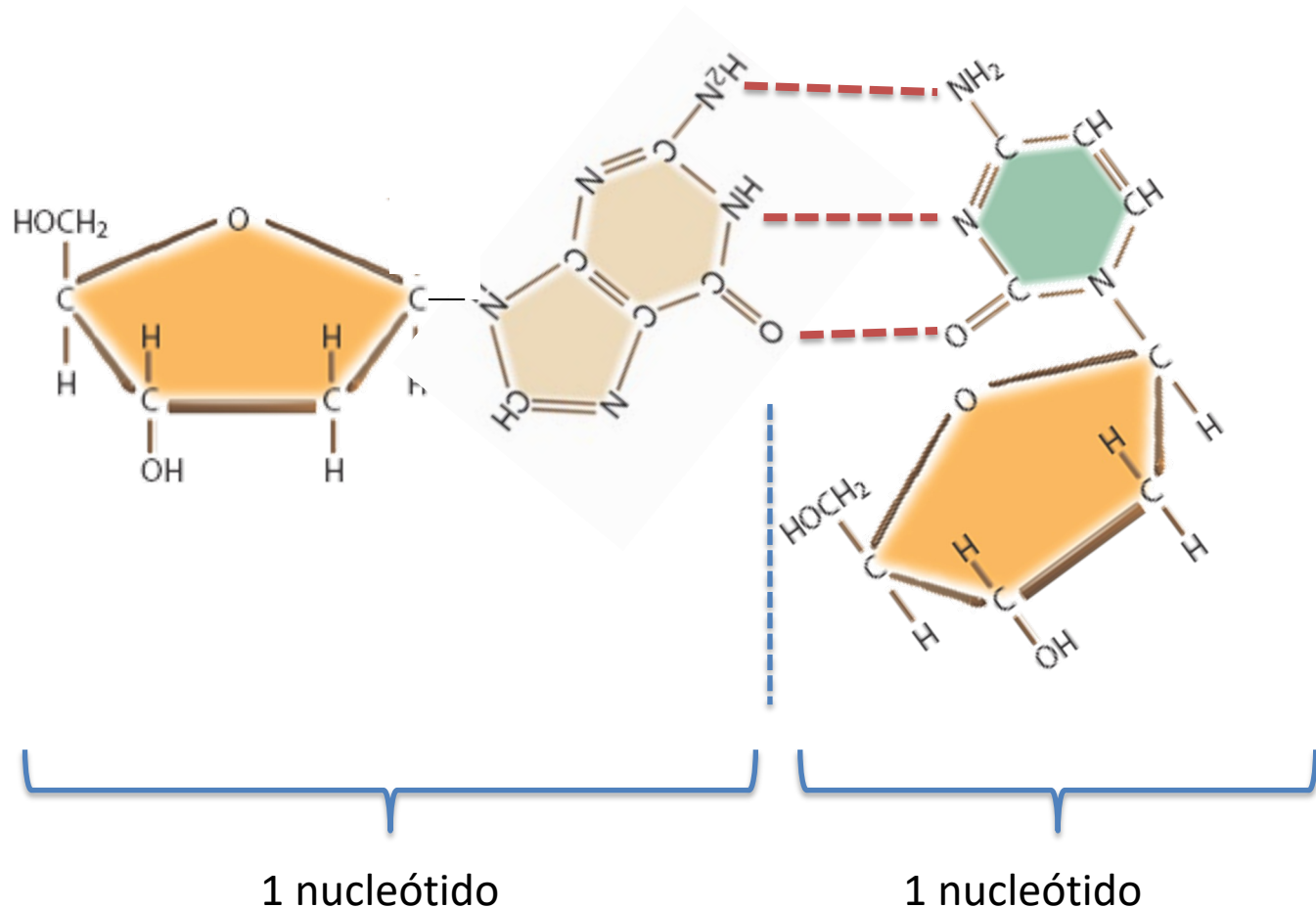


Citosina

PARES DE NUCLEÓTIDOS

Pares de nucleótidos

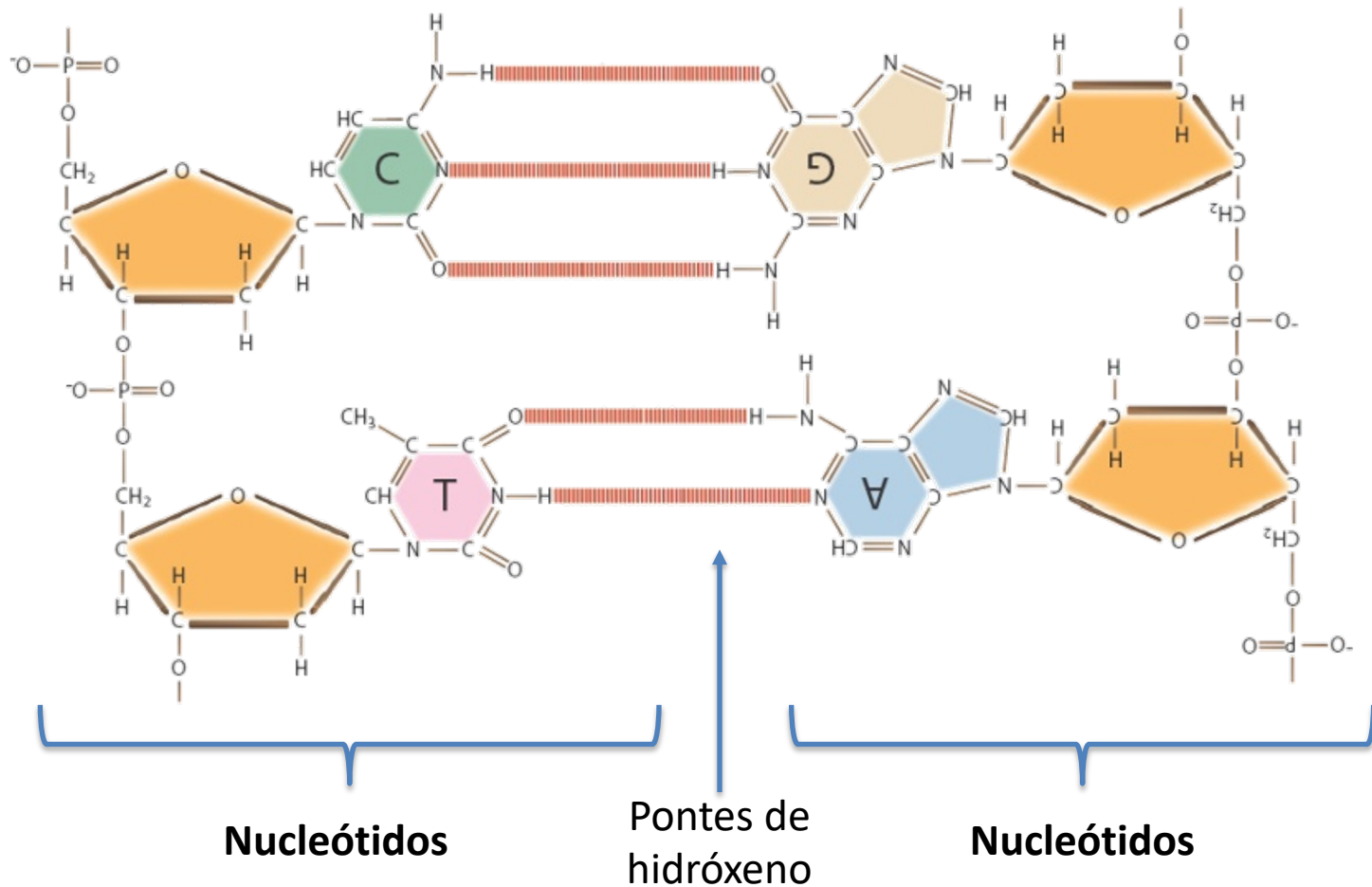
- Nos ácidos nucleicos bicatenarios, cada nucleótido asocia-se a outro da cadeia complementar formando **pares de nucleótidos**.



PARES DE NUCLEÓTIDOS

Pares de
nucleótidos

- Fórmanse **pontes de hidróxeno** se establecían entre as **adeninas** (A) e as **timinas** (T) **dous** e, por outro lado, entre as **citosinas** (C) e as **guaninas** (G) **tres**.
- Existe unha **complementariedade** entre as bases.



COMO SE NOMEAN OS NUCLEÓTIDOS

Nomenclatura de bases, nucleósidos y nucleótidos

Base

Ribonucleósido

Ribonucleótido (5'-monofostato)

Adenina (A)
Guanina (G)
Citosina (C)
Uracilo (U)

Adenosina
Guanosina
Citidina
Uridina

Adenosina 5'-monofosfato (AMP); adenilato*
Guanosina 5'-monofosfato (GMP); guanilato*
Citidina 5'-monofosfato (CMP); citidilato*
Uridina 5'-monofosfato (UMP); uridilato*

Base

Desoxirribo- nucleósido

Desoxirribonucleótido (5'-monofosfato)

Adenina (A)
Guanina (G)
Citosina (C)
Timina (T)

Desoxiadenosina
Desoxiguanosina
Desoxicitidina
Desoxitimidina

Desoxiadenosina 5'-monofosfato (dAMP); desoxiadenilato*
Desoxiguanosina 5'-monofosfato (dGMP); desoxiguanilato*
Desoxicitidina 5'-monofosfato (dCMP); desoxicitidilato*
Desoxitimidina 5'-monofosfato (dTMP); desoxitimidilato*

* Formas aniónicas predominantes a pH 7.0.

FUNCIÓN DOS NUCLEÓTIDOS

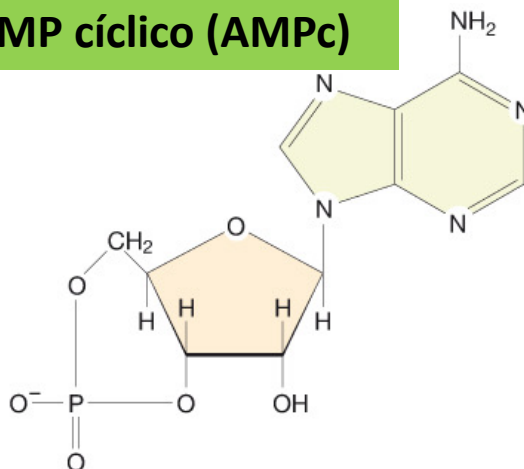
Os nucleótidos cumpren varias funcións entre as que destacamos as seguintes:

Funcións dos nucleótidos

- Forman parte dos ácidos nucleicos (ADN, ARN)
- Segundo mensaxeiro de receptores hormonais: (AMP cíclico)
- Intermediarios de enerxía: fosfatos de adenosina (AMP, ADP, ATP)
- Transportadores de moléculas: (UDP)
- Coencimas: (flavinnucleótidos, piridin-nucleótidos, coenzima A)

Exemplo de nucleótidos que actúan como segundo mensaxeiro

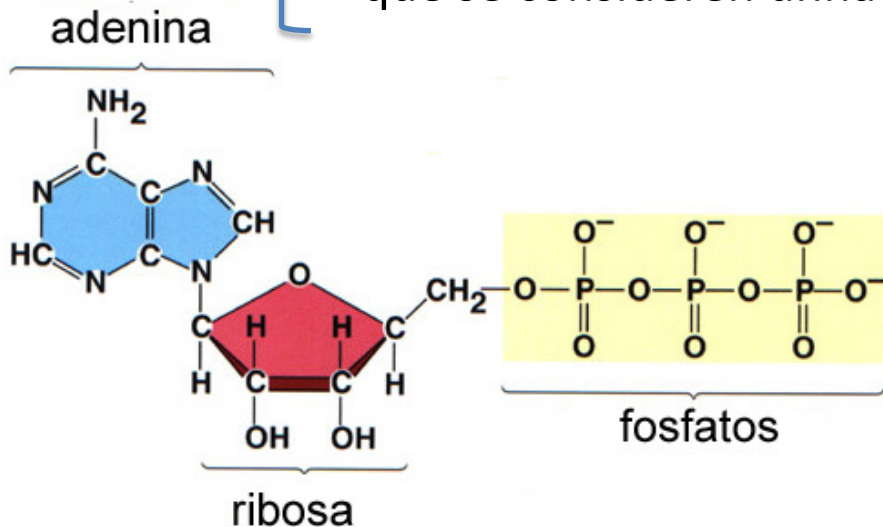
AMP cíclico (AMPc)



TRANSPORTADORES DE ENERXÍA

ATP

- A **hidrólise** dalgúns nucleótidos trifosfato proporciona a **enerxía química** necesaria para impulsar unha ampla variedade de reaccións químicas. O **ATP** (**adenosín trifosfato**) é, con diferenza, o máis extensamente utilizado, aínda que o **UTP**, o **GTP** e o **CTP** tamén se empregan en reaccións específicas.
- A importancia biolóxica do ATP radica en que os grupos fosfato se unen entre eles mediante **enlaces ricos en enerxía**. Esta enerxía acumúlase ao se formaren os enlaces e libérase cando rompen por **hidrólise**.
- A enerxía acumulada nos nucleótidos, especialmente no ATP, é coma un "diñeiro" dispoñible na célula que se acepta universalmente, de aí que se consideren unha "**moeda de intercambio de enerxía**".



TRANSPORTADORES DE ENERXÍA

ATP

- O ATP actúa como **molécula transportadora de enerxía** entre as **reaccións nas que se desprende enerxía** e as que a precisan .
- A enerxía desprendida nas **reaccións exergónicas** utilízase para formar ATP a partir de ADP e ácido fosfórico (**fosforilación**).
- Mentres que a que se necesita nas **reaccións endergónicas** procede da que se libera cando o ATP se hidroliza a ADP e ácido fosfórico (**desfosforilación**).

reaccións endergónicas →



← reacciones exergónicas

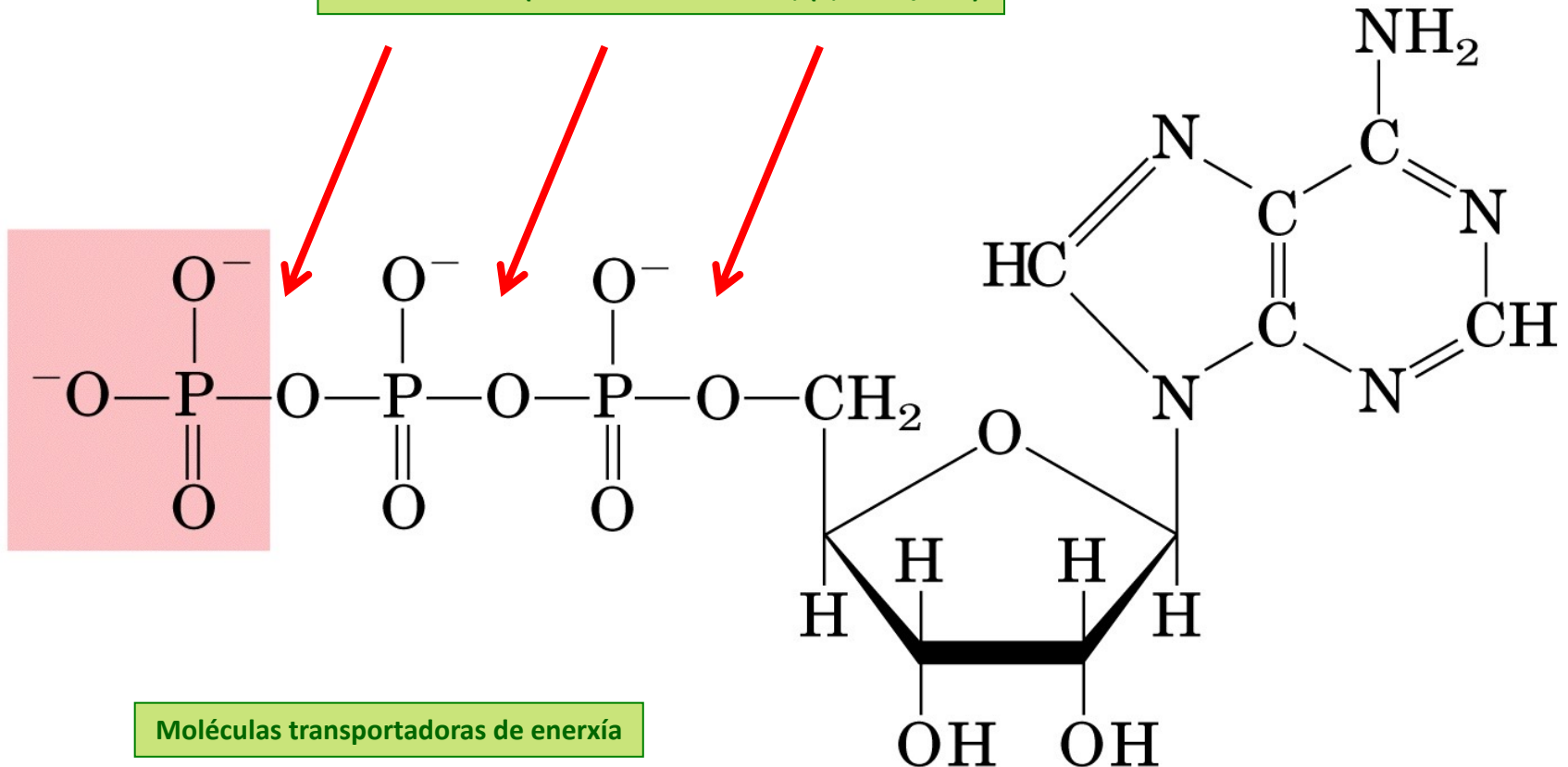
FUNCIÓN DOS NUCLEÓTIDOS

Exemplos de nucleótidos que actúan como intermediarios enerxéticos

Nucleótidos acumuladores de enerxía

ATP, (Adenin trifosfato), ADP, AMP

ENLACE ÉSTER (altamente enerxético, (7,3 Kcal/mol))



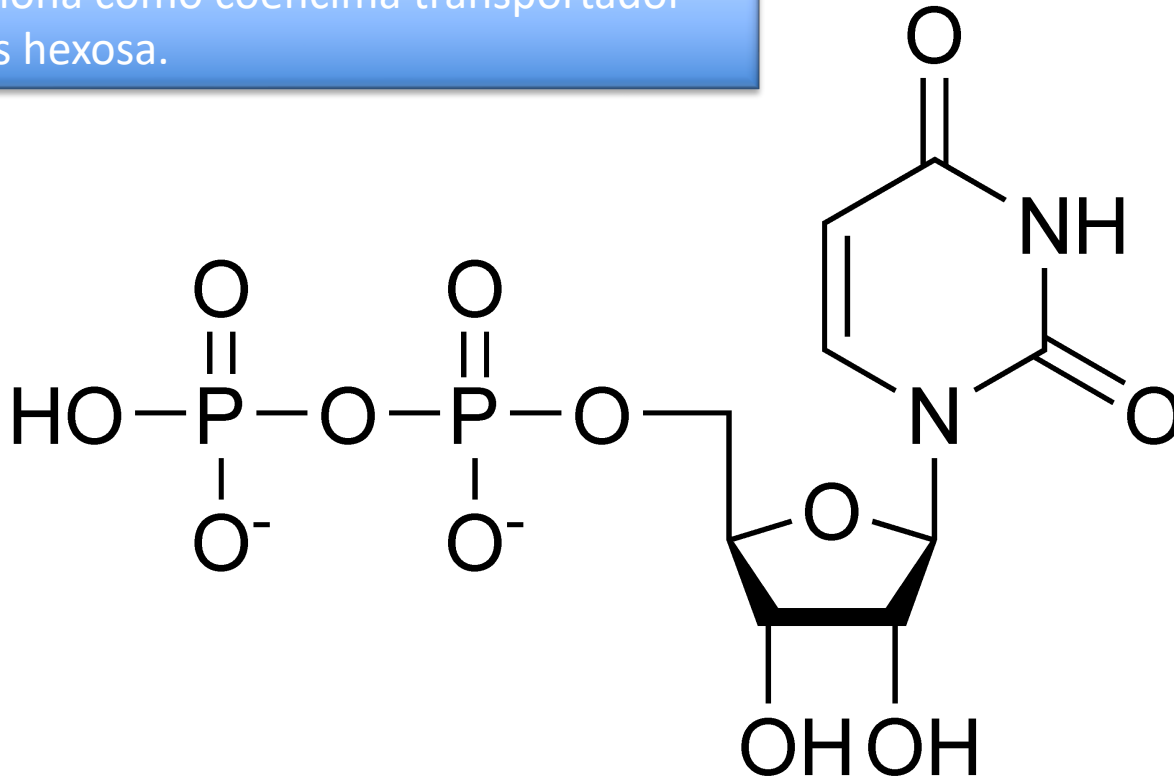
Moléculas transportadoras de enerxía

FUNCIÓNES DOS NUCLEÓTIDOS

Exemplos de nucleótidos que actúan como transportadores

UDP (Uridin difosfato)

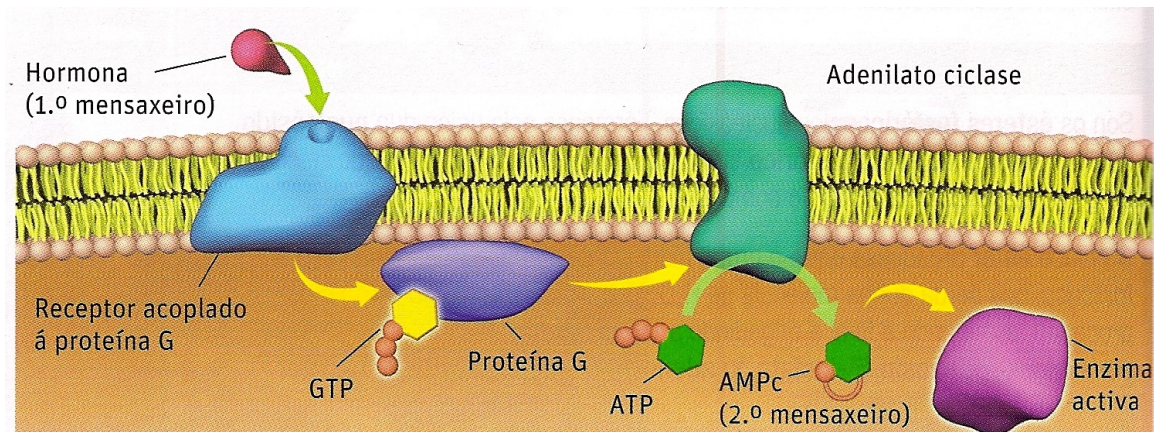
UDP funciona como coencima transportador de grupos hexosa.



MENSAXEIROS QUÍMICOS

- As células teñen capacidade de resposta ante os cambios que experimentan no medio externo. Son capaces de captar sinais hormonais, químicos ou doutros tipos.
- A interacción destes sinais extracelulares, ou primeiros mensaxeiros, cos receptores da superficie celular adoita promover a produción de segundos mensaxeiros no interior da célula, que provocan cambios químicos nela.
- Un dos segundos mensaxeiros máis comúns é o adenosín-3',5'-monofosfato cíclico (**AMP cíclico ou AMPc**).
- Fórmase nas células a partir do ATP intracelular, mediante unha reacción catalizada pola encima **adenilato ciclase**, que se localiza na membrana celular. A adenilato ciclase actívase cando determinadas hormonas se unen na membrana plasmática a receptores específicos.

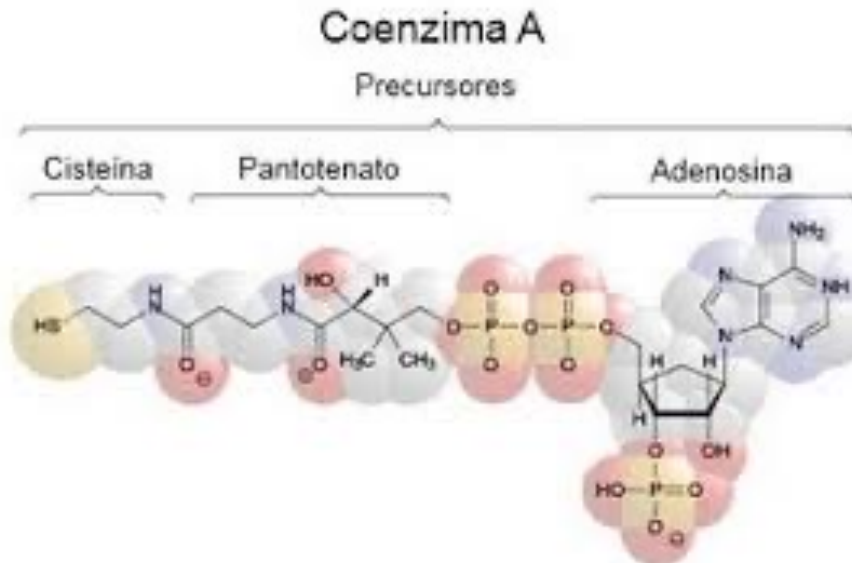
AMPc



COENCIMAS

As coencimas

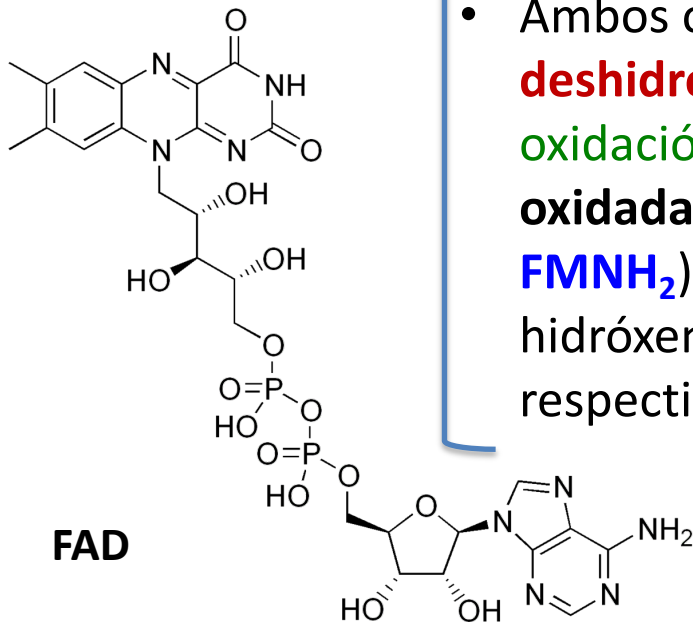
- Son moléculas orgánicas **non proteicas** que interveñen nas reaccións catalizadas encimaticamente e que actúan, en xeral, como **transportadores de electróns**.
- Teñen distinta natureza química, pero moitas delas son **nucleótidos**.
- A diferenza das encimas, as coencimas **non son específicas respecto do substrato sobre o que actúan**, senón que cada grupo de coencimas **intervén no mesmo tipo de reacción** independentemente de cal sexa o substrato.



NUCLÉOTIDOS DE FLAVINA

Nucleótidos de flavina

- Están formados por unha **base nitroxenada**, a **flavina**, e como pentosa un derivado da **ribosa**, o **ribitol**. Ao se uniren ambos para formar o nucleósido, constitúen un composto denominado **riboflavina** ou **vitamina B₂**.
- Os nucleótidos de flavina son o **FMN** (**flavín mononucleótido**), no que a flavina está unida a un grupo fosfato, e o **FAD** (**flavin adenín dinucleótido**), composto por una molécula de FMN unida mediante un enlace fosfodiéster a outra de AMP.
- Ambos os dous nucleótidos son **coencimas das deshidroxenases**, as encimas que **catalizan as reaccións de oxidación-redución**, e pódense encontrar tanto en forma **oxidada** (**FAD, FMN**) coma en forma **reducida** (**FADH₂, FMNH₂**). Para pasar dunha forma á outra captan ou ceden hidróxenos, **para oxidar ou reducir o substrato**, respectivamente.



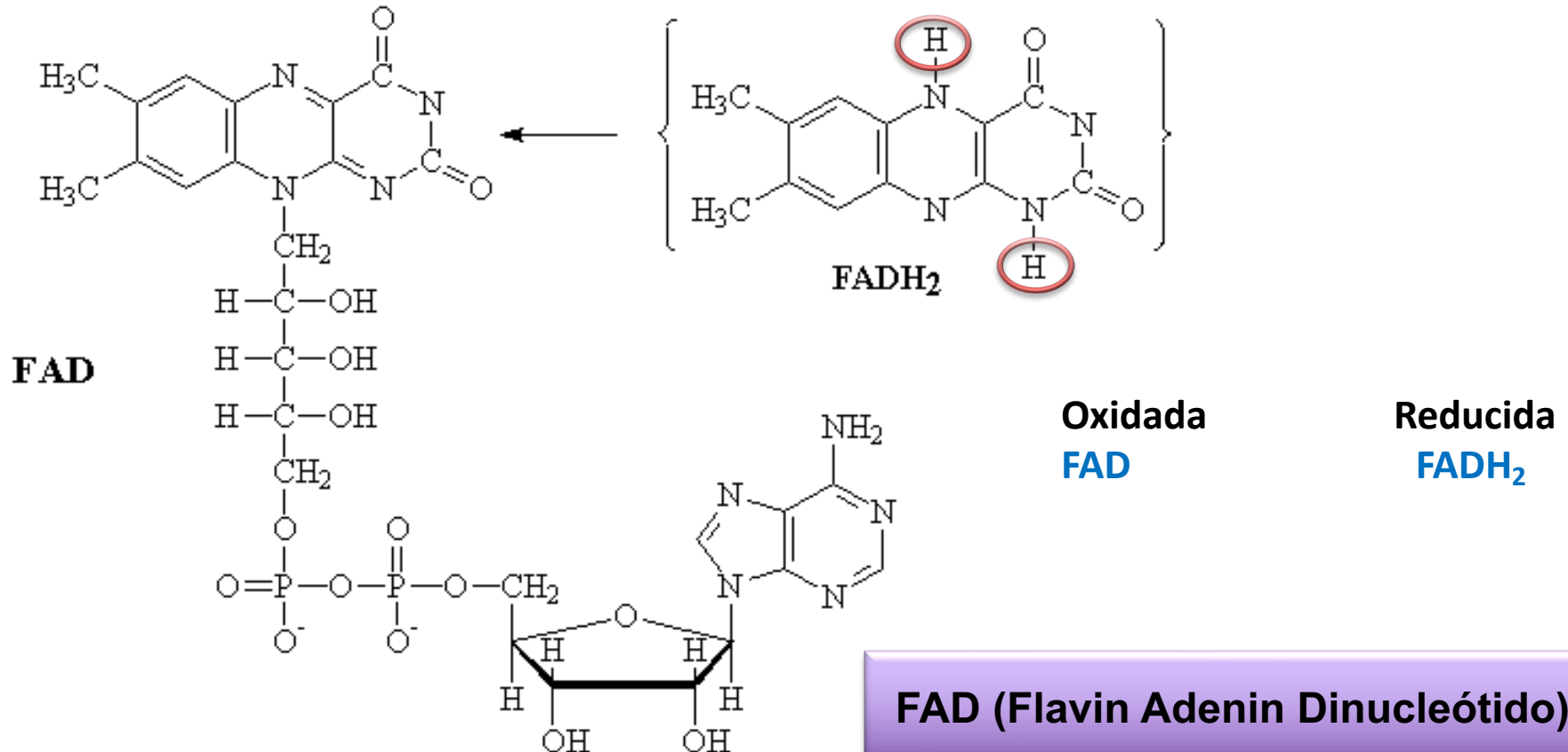
Oxidada
FAD
FMN

Reducida
FADH₂
FMNH₂

FUNCIÓN DOS NUCLEÓTIDOS

Exemplos de nucleótidos que actúan como coencimas

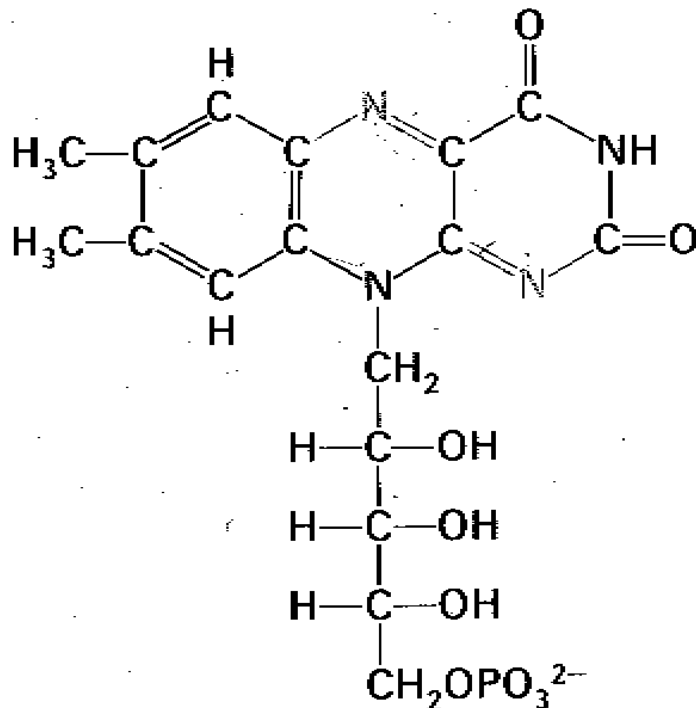
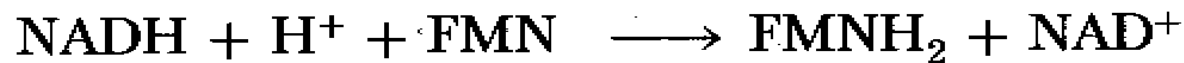
- O **FAD** é unha coencima que intervéen como **dador ou aceptor de electróns e protóns** (poder redutor) en **reaccións metabólicas redox**; o seu estado oxidado (FAD) redúcese a FADH_2 ao **aceptar dous átomos de hidróxeno** (cada un formado por un electrón e un protón), segundo a seguinte reacción:



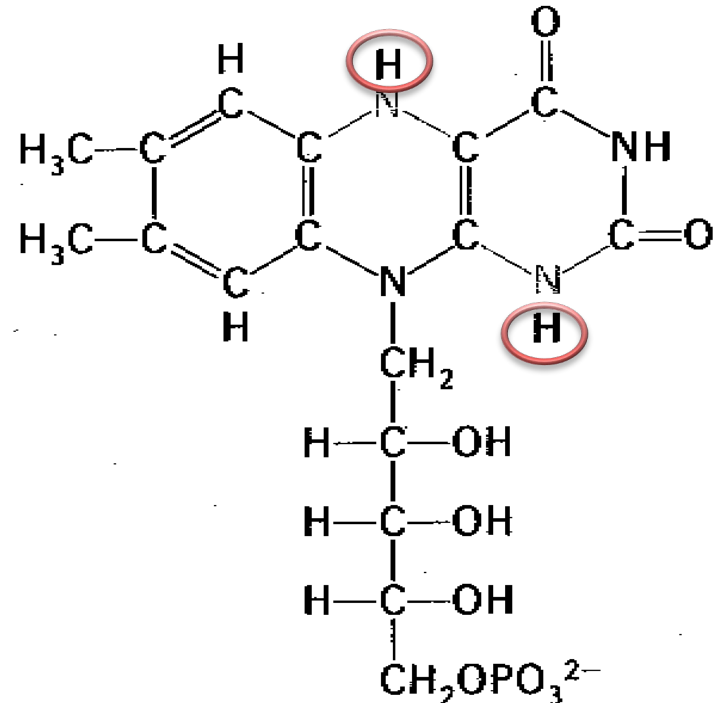
FUNCIONES DOS NUCLEÓTIDOS

Exemplos de nucleótidos que actúan como coencimas

FMN (Flavin Mono Nucleótido)



Flavín mononucleótido
(FMN)

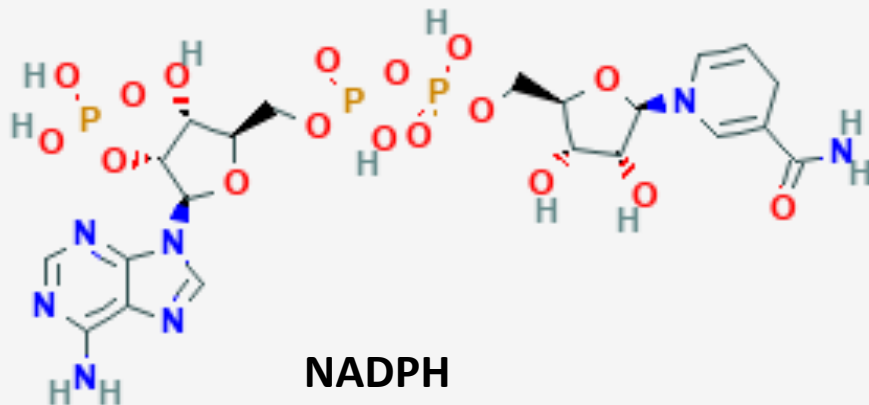


Flavín mononucleótido reducido
(FMNH₂)

NUCLÉOTIDOS DE PIRIDINA

Nucleótidos de piridina

- Os **nucleótidos de piridina**, que son dinucleótidos constituídos pola unión, mediante un enlace fosfodiéster, do **nucleótido de nicotinamida** e o de **adenina**. A nicotinamida, tamén chamada **vitamina B₃** ou **niacinamida**, é unha base nitroxenada derivada da **piridina**.
- Existen dous nucleótidos de piridina: o **NAD** (nicotinamida adenina dinucleótido) e o **NADP** (nicotinamida adenina dinucleótido fosfato).
- Son tamén coencimas das **deshidroxenases**. Pódense atopar en forma **oxidada** (**NAD⁺**, **NADP⁺**) ou **reducida** (**NADH**, **NADPH**). Interven en diversos procesos metabólicos, coma a **respiración celular**.



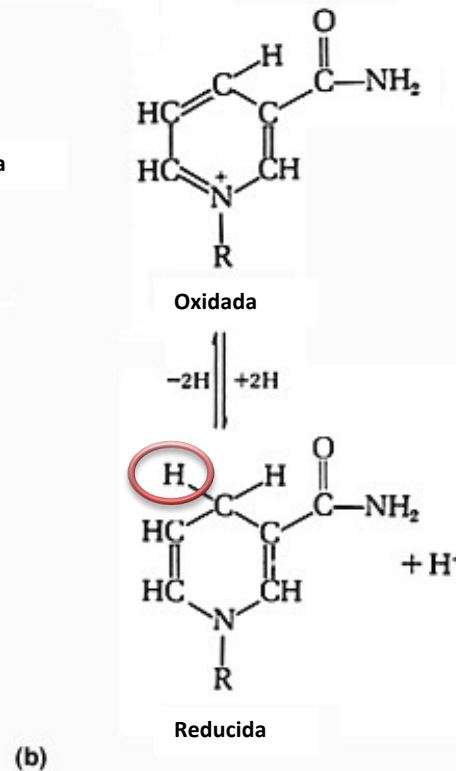
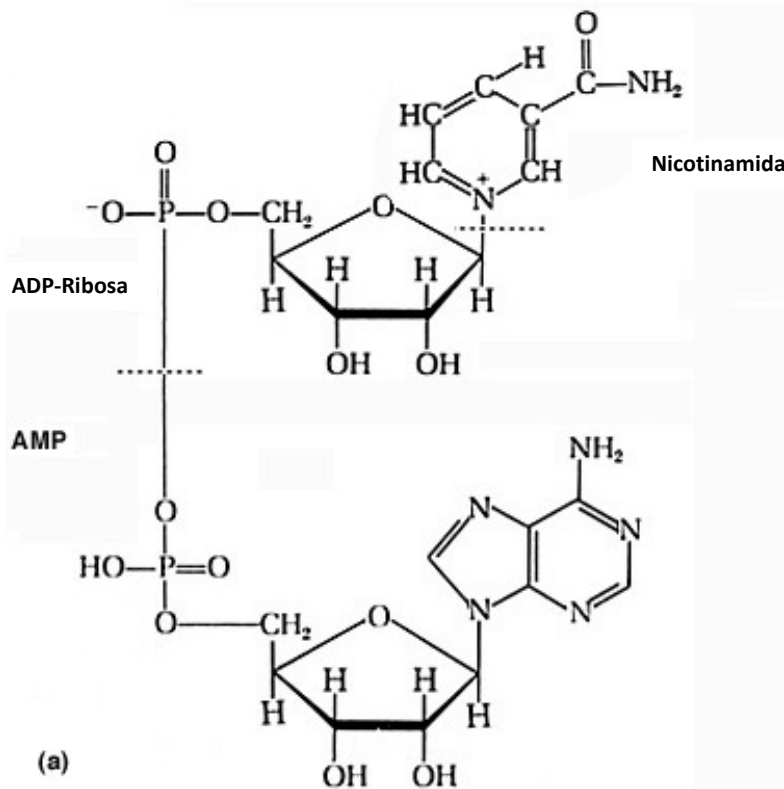
Oxidada
NAD⁺
NADP⁺

Reducida
NADH
NADPH

FUNCIÓN DOS NUCLEÓTIDOS

Exemplos de nucleótidos que actúan como coenzimas

NAD (Nicotin Adenin Dinucleótido)

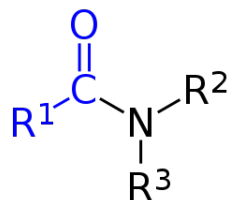
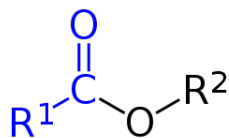
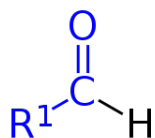
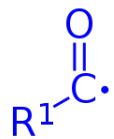
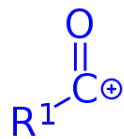
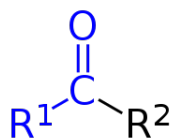


Para que o entendas mellor...
Os átomos de hidróxeno desprendidos nas reacción de oxidación son captados por estas moléculas que actúan como transportadoras de H.

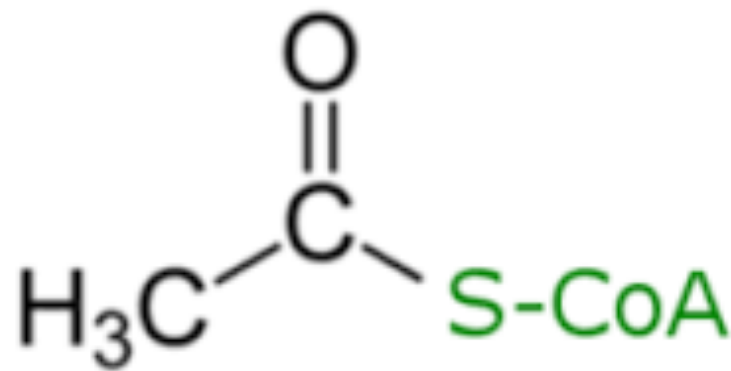
COENCIMA A

COENCIMA A

- Está constituída por un derivado do ADP, o **ácido pantoténico** ou **Vitamina B₅**, e unha **cadea curta de etilamina** unida a un **grupo tiol** (-SH), que recibe o nome de **β-mercaptoetilamina**.
- A coencima A desígnase abreviadamente co termo **CoA**, ou ben co de **CoA-SH**, para destacar a importancia que ten o grupo funcional tiol.
- Intervén nas reaccións encimáticas que están implicadas no **metabolismo celular** como **transportadora dos grupos acilo** (R-CO-) que proceden dos ácidos orgánicos.



Grupos acilo

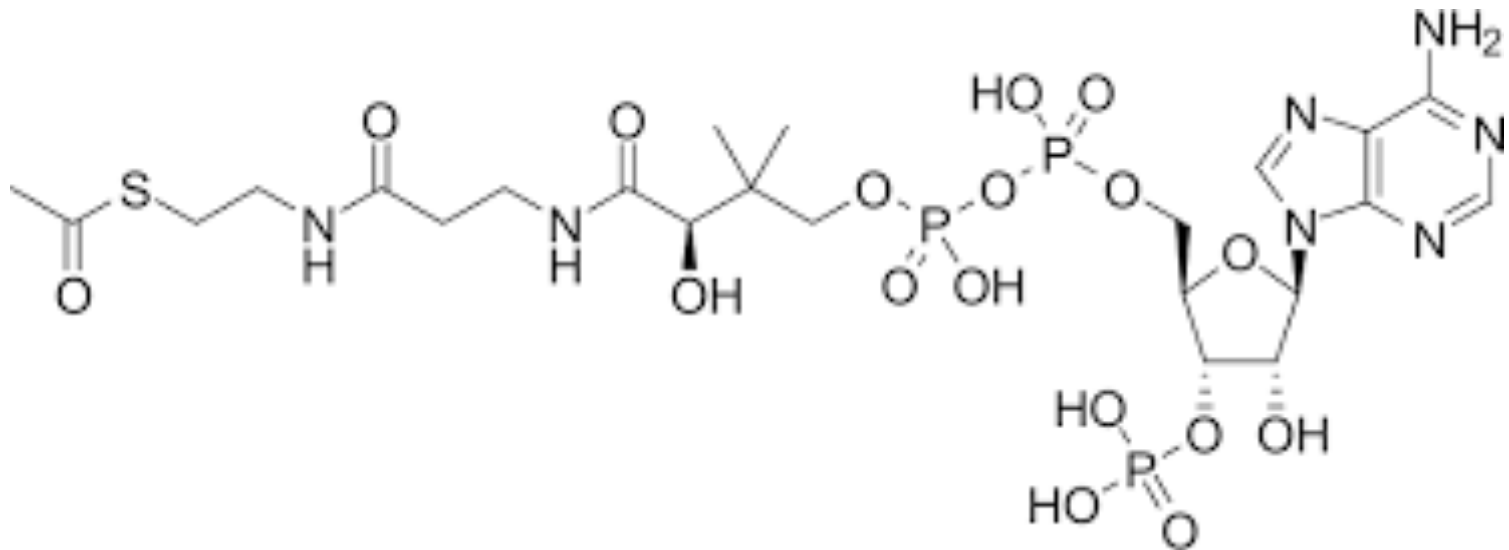


Acetil-Coenzima A

ACETILCOENCIMA A

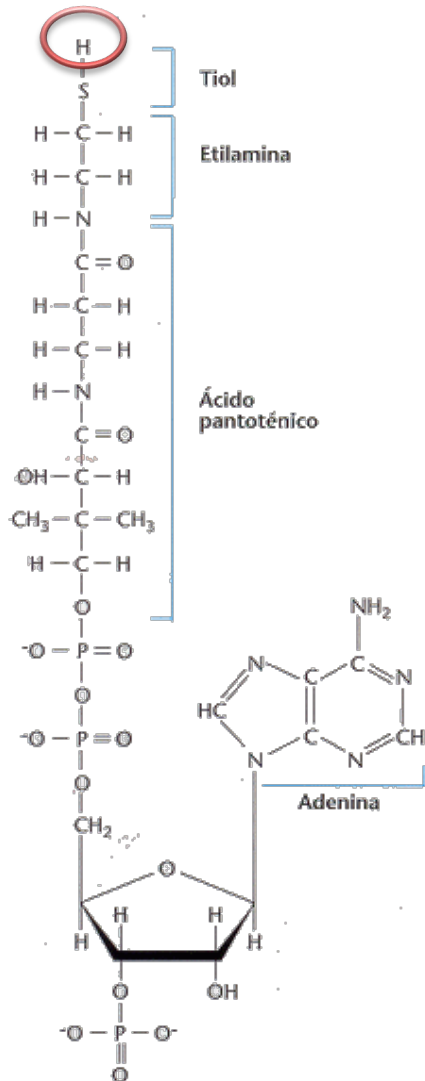
ACETIL CoA

- Unha derivada da coencima A, a **acetilcoenzima A** ($\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$), ten unha gran relevanza no **metabolismo celular**, xa que **forma parte de numerosas rutas metabólicas, tanto catabólicas coma anabólicas**.
- Xorde da unión da **coencima A** cunha molécula de **ácido acético** mediante un **enlace tioéster** (entre o grupo tiol e o grupo carboxilo do ácido).



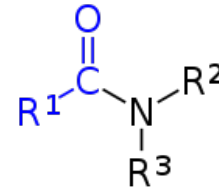
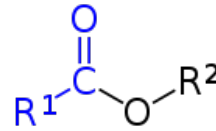
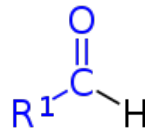
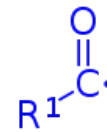
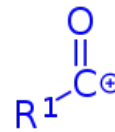
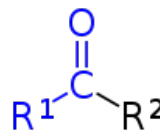
FUNCIÓN DOS NUCLEÓTIDOS

Exemplos de nucleótidos que actúan como coenzimas



Acetil CoA

- É un **derivado do ADP**. Intervén en procesos metabólicos como **transportador de grupos acilo** ($R-CO-$) procedentes de ácidos orgánicos.
- O **acetil CoA**, un derivado da CoA con gran importancia no metabolismo celular.

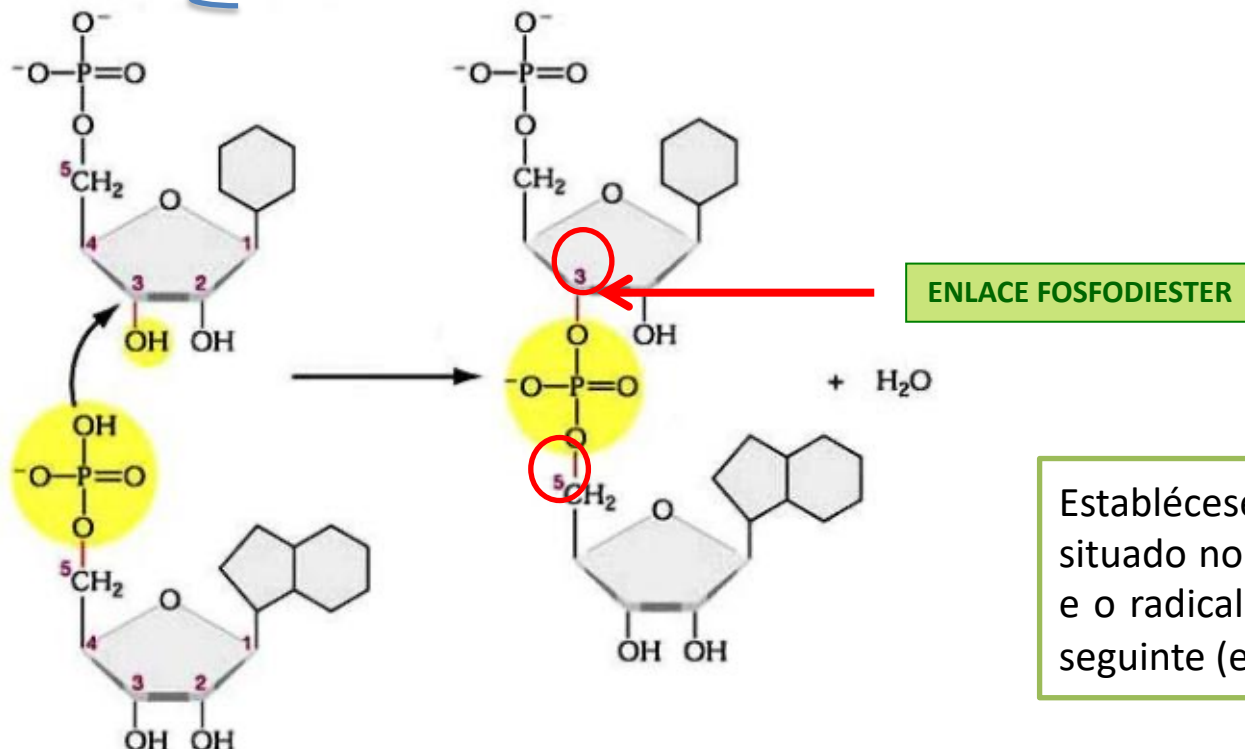


Grupo xeral acilo (**azul**) como ión acilo (arriba no centro), como radical acilo (arriba á dereita), nunha cetona (arriba á esquerda), nun aldehído (abaixo á esquerda), éster (abaixo no centro) ou nunha amida (abaixo á dereita). (R^1 , R^2 , R^3 = substituíntes orgánicos ou hidróxeno).

CADEAS DE ÁCIDOS NUCLEICOS

Cadeas de Ácidos nucleicos

- As cadeas de ácidos nucleicos presentan dous extremos: o **extremo 5'**, onde hai un **grupo fosfato** unido ao **carbono 5'** do primeiro nucleótido, e o **extremo 3'**, onde hai un **radical hidroxilo** unido ao **carbono 3'** do último nucleótido.
- Os ácidos nucleicos sintetízanse mediante **encimas** capaces de **engadirlle nucleótidos ao extremo 3'**. Entre o radical hidroxilo (-OH) do carbono 3' do último nucleótido e o radical fosfato do carbono 5' do nucleótido que se engade, fórmase un **enlace fosfodiéster**.



Establécese entre o radical fosfato situado no carbono 5' dun nucleótido e o radical -OH do C 3' do nucleótido seguinte (enlace 5' → 3')

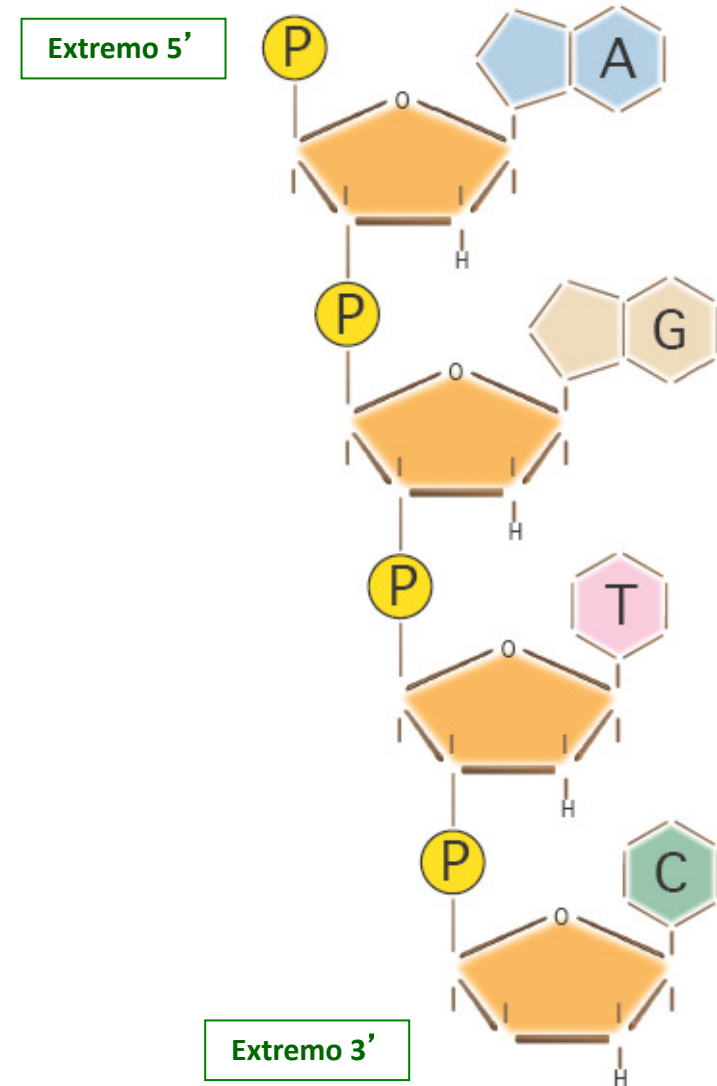
O ácido desoxirribonucleico



ESTRUTURA PRIMARIA NO ADN

Estrutura primaria

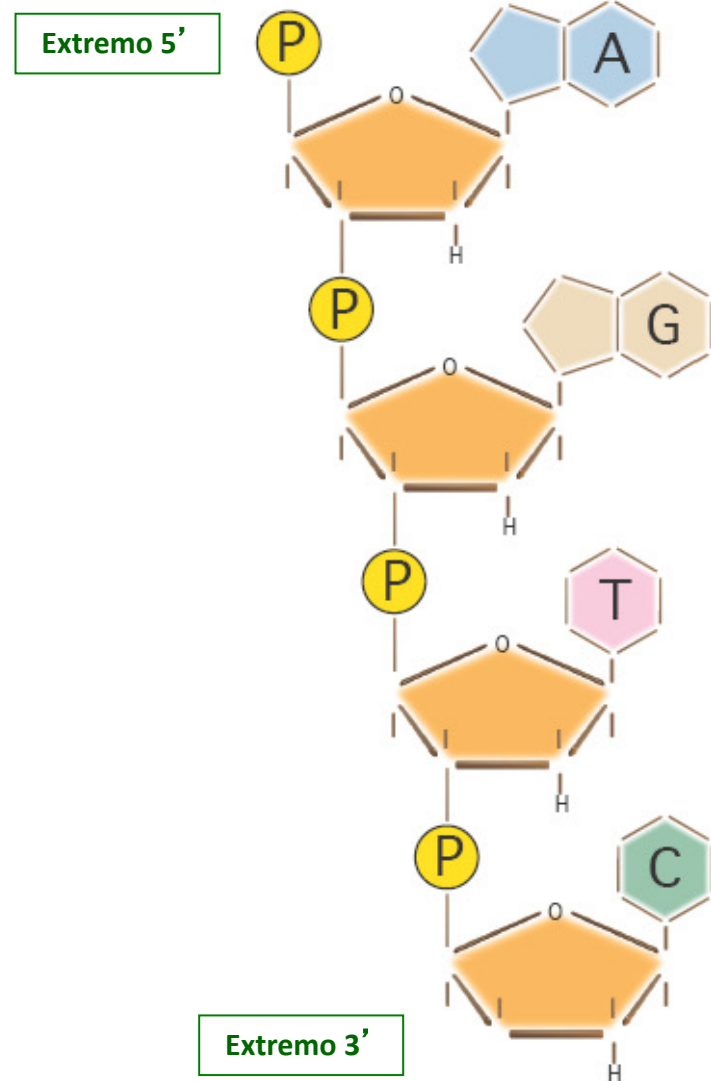
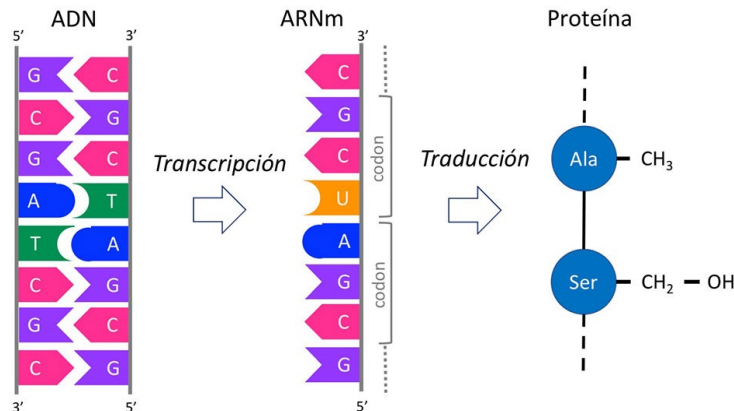
- É a **secuencia de nucleótidos dunha soa cadea ou febra**, que pode presentarse como un **simple filamento** estendido ou ben **ligeiramente dobrado** sobre si mesmo. Nunha cadea pódese distinguir un esqueleto de **polidesoxirribosas-fosfato** e unha secuencia de bases **nitroxenadas**.
- O **número de febras diferentes** de ADN que se pode formar combinando os catro tipos de nucleótidos (A, G, C e T) **é moi elevado**. Por exemplo, cos $5,6 \times 10^9$ pares de nucleótidos do ADN humano, poderíanse facer $4^{5600000000}$ tipos diferentes de ADN.



ESTRUTURA PRIMARIA NO ADN

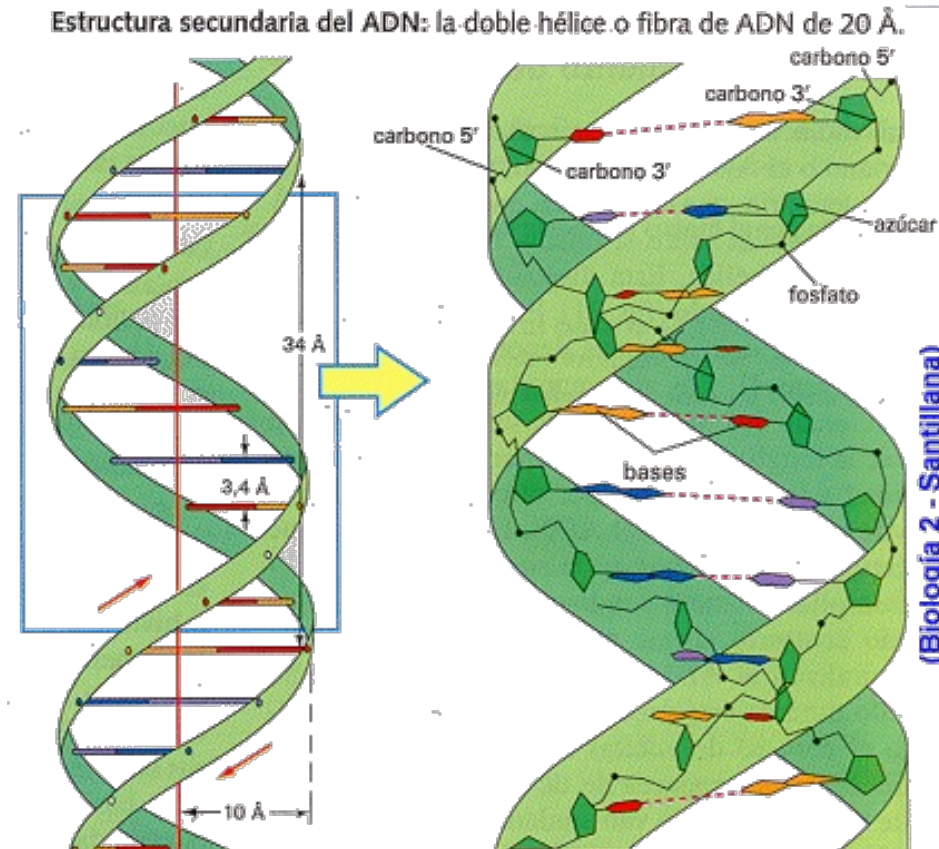
Estrutura primaria

- Estas **innumerables combinacións** permiten, a través da **secuencia de bases nitroxenadas**, estruturar unha **determinada información**, a chamada **información xenética**.
- Igual que con vinte e seis letras se poden formar moitas palabras diferentes, e combinándooas convenientemente, estrutúrase a información da linguaxe por palabras.



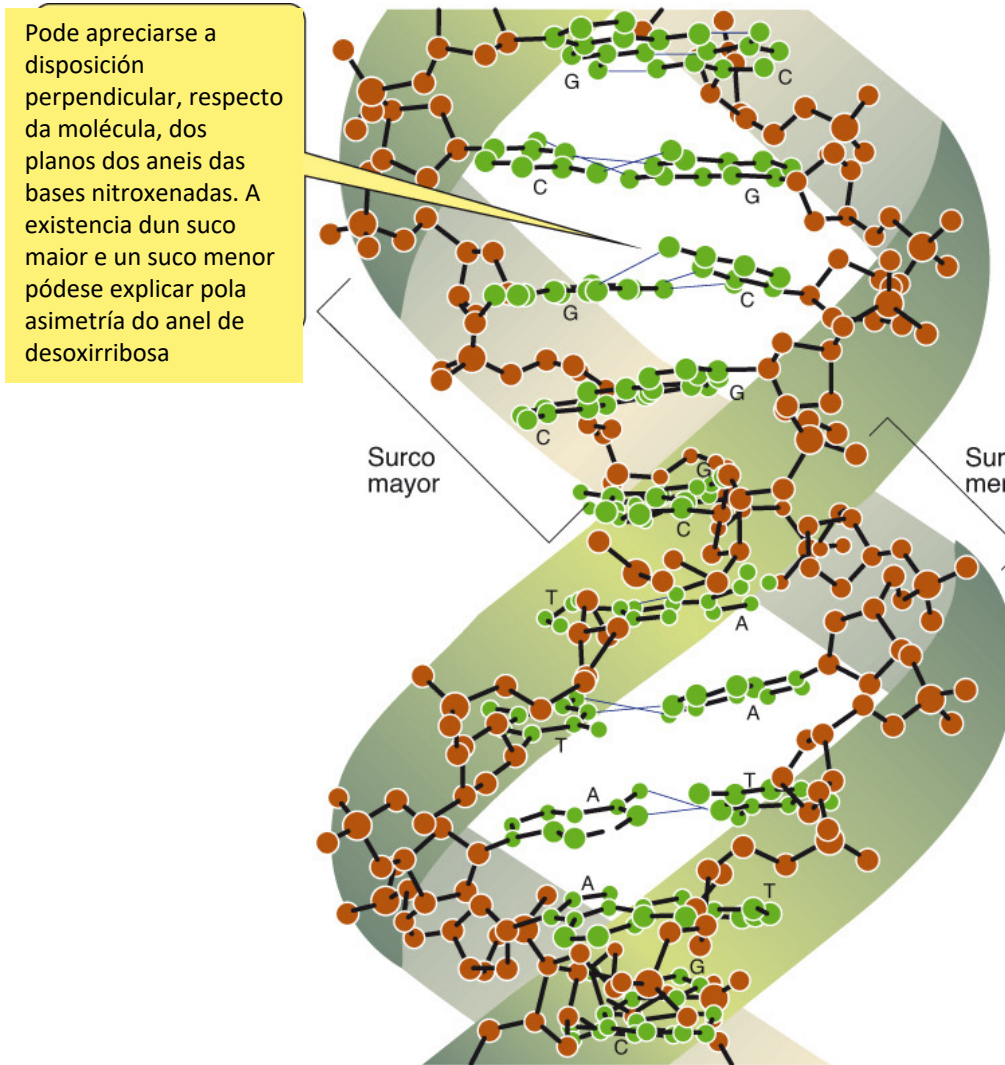
O ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

- O **ácido desoxirribonucleico** ou ADN está constituído por **dúas cadeas** de nucleótidos **enroladas** formando unha **dobre hélice**. Cada cadea está formada por un polímero de desoxirribonucleótidos de **adenina**, **guanina**, **citocina** e **timina**. Non existen desoxirribonucleótidos de uracilo.
- O ácido desoxirribonucleico presenta unha estrutura común en **todas as células**, aínda que é distinta **nalgúns virus**.
- A súa **masa molecular é moi elevada**. Por exemplo, o ADN humano ten unha masa molecular de $3,6 \times 10^{12}$ u e contén $5,6 \times 10^9$ pares de nucleótidos.



O ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

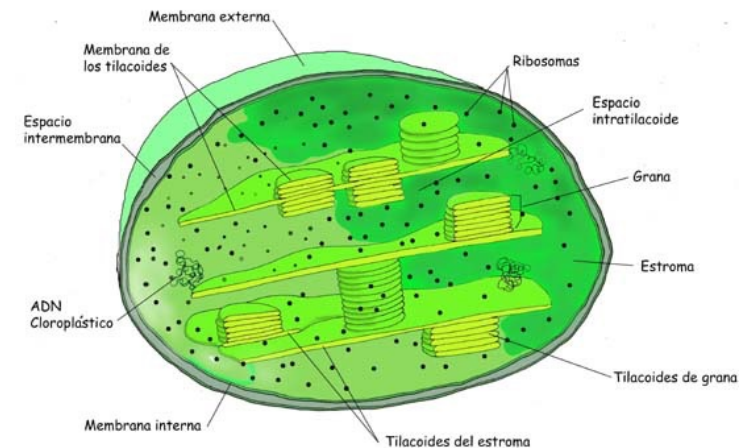
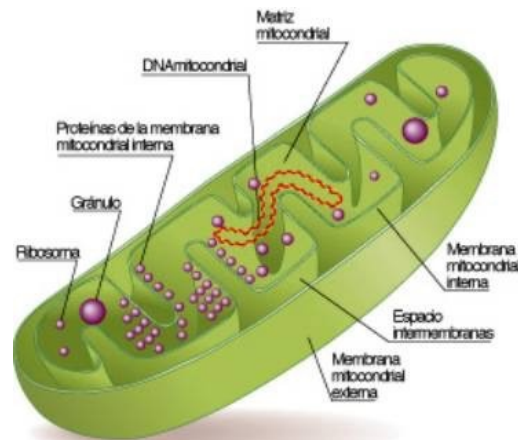
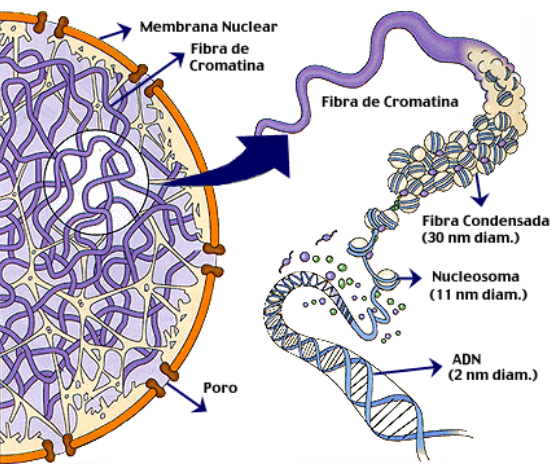
- As dúas cadeas se arrollan nunha **dobre hélice**
- As **bases nitroxenadas** teñen os seus **aneis perpendiculares ao eixe** da dobre hélice.
- O paso de rosca da dobre hélice é de **34 Å** e comprende **10 pares de nucleótidos**.
- A súa **lonxitude é variable segundo especies**. Unha célula humana contén dous metros de ADN no seu núcleo.



$$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m} = 0,000\,000\,000\,1 \text{ m}$$

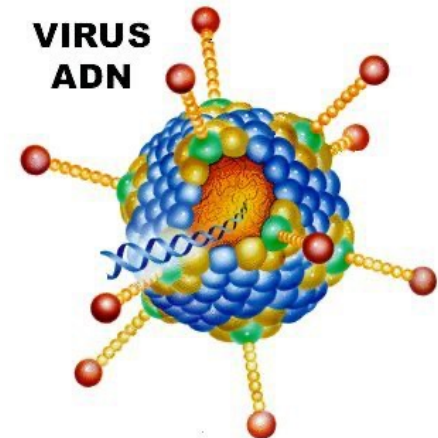
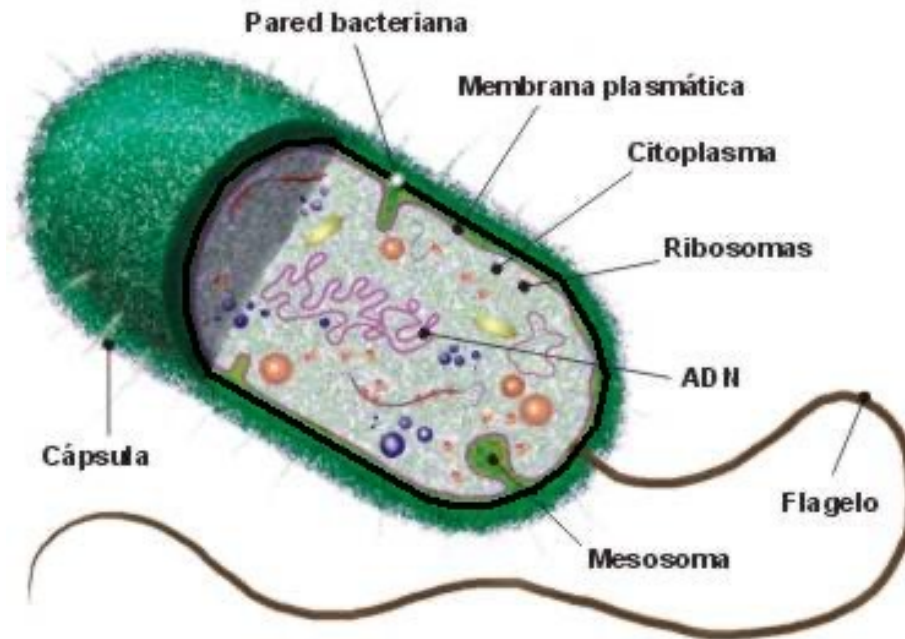
O ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

- Segundo o modelo celular, o **ADN** pódese encontrar en distintos lugares da célula e **presentar distintas características**:
- ADN de células eucariotas**. Encóntrase principalmente no **núcleo**, pero tamén nas **mitocondrias** e nos **cloroplastos**.
 - ADN nuclear**. Está **unido a unhas proteínas** básicas, denominadas **histonas**, e a unha pequena cantidade dun grupo heteroxéneo de proteínas, denominadas **proteínas non histónicas**. Esta asociación coñécese como **fibra de cromatina**.
 - ADN de mitocondrias e cloroplastos**. Este tipo de ADN é **semellante** ao das **células procariotas**.



O ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

- **ADN de células procariotas.** Está asociado a proteínas **parecidas às histonas**, a **ARN** e a **proteínas non histónicas**, formando unha condensación denominada **nucleoide**, que, a diferenza do núcleo, non está delimitado por ningunha membrana envolvente.
- Tamén nos **virus** se observaron **proteínas básicas** asociadas ao ADN.

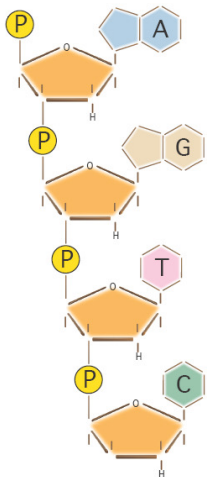


ESTRUTURAS NO ADN

Cadeas de Ácidos nucleicos

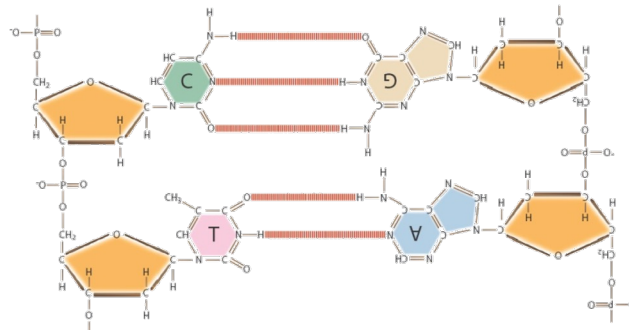
- O ADN presenta diferentes rangos de complexidade estrutural e pódense distinguir **tres niveis estruturais**:
 - **Estrutura primaria** ou **secuencia de nucleótidos**.
 - **Estrutura secundaria** ou **dobre hélice**.
 - **Estrutura terciaria** ou **ADN superenrolado**, que xorde da **torsión da dobre hélice sobre si mesma**. A estrutura terciaria do ADN pode condensarse máis ata chegar a unha **superespiralización** cando se inicia a mitose, momento en que a **fibra** de cromatina se compacta para formar os cromosomas.

ESTRUTURA PRIMARIA



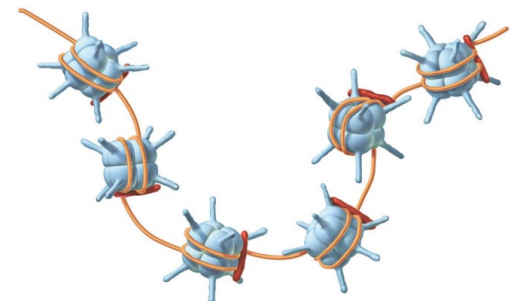
Secuencia de nucleótidos

ESTRUTURA SECUNDARIA



Dobre hélice

ESTRUTURA TERCIARIA

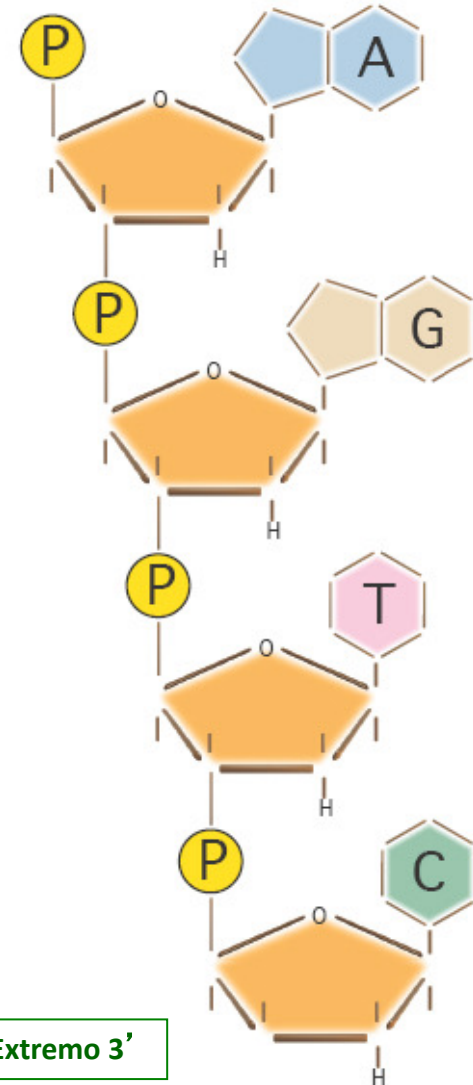


ADN superenrollado

ESTRUTURA PRIMARIA NO ADN

- É a **secuencia de nucleótidos dunha soa cadea ou febra**, que pode presentarse como un simple filamento **estendido** ou ben **ligeiramente dobrado** sobre si mesmo.
- Nunha cadea pódese distinguir un esqueleto de **polidesoxirribosas-fosfato** e unha secuencia de **bases nitroxenadas**.
- O **número de febras diferentes** de ADN que se pode formar combinando os catro tipos de nucleótidos (**A, G, C e T**) é **moi elevado**.
- Por exemplo, cos $5,6 \times 10^9$ pares de nucleótidos do ADN humano, poderíanse facer **4^{5 600 000 000}** tipos diferentes de ADN.

Extremo 5'



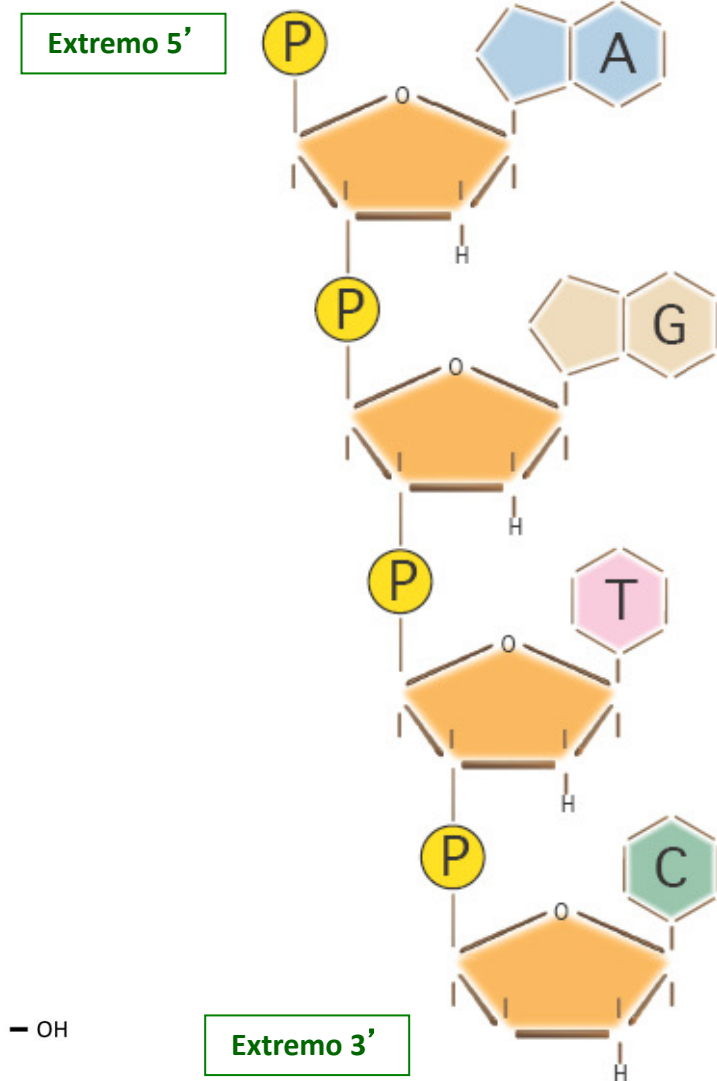
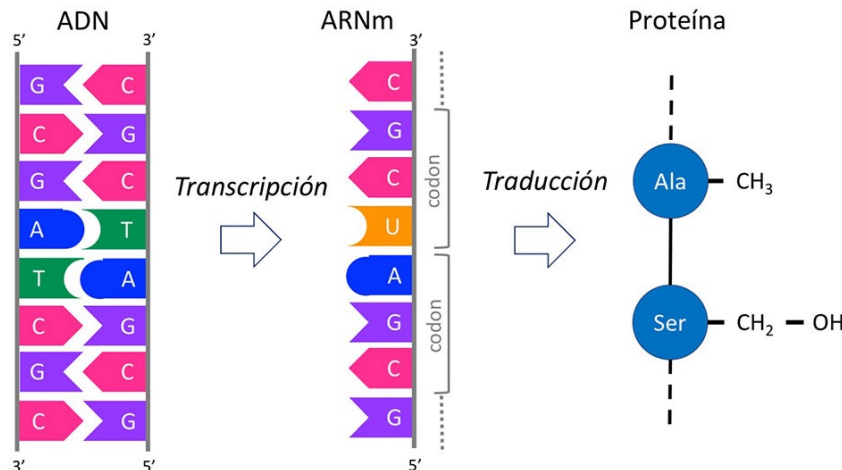
Extremo 3'

Estrutura
primaria

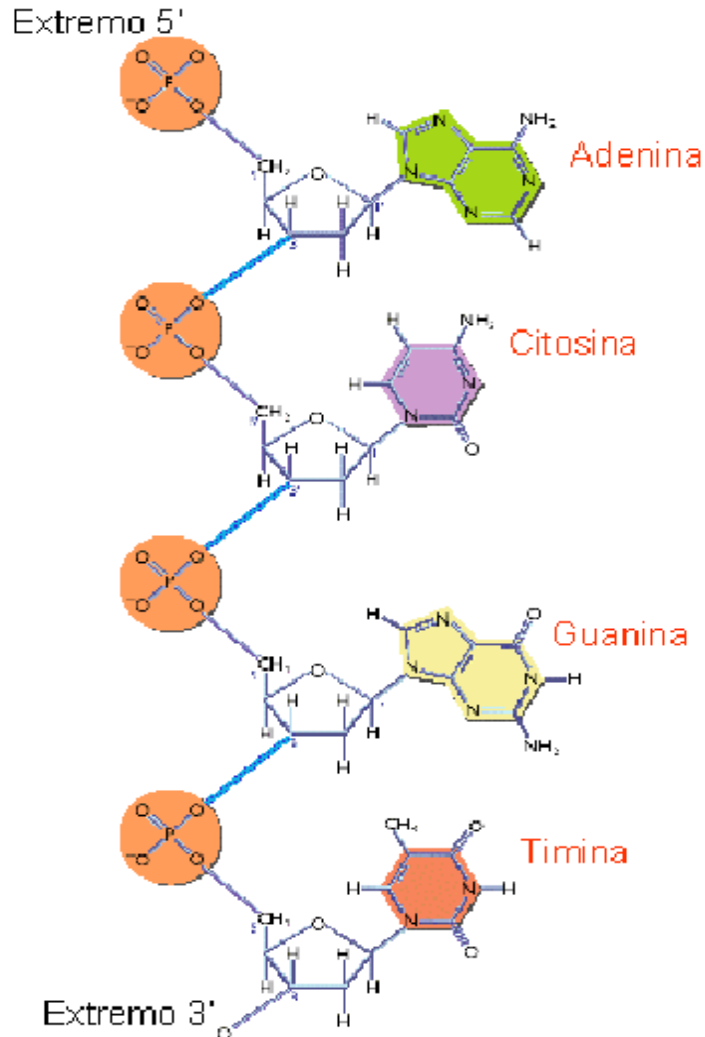
ESTRUTURA PRIMARIA NO ADN

Estrutura primaria

- Estas **innumerables combinacións** permiten, a través da secuencia de bases nitroxenadas, estruturar unha determinada información, a chamada **información xenética**.
- Igual que con vinte e seis letras se poden formar moitas palabras diferentes, e combinándooas convenientemente, estrutúrase a información da linguaxe por palabras.



Estructura primaria del ADN



- Es la secuencia de nucleótidos, unidos por enlaces fosfodiéster.

- La cadena presenta dos extremos libres: el 5' unido al grupo fosfato y el 3' unido a un hidroxilo.

- Cada cadena se diferencia de otra por:
 - > Su tamaño
 - > Su composición.
 - > Su secuencia de bases.

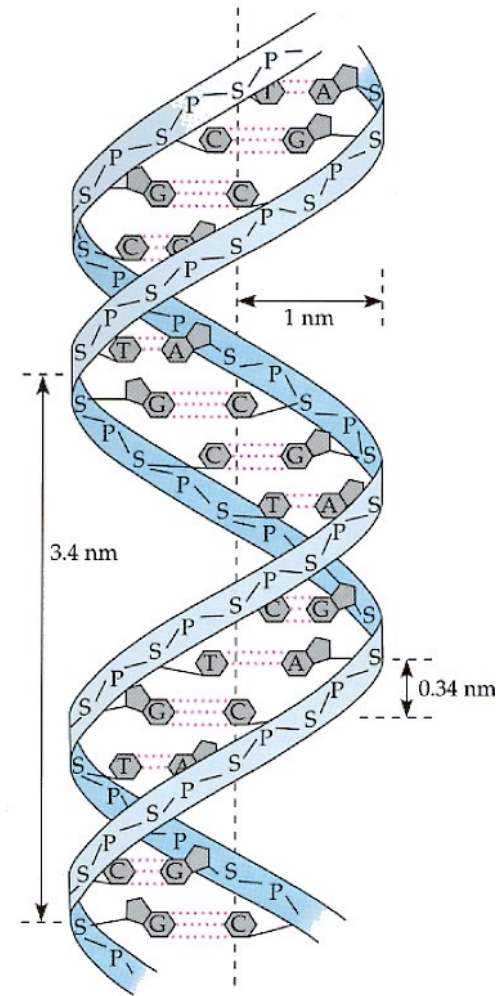
- La secuencia se nombra con la inicial de la base que contiene cada nucleótido:

ACGT

ESTRUTURA SECUNDARIA NO ADN

- Corresponde á **disposición no espazo de dúas febras** ou cadeas de polinucleótidos que forman unha **dobre hélice**, coas **bases nitroxenadas enfrontadas** e unidas mediante **enlaces de hidróxeno**.
- Esta estrutura deduciuse a partir dos seguintes **datos experimentais** que foron proporcionando diversos investigadores:
- **A densidade e viscosidade das dispersións acuosas do ADN eran superiores ás esperadas**, é dicir, ás que se calcularan a partir da súa composición química e a súa masa molecular. Isto fíxolles supoñer aos investigadores que as cadeas de ADN debían de unirse entre elas por medio de **pontes de hidróxeno** entre os grupos -NH_2 , -CO- e -NH- das súas bases nitroxenadas.

Estrutura
secundaria



ESTRUTURA SECUNDARIA NO ADN

Estrutura
secundaria

- Todos os ADN teñen tantas moléculas de adenina (A) como de timina (T), e tantas de citosina (C) como de guanina (G). Ao realizar análises químicas da frecuencia de aparición de nucleótidos, o químico **Edwin Chargaff** en 1950 observou que se cumprían as seguintes igualdades:

n.º moléculas de adenina

----- = 1

n.º moléculas de timina

n.º moléculas de citosina

----- = 1

n.º moléculas de guanina

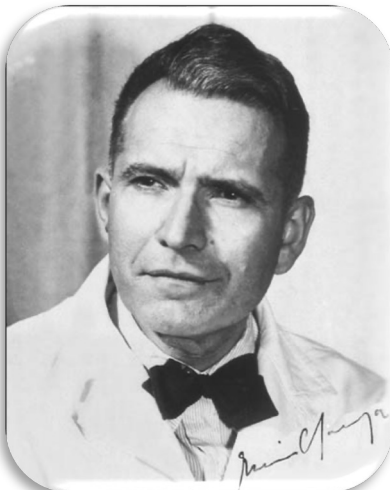
Nº b. púricas = nº b. pirimidínicas

A = T ; G = C

A/T = 1 ; G/C = 1

A + G = C + T

A + T / G + C = valor característico para cada organismo

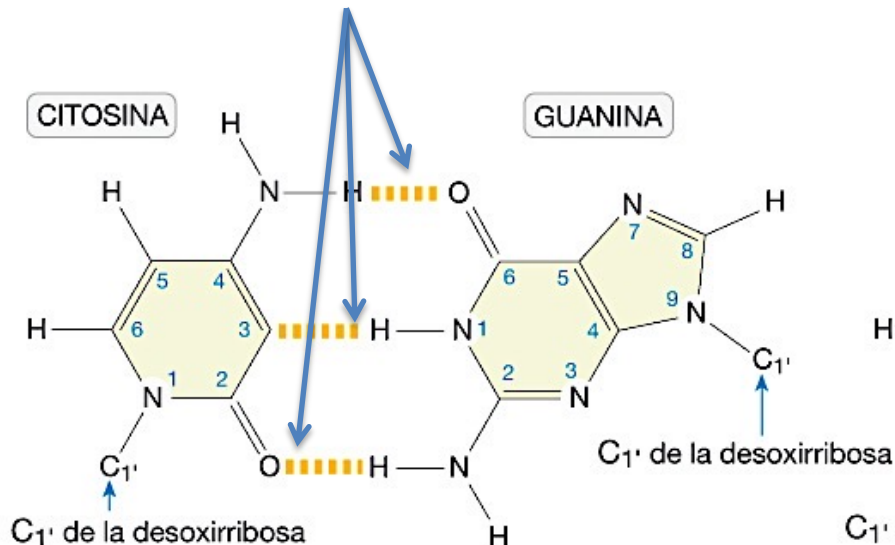


ESTRUTURA SECUNDARIA NO ADN

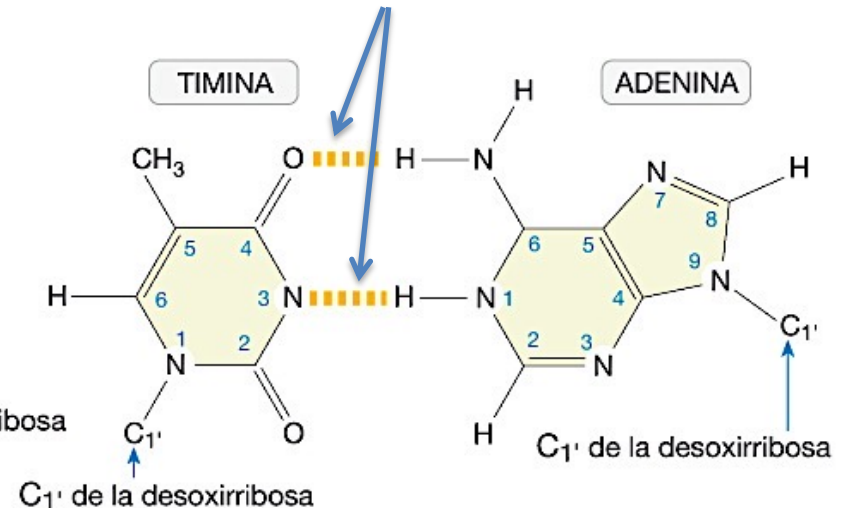
Estrutura secundaria

- Isto implicaba que as pontes de hidróxeno se establecían entre as **adeninas** (A) e as **timinas** (T) e, por outro lado, entre as **citossinas** (C) e as **guaninas** (G) e, polo tanto, existía unha **complementariedade** entre as bases.
- Debido ás características destas moléculas, entre as bases complementarias **adenina** (A) e **timina** (T) **establécense dúas pontes de hidróxeno**, e entre as bases complementarias **citossina** (C) e **guanina** (G), **tres pontes de hidróxeno**.

Tres pontes de hidróxeno



Dúas pontes de hidróxeno



..... Puente de hidrógeno

ESTRUTURA SECUNDARIA NO ADN

Estrutura secundaria

- O ácido desoxirribonucleico ten unha estrutura fibrilar de 20 Å de diámetro. Cada parella de nucleótidos está separada da seguinte por unha distancia de 3,4 Å e cada volta da dobre hélice está formada por dez pares de nucleótidos, o que supón unha lonxitude de 34 Å por volta de hélice.
- Estas conclusións elaboráronse grazas ás análises mediante difracción de raios X dos físicos Rosalind Franklin e Maurice Wilkins, nos anos 1950 e 1953.

A natureza helicoidal do DNA

1953 - Franklin & Wilkins

1865



Rosalind Franklin

Fotografía 51



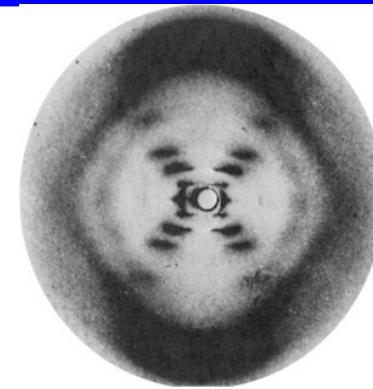
Fonte de raios X



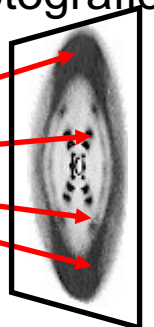
Maurice Wilkins



DNA cristalizado

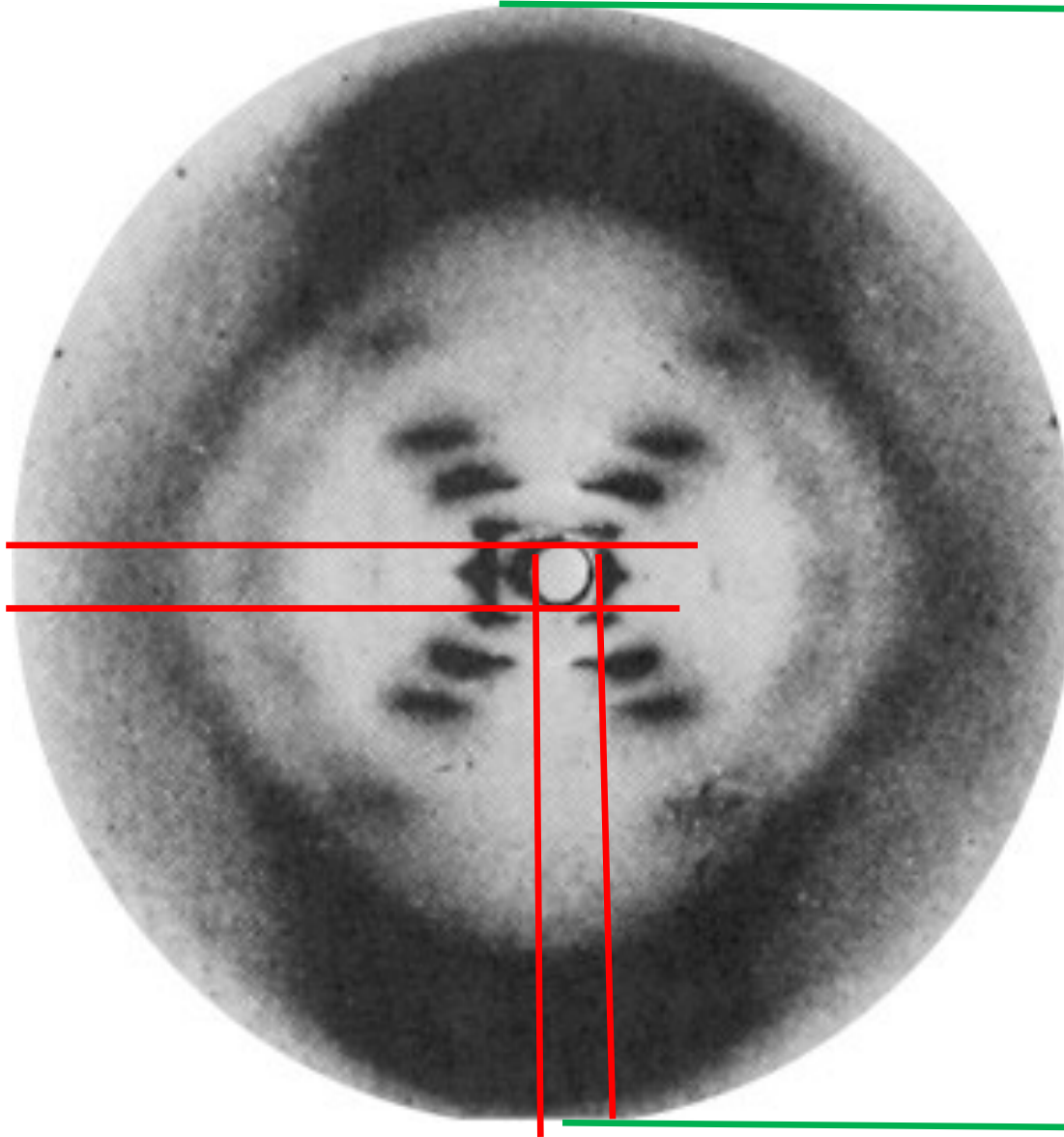


Film
fotográfico



DIFRACCIÓN DE RAIOS X DO ADN

Distancia entre un par de bases 0,34 nm (3,4 Å)



Lonxitude dunha volta de hélice 3,4 nm (34 Å)

Diámetro de ADN 2 nm (20 Å)

MODELO DA DOBRE HÉLICE DO ADN

Estrutura secundaria

- Os físicos **James Watson** e **Francis Crick**, en 1953, baseándose en todas estas achegas científicas sobre a estrutura do ADN, estableceron o **modelo da dobre hélice do ADN**.

1865

1953 - Watson & Crick

Descrición da estrutura tridimensional do DNA



Francis Crick & James Watson

Datos que deduciron a partir de:

Datos de R. Franklin

- hélice dobre
- ancho uniforme de 2 nm
- bases separadas por 0.34 nm

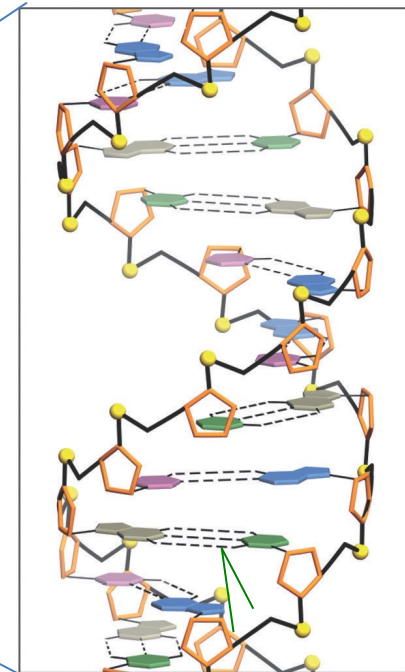
Chargaff

- A adenina aparéase coa timina
- A citocina aparéase coa guanina

Extremo 5'



Extremo 3'



MODELO DA DOBRE HÉLICE DO ADN

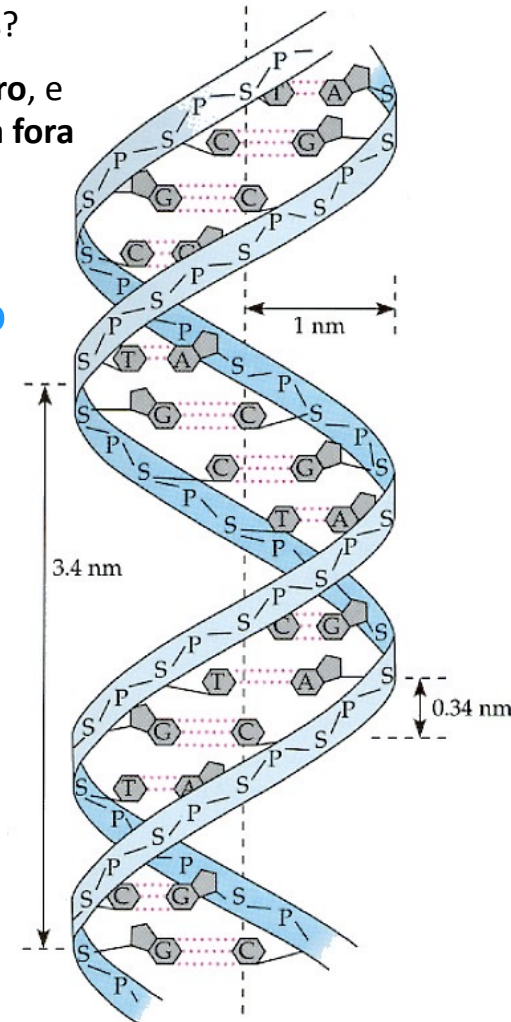
1865

1953 - Watson & Crick

Que deduciron eles mesmos?

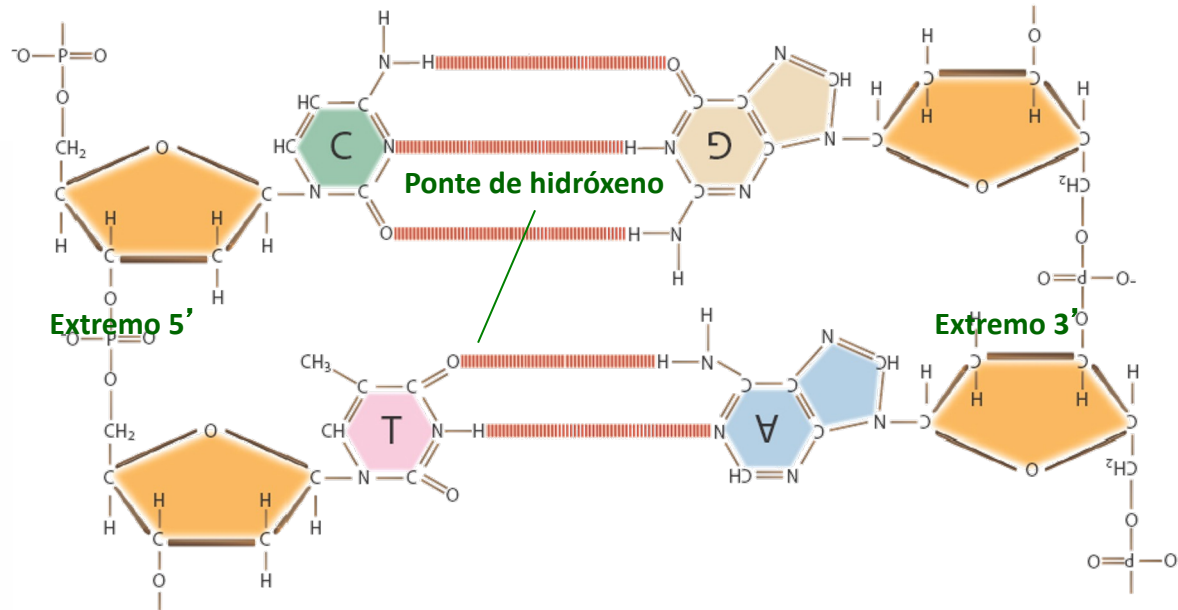
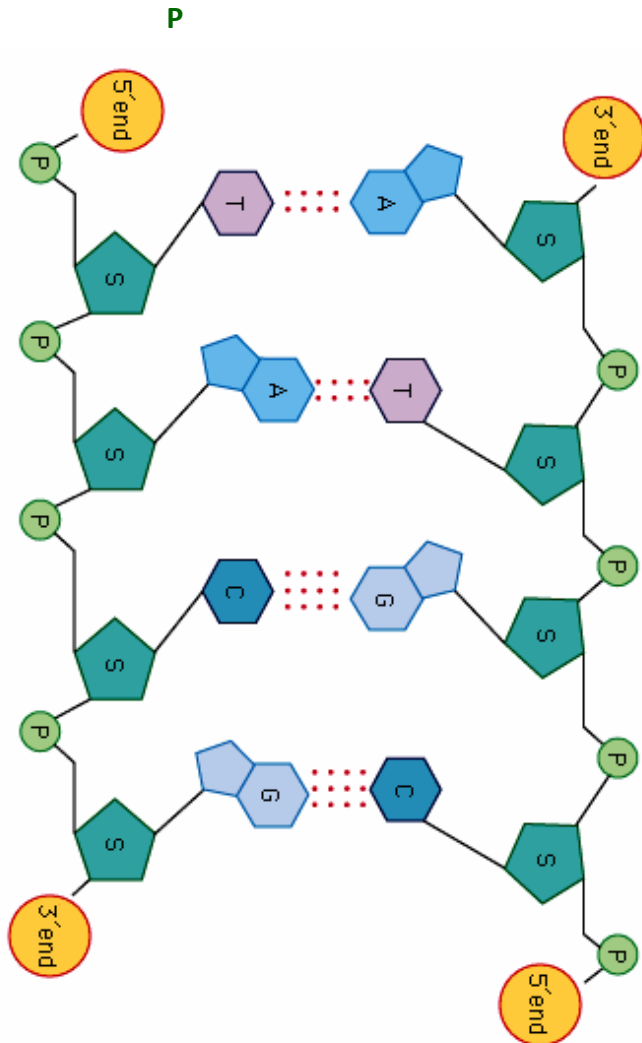
- As **bases** están **cara adentro**, e os **fosfatos** e os **azucres** **cara fora**
- Enlaces de **hidróxeno**
- **Febras antiparalelas**.

- O ADN é unha **dobre hélice** de **20 Å de diámetro** formada por **dúas cadeas de polinucleótidos** enroladas arredor dun eixe imaxinario.
- Os **grupos hidrófobos** ($-\text{CH}_3$ e $-\text{CH}=\text{}$) das bases dispóñense **cara ao interior** da molécula, establecéndose **interaccións hidrofóbicas** que proporcionan, xunto coas pontes de hidróxeno, **estabilidade** á macromolécula.
- As **pentosas** e os **grupos fosfato** quedan no **exterior** e a ionización destes últimos proporciona o **carácter ácido** desta macromolécula.



Estrutura
secundaria

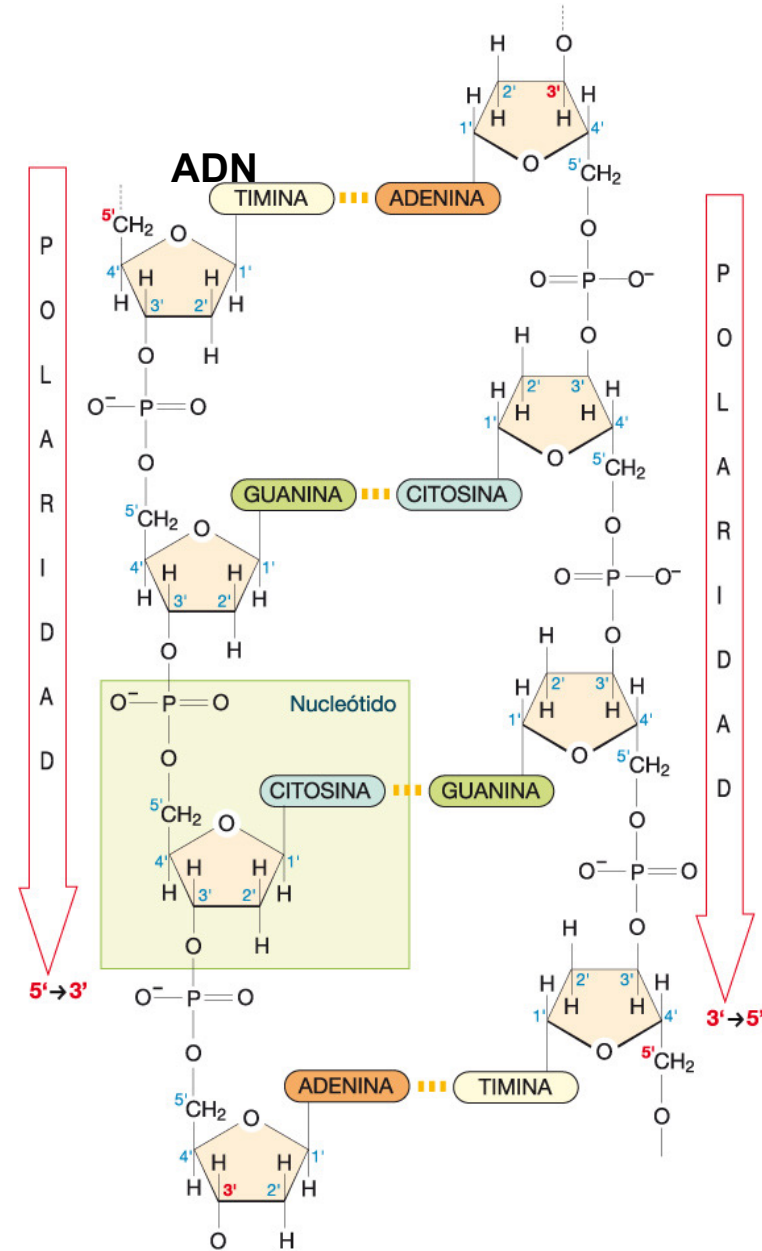
MODELO DA DOBRE HÉLICE DO ADN



MODELO DA DOBRE HÉLICE DO ADN

Características do ADN

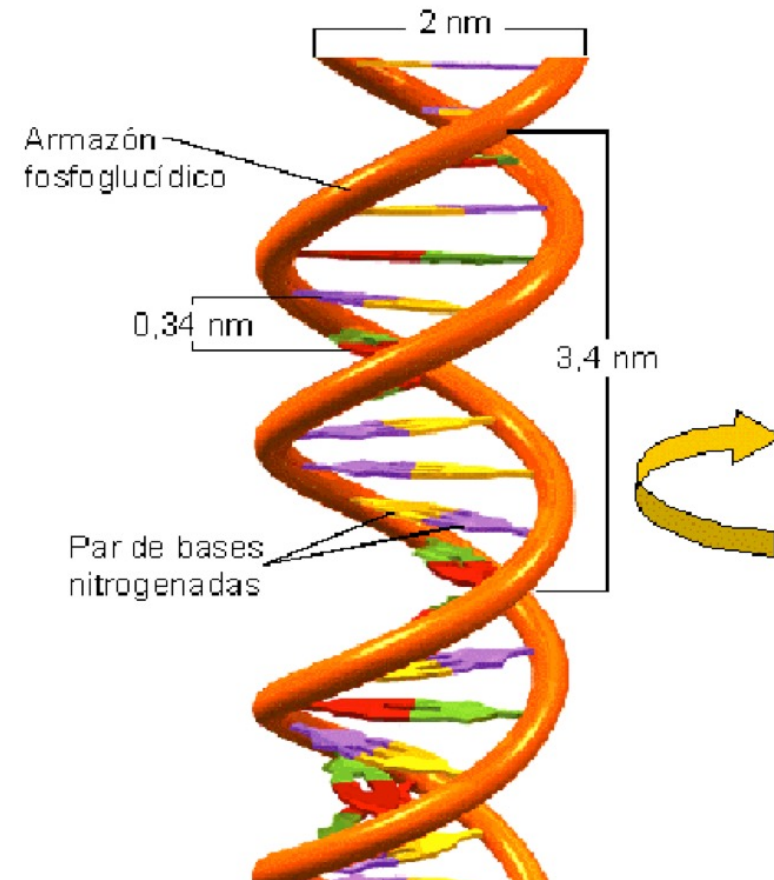
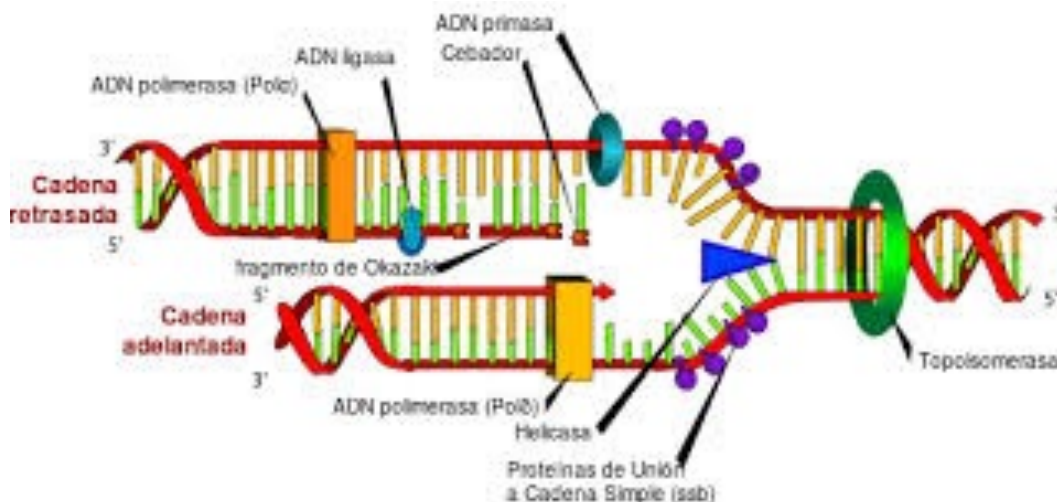
- As cadeas de ADN que forman a dobre hélice son:
 - **Antiparalelas**. Teñen os enlaces 5' → 3' orientados en sentidos contrarios.
 - **Complementarias**. As dúas cadeas non son iguais senón que, se nunha hai **timina**, na outra, ao mesmo nivel, hai **adenina**. Da mesma forma, se nunha hai **citosa** na outra, ao mesmo nivel, hai **guanina**. Polo tanto, a **secuencia de cada cadea é diferente**, aínda que as dúas son **complementarias entre si**.



MODELO DA DOBRE HÉLICE DO ADN

Características do ADN

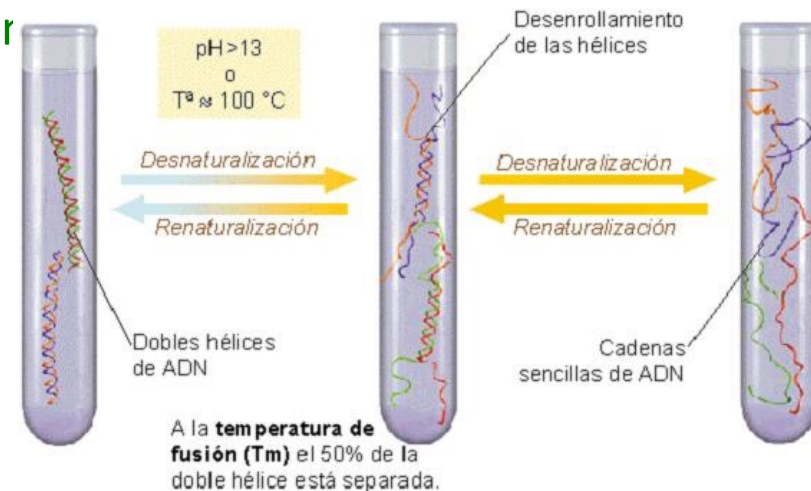
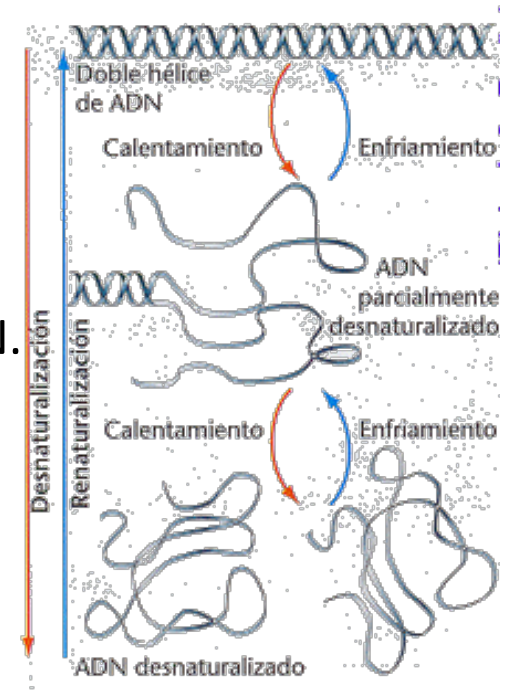
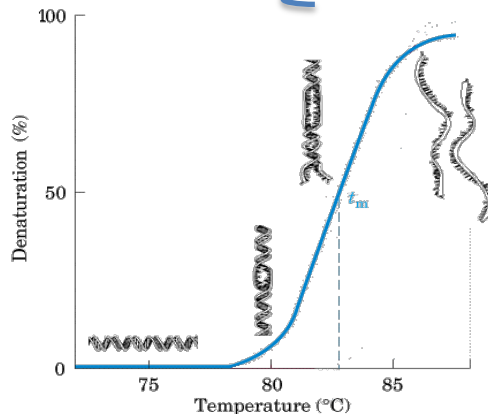
- O enrolamento da dobre hélice é **dextroxiro** (cara a **dereita**).
- É **plectonemica**, é dicir, que para que se **separen** as dúas cadeas **unha debe xirar con respecto á outra** (non poden separarse sen desenrolarse).



MODELO DA DOBRE HÉLICE DO ADN

Características do ADN

- A dobre hélice de ADN en estado natural é moi estable; pero se unha dispersión de fibras de ADN se **quenta** ata os **100°C**, as **dúas febras da dobre hélice sepáranse**, é dicir, prodúcese a **desnaturalización** do ADN.
- Se este ADN desnaturalizado **arrefría** por **debaixo de 65 °C**, as dúas febras volven unirse. Esta restauración da dobre hélice chámase **renaturalización**.
- Grazas a estes procesos, pódense **hibridar** cadeas de ADN de diferentes individuos **para** coñecer o grao de parentesco entre eles.

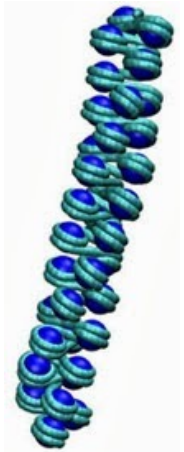


ESTRUTURA TERCIARIA DO ADN

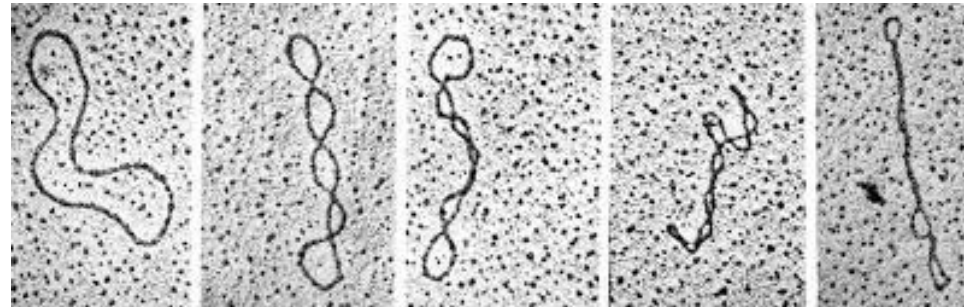
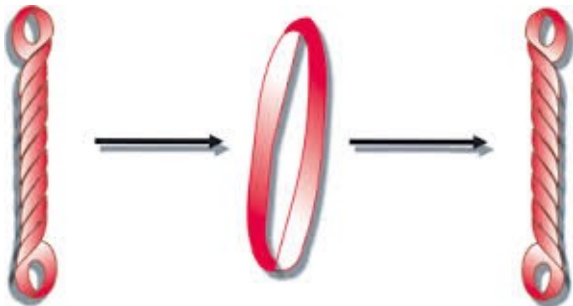
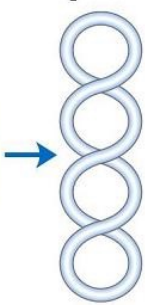
Estrutura terciaria

- As moléculas de **ADN circular**, como o **ADN bacteriano** ou o **ADN mitocondrial**, presentan unha **estrutura terciaria**, na que a **fibra de 20 Å** se encontra **retorcida sobre si mesma** formando unha **superhélice**. Esta disposición denomínase **estrutura terciaria do ADN** ou **ADN superenrolado**.
- Os superenrolamentos xéranse porque **unha das cadeas dá máis voltas á dereita ca a outra** e a **tensión aumenta**.
- Para a súa **duplicación**, o ADN **desespiralízase**, é dicir, desfázanse voltas á dereita, grazas ao cal a tensión diminúe e se produce a **relaxación da molécula**.

DNA double helix (coil)
Axis



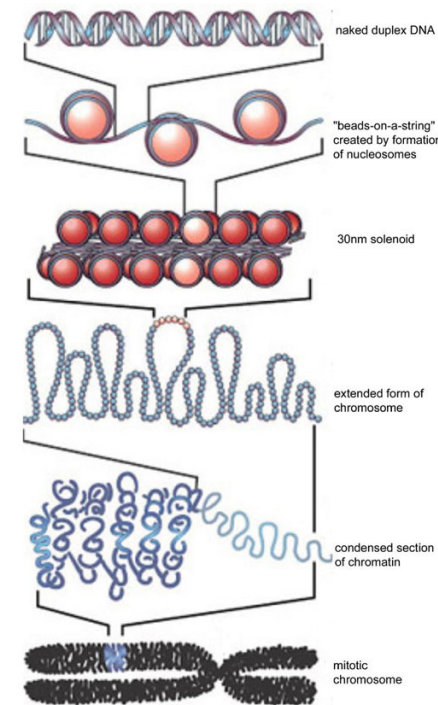
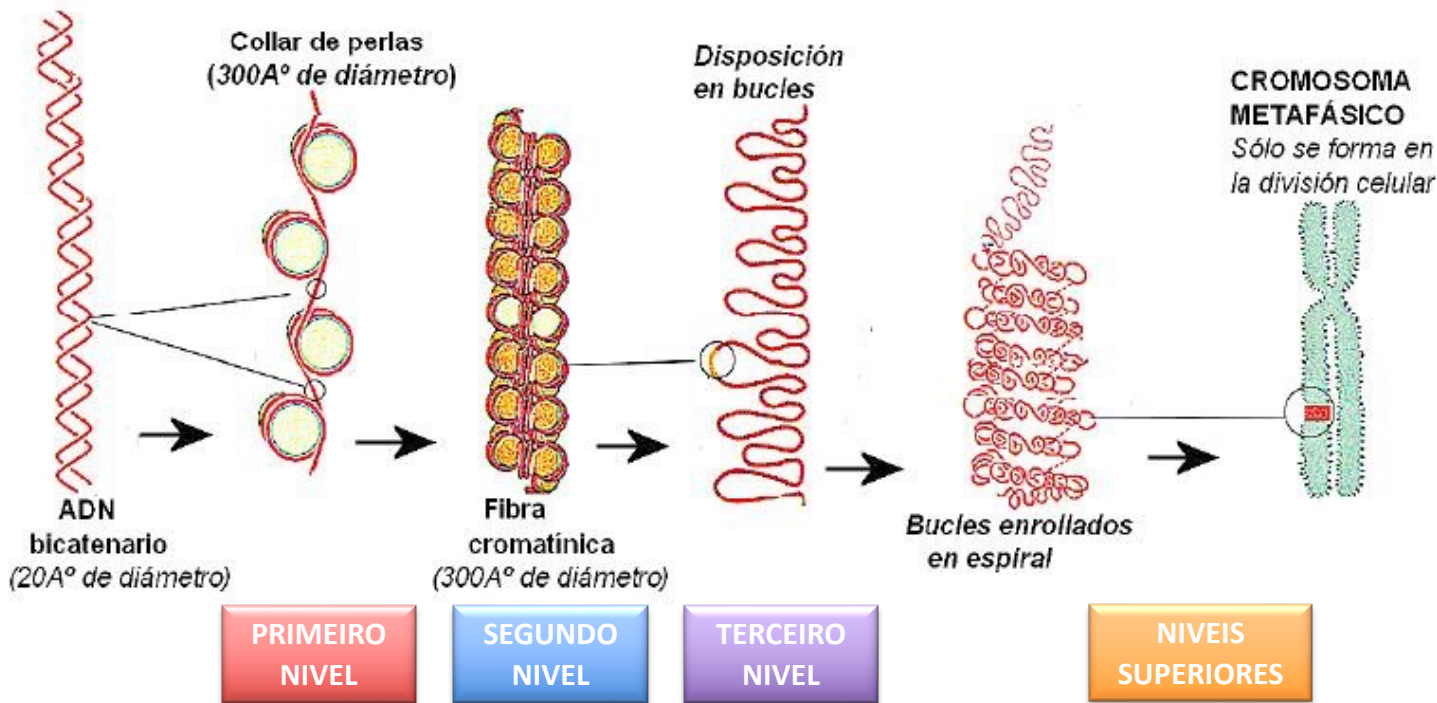
DNA supercoil



NIVEIS DE EMPAQUETAMENTO

Níveis de empaquetamento do ADN

- O ADN consegue unha **elevada condensación** grazas aos diferentes niveis estruturais que presenta, aínda que en todas as células eucariotas, o **ADN se empaqueta aínda máis, grazas á súa unión coas **histonas****. No caso dos **espermatozoides**, as cadeas de ADN únense a outro tipo de proteínas, chamadas **protaminas**.
- Grazas á asociación con estas proteínas, o ADN presenta **diferentes niveis de empaquetamento**:



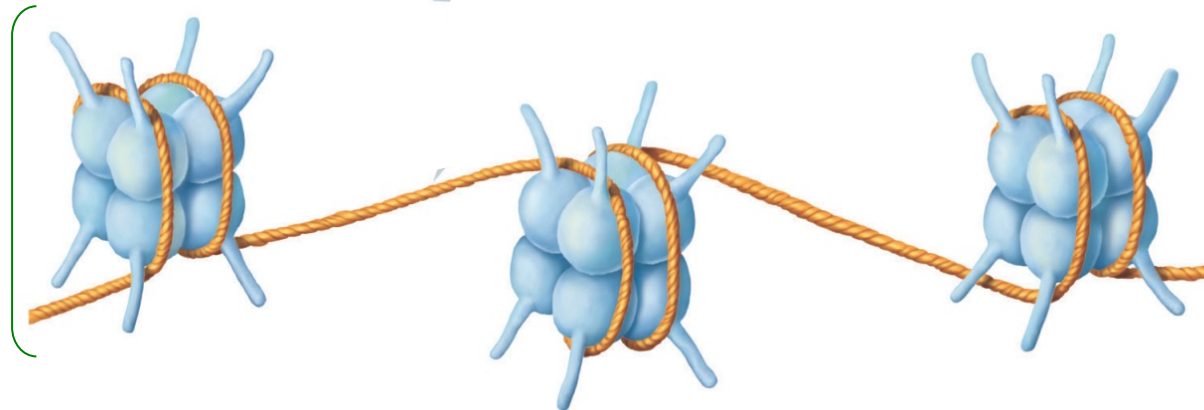
PRIMEIRO NIVEL DE EMPAQUETAMENTO

1º nivel de empaquetamento

- O **Primeiro nível de empaquetamento** ou **fibra de cromatina de 100Å**. Também chamado «**colar de perlas**», está constituída pola **fibra de ADN de 20 Å** (dobre hélice) **associada a histonas**, proteínas básicas de baixa masa molecular. Aproximadamente, hai a mesma cantidade en masa de histonas que de ADN.
- Este **colar de perlas** encóntrase no **núcleo** durante a **interfase** do ciclo celular de **todas as células** eucariotas, **menos** nos **espermatozoides**.
- Estruturalmente, esta fibra de cromatina está constituída por unha sucesión de **partículas de 100 Å** de diámetro denominadas **nucleosomas**.

Nucleosomas

100 Å (10 nm)

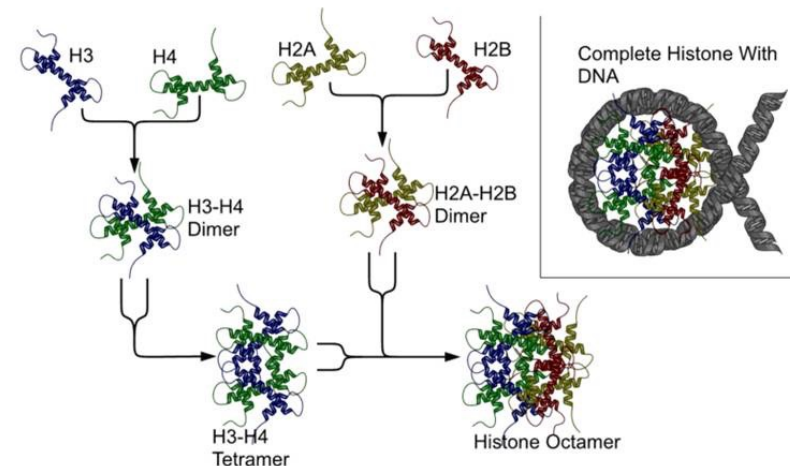
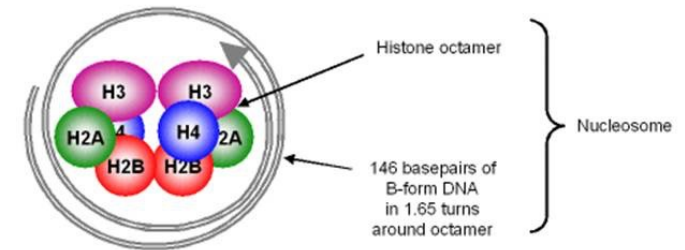
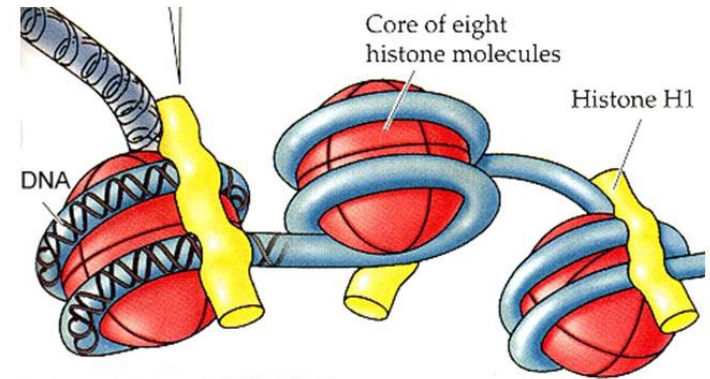
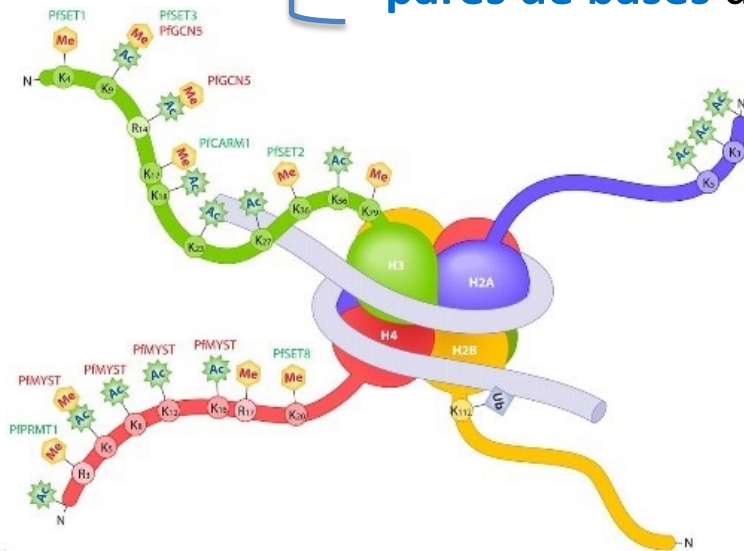


Primer nivel de empaquetamento
Fibra de cromatina 100 Å (10 nm)
«colar de perlas»

PRIMEIRO NIVEL DE EMPAQUETAMENTO

Estrutura nucleosomas

- Cada **nucleosoma** está formado por un **octámero de histonas** (oito moléculas de catro tipos diferentes de histonas):
 - dúas moléculas de **H2A**
 - dúas moléculas de **H2B**
 - dúas moléculas de **H3**
 - dúas de **H4**
- E por unha **fibra de ADN** de **200 pares de bases** de lonxitude.

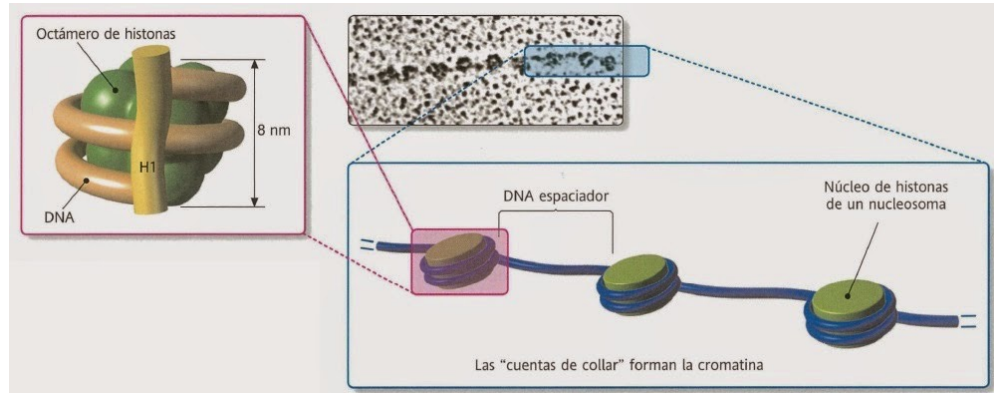
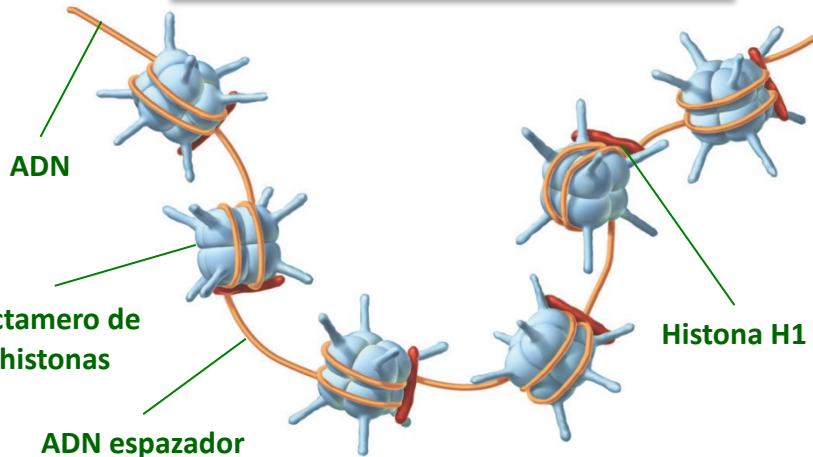


PRIMEIRO NIVEL DE EMPAQUETAMENTO

1º Nivel de empaquetamento

- A fibra de ADN esténdese desde o extremo que une o nucleosoma anterior, pasando pola parte que se enrola sobre o octámero ata o extremo que une o nucleosoma posterior. O ADN que hai entre un octámero e o seguinte denomínase **ADN espazador**.
- Esta fibra de cromatina de **100 Å** encóntrase en forma **laxa**. Pero se o nucleosoma se **asocia a unha molécula de histona H1**, a fibra acúrtase e pasa a estar **condensada**. A fibra de cromatina de 100 Å tamén recibe o nome de **filamento nucleosómico** ou **nucleofilamento**.

Fibra de cromatina compacta



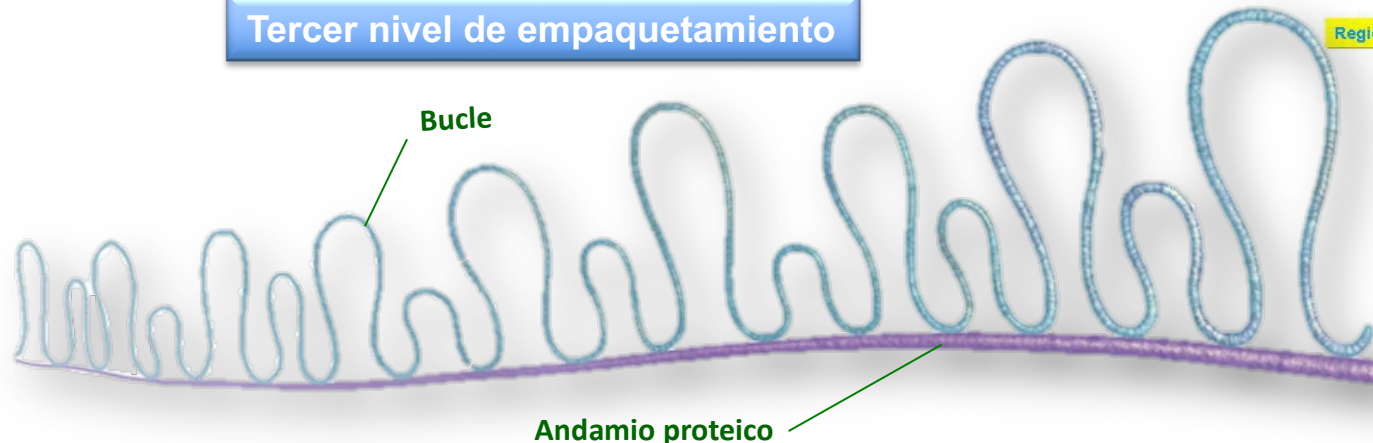
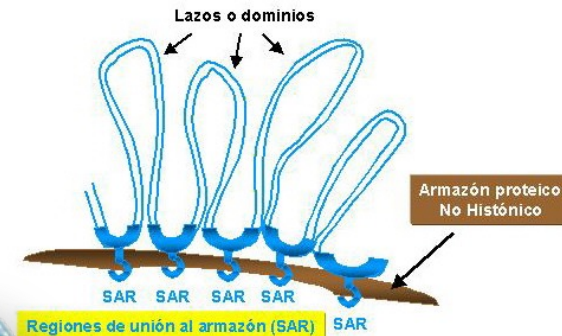
TERCEIRO NIVEL DE EMPAQUETAMENTO

3º Nivel de empaquetamento

- Terceiro nivel de empaquetamento ou «**domínios en forma de bucle**». A fibra de 300 Å forma unha serie de bucles, denominados **domínios estruturais en forma de bucle**, de entre 20000 e 70000 pares de bases de lonxitude.
- Estes bucles quedan estabilizados por un **ándamo proteico** ou **armazón nuclear**. Moitas veces encóntranse enrolados sobre si mesmos formando prominencias duns **600 Å** de grosor.



Tercer nivel de empaquetamiento

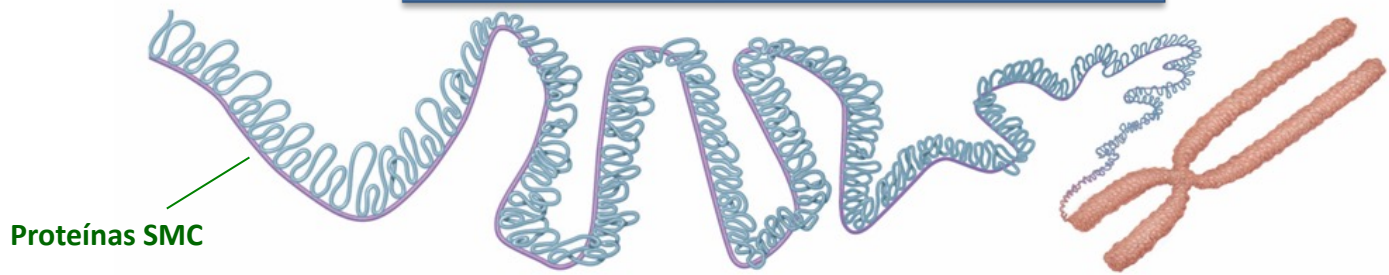


NIVEIS SUPERIORES DE EMPAQUETAMENTO

Níveis superiores de empacotamento

- Níveis superiores de empacotamento.
 - A **fibra de 300 Å** unicamente consegue reducir a lonxitude da fibra de ADN de 20 Å entre unhas **35 ou 40 veces**.
 - Na **fase de división** é de entre **100 e 1000 veces**
 - Nos **cromosomas** é case de **10000**.
 - Por exemplo, un **cromosoma humano**, que mide só **5,5 µm de lonxitude**, contén **4 cm de fibra de ADN**, o que significa unha **redución da lonxitude dunhas 7000 veces**.
- Os niveis superiores de pregamento non se coñecen aínda con exactitude, pero no cromosoma observouse un eixe de **proteínas SMC**, que conteñen **histonas** e **topoisomerasas** e que manteñen a estrutura dos cromosomas condensados. O cromosoma en metafase presenta o **grao máximo de empacotamento** da fibra de cromatina.

Niveles superiores de empacotamento



TIPOS DE ADN

Segundo o número
de cadeas

- As moléculas de ADN pódense clasificar atendendo a diversos criterios.
- **ADN monocatenario.** É moi pouco frecuente. Encontrause en forma **lineal** nos **parvovirus**, e en forma **circular** no **virus ϕ -X-174**.
- **ADN bicatenario.** É o que presentan a **maioría dos organismos**. O ADN bicatenario pode presentar superenrolamentos ou estar concatenado.

MONOCATENARIO

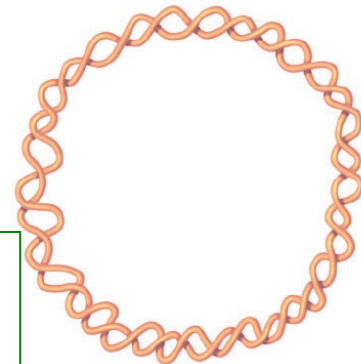
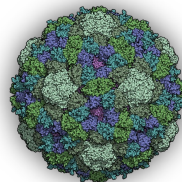
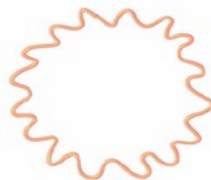
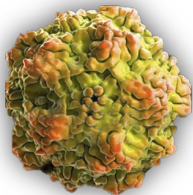
Lineal
Parvovirus

Circular
 ϕ -X174

BICATENARIO

Lineal
Cromosomas humanos

Circular
Cromosoma
bacteriano



TIPOS DE ADN

Segundo a súa
forma

- **Lineal**. O ADN do núcleo das células eucariotas é lineal e tamén o dalgúns virus como o bacteriófago T4 e o virus do herpes.
- **Circular**. O ADN é circular nas bacterias, nas mitocondrias, nos cloroplastos e nalgúns virus como o SV40 e o virus do polioma.

LINEAL

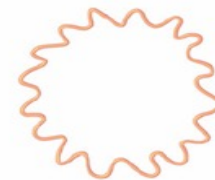
CIRCULAR



Lineal
Cromosomas humanos



Lineal
Parvovirus



Circular
 Φ -X174

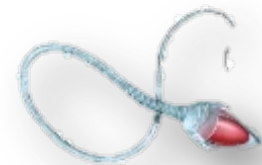
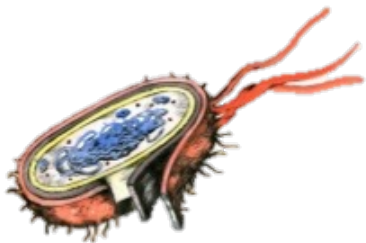
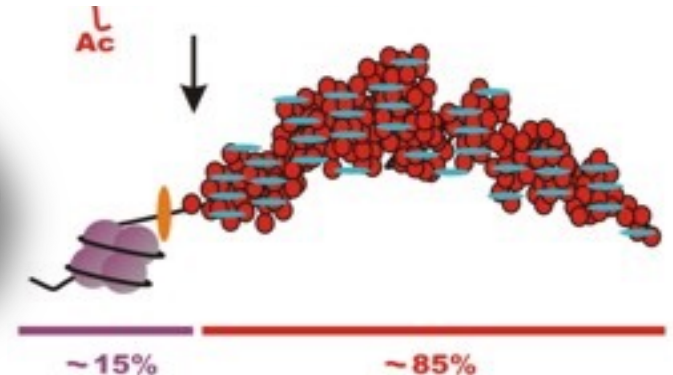
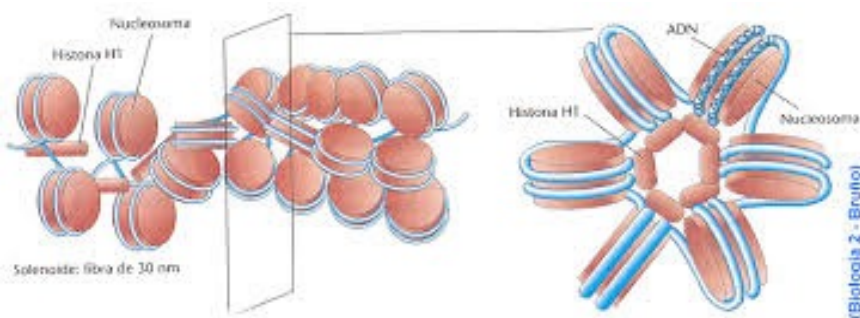


Circular
Cromosoma
bacteriano

TIPOS DE ADN

Segundo o tipo de moléculas que serven de soporte no empacamento do ADN

- Segundo o **tipo de moléculas que serven de soporte no empacamento do ADN** para reducir a súa lonxitude, pódense distinguir:
- **ADN asociado a histonas**. Encóntrase no **núcleo das células eucariotas**, excepto nos espermatozoides.
- **ADN asociado a protaminas**. Está presente no núcleo dos **espermatozoides**.
- **ADN procariota**. Encóntrase **asociado a proteínas parecidas ás histonas**, a **ARN** e a **proteínas non histónicas**.
- Nos **virus** tamén se observaron asociacións con **proteínas básicas propias** ou con **histonas da célula parasitada**.



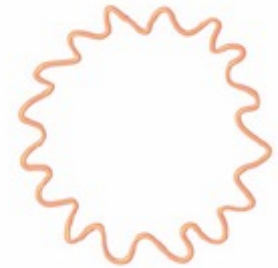
TIPOS DE ADN

MONOCATENARIO



Lineal
Parvovirus

Circular
OX174

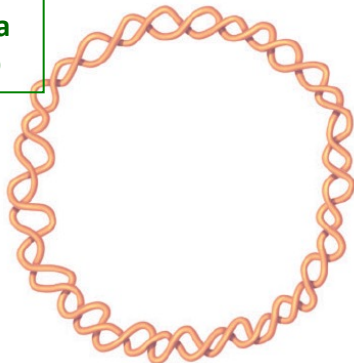


BICATENARIO

Lineal
Cromosomas humanos



Circular
Cromosoma
bacteriano



Superenrollado

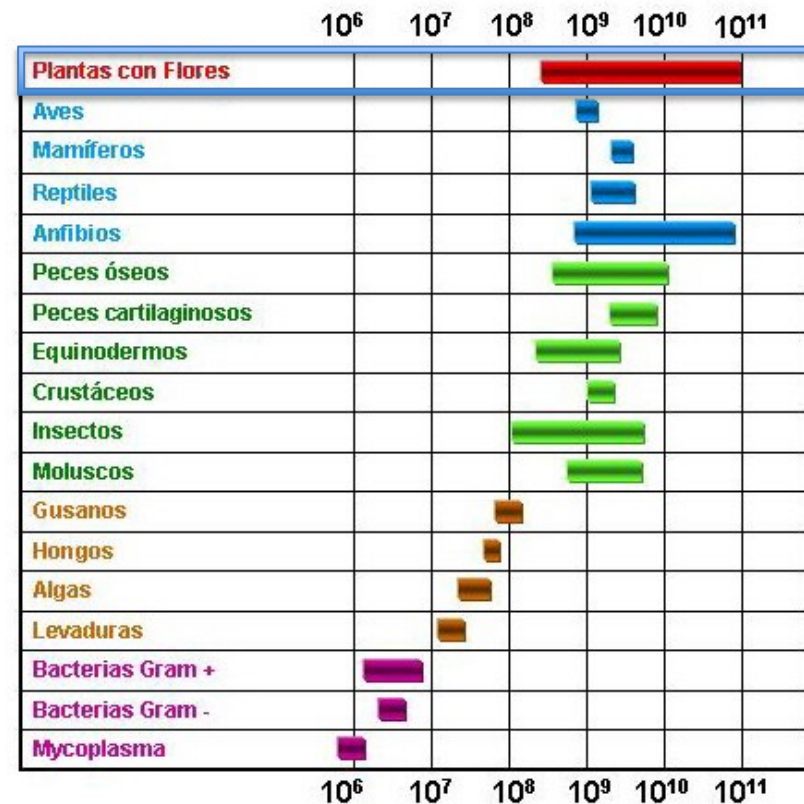


Concatenado

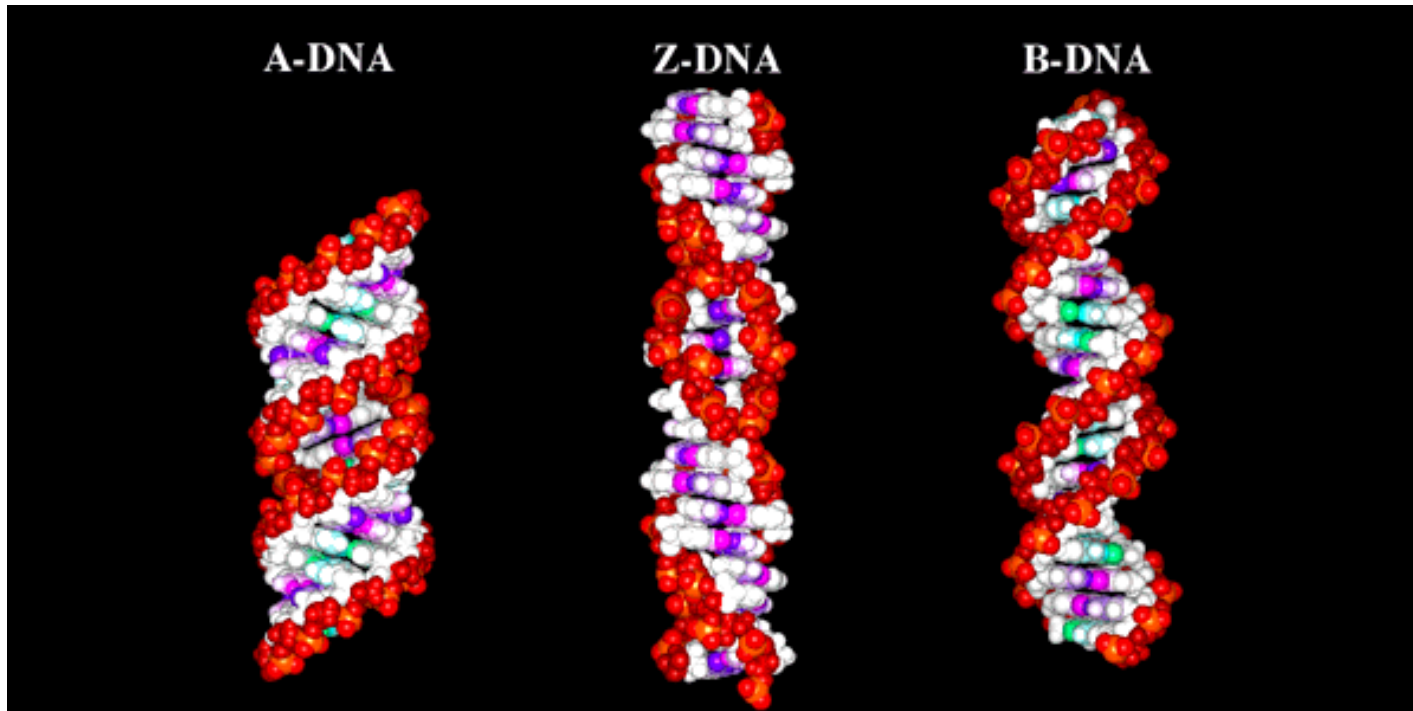


TIPOS DE ADN

- A **lonxitude do ADN** é, en xeral, **maior canto maior é a complexidade do organismo**. Por exemplo, no **virus do polio** a lonxitude do ADN é de **1,7 μm** ; na **bacteria Escherichia coli**, é de **1,36 mm**; nas **células de Drosophila**, de **11,2 cm**; nas do **ourizo de mar**, de **0,57 m**; nas do **galo**, de **0,93 m**; nas do **can**, de **1,89 m**, e nas do **ser humano**, de **2,36 m**.
- **Nalgúns tipos de organismos a lonxitude do ADN non garda relación coa súa complexidade**. Certas especies presentan **ADN supernumerario**, é dicir, teñen moito máis ADN do que se necesita para codificar a súa estrutura e fisioloxía. Aínda **non se sabe con exactitude cal é a función deste ADN supernumerario**. Exemplo: **moitas plantas con flor**.



TIPOS DE ADN



Inclinación de bases distinta.

En **humidade baixa** so en laboratorio. (**nunca en Condicións fisiolóxicas**)

Hélice **dextroxira**

Esta forma cando se deseca a forma A.

Disposición zig-zag

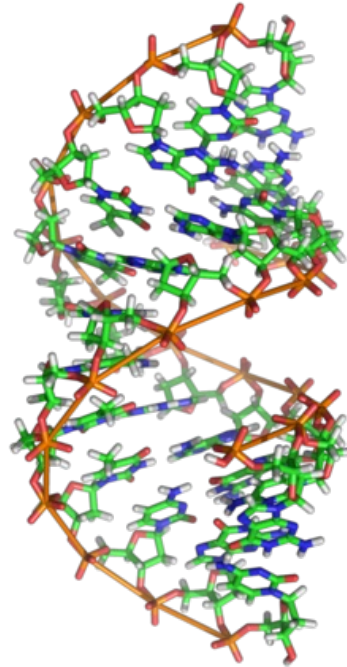
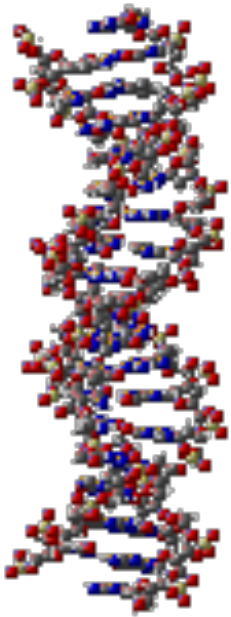
Levoxira

Máis longa e **máis estreita** que a forma B
12 pares de bases por Volta. Atópase en rexións onde hai **moita citosinas e guaninas**

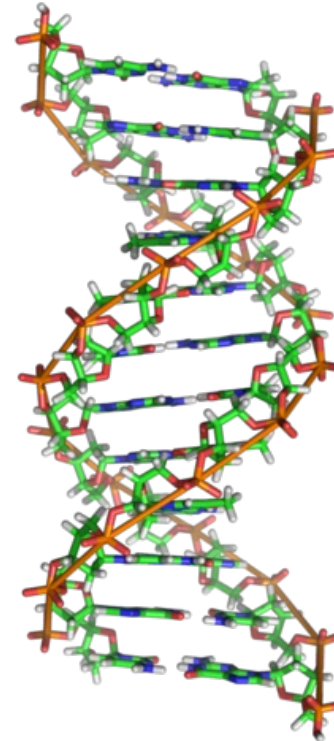
Descrita por **Watson e Crick**

Forma na que o ADN Interacciona no núcleo
Hélice **dextroxira**.

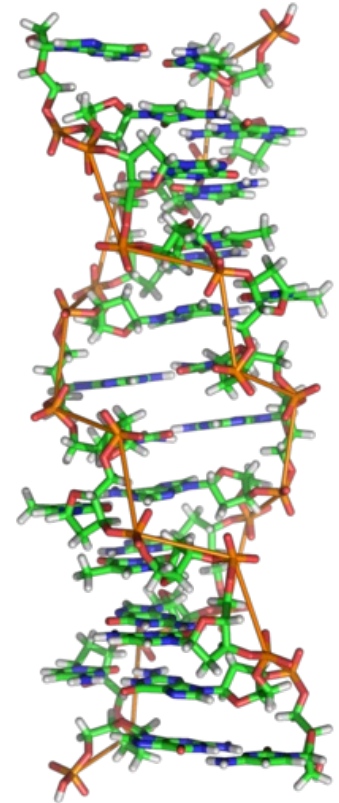
TIPOS DE ADN



ADN A



ADN B



ADN Z

Tipo de ADN

Xiro de hélice

nm por Volta

Plano entre bases

distancia en Å entre fosfatos adxacentes

nº de nucleótidos por volta

A

dextróxiro

2.8

inclinado

5.9

11

B

dextróxiro

3.4

perpendicular

7.0

10

Z

levóxiro

4.5

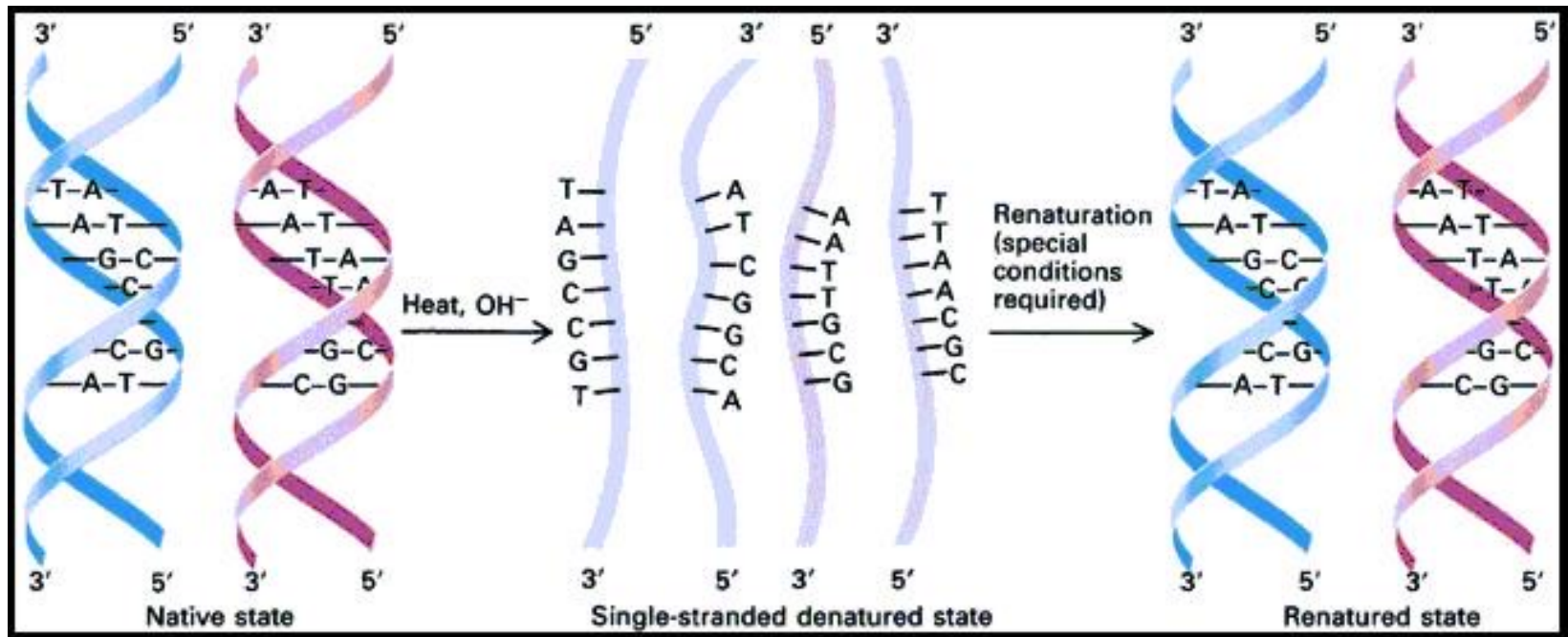
zig-zag

5.7- 7.3

12

DESNATURALIZACIÓN E RENATURALIZACIÓN DO ADN

- A dobre hélice de ADN en **estado natural** é moi estable; pero, si se quenta, cando a temperatura chega aproximadamente a **100° C**, as dúas febras da **dobre hélice se separan**, prodúcese a **desnaturalización** do ADN.
- Se posteriormente se mantén o ADN desnaturizado a **65° C**, as dúas **febras volven a unirse**.
- Esta restauración da dobre hélice é o que se chama **renaturalización** e é o que permite a **hibridación** se se parte de febras de distintos ADN

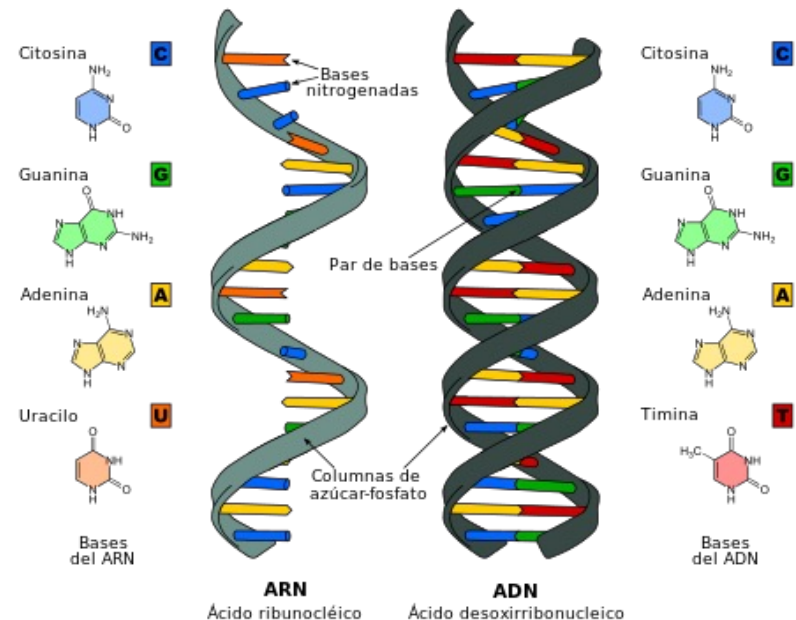


Ácido ribonucleico

O ÁCIDO RIBONUCLEICO OU ARN

ARN

- A finais do século XIX o biólogo **Friedrich Miescher** e o químico e fisiólogo **Félix Hoppe-Seyler**, ao investigar o **material nuclear** dos **leucocitos** descubriron unha substancia descoñecida ata ese momento, o **ácido ribonucleico**.
- O **ácido ribonucleico** ou **ARN** (**RNA**, en inglés) está constituído por nucleótidos de **ribosa** e catro das bases nitroxenadas: **adenina**, **guanina**, **citosina** e **uracilo**. Non hai timina, coma no ADN.
- Estes ribonucleótidos únense entre si mediante **enlaces fosfodiéster** (dous enlaces estér seguidos) en sentido **5' → 3'**, igual ca no ADN.

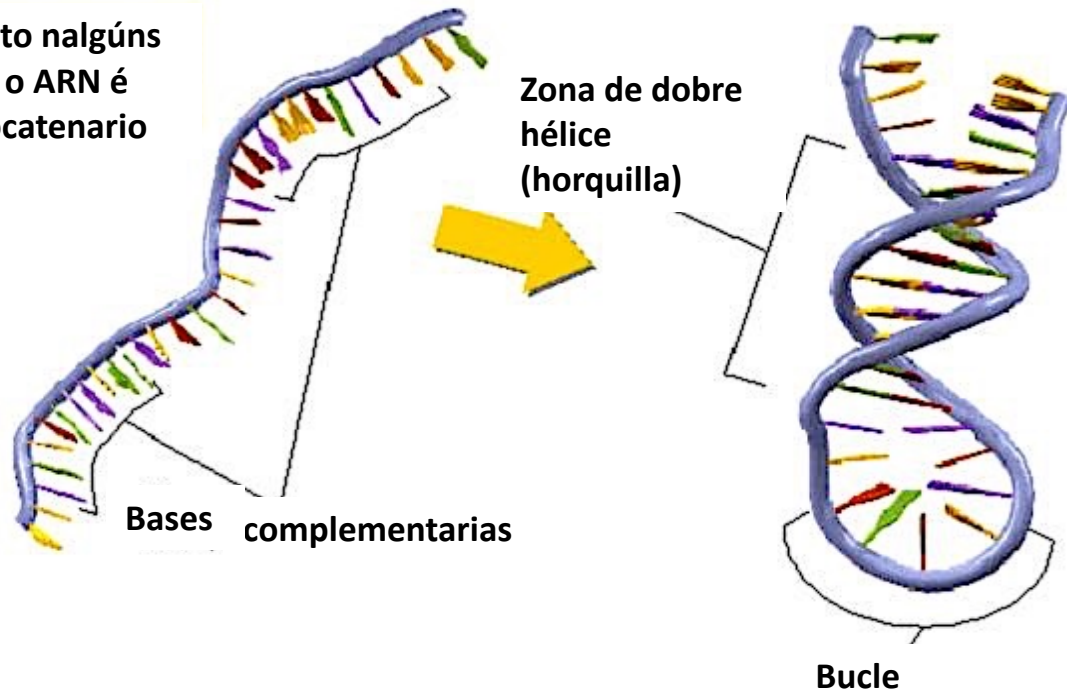


O ÁCIDO RIBONUCLEICO OU ARN

ARN

- O ARN é case sempre **monocatenario**, excepto nalgúns casos como nos **reovirus** en que é **bicatenario**.
- Encóntrase en moitos tipos de **virus** e nas **células procariotas e eucariotas**. Nestas últimas hai de **cinco a dez veces máis ARN ca ADN**.
- Existen **varios ARN diferentes**, coa mesma composición química, pero que presentan **distinta estrutura e función**.

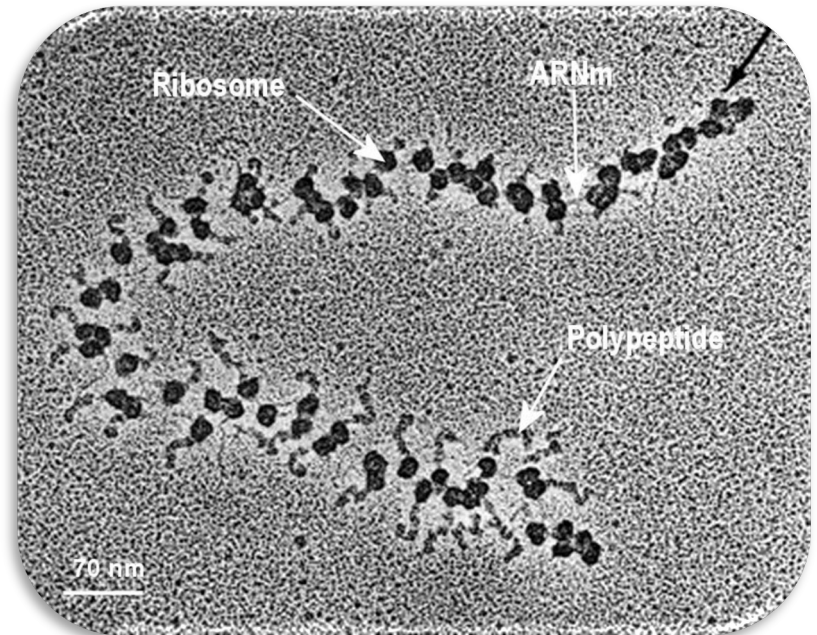
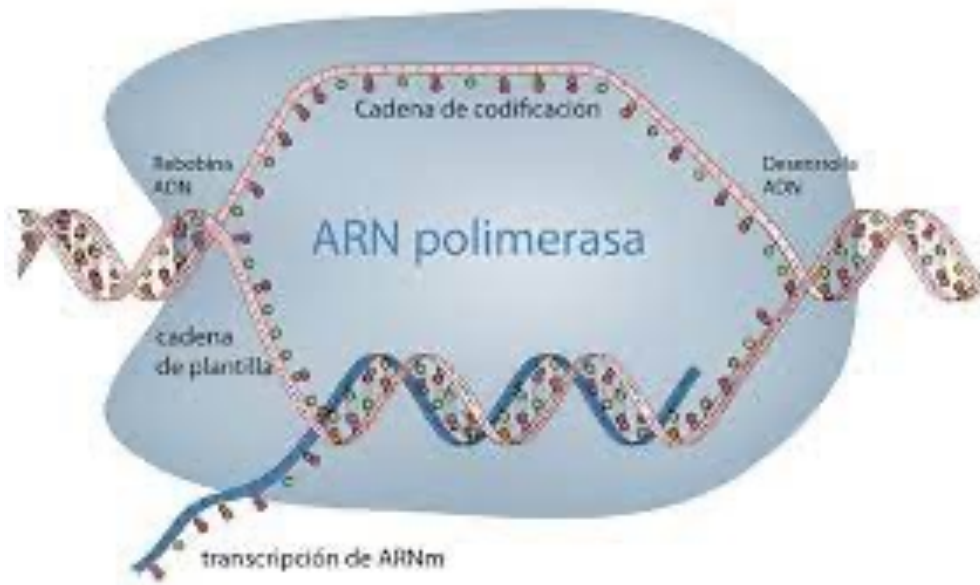
Excepto nalgúns virus, o ARN é monocatenario



ARN MENSAXEIRO

ARNm

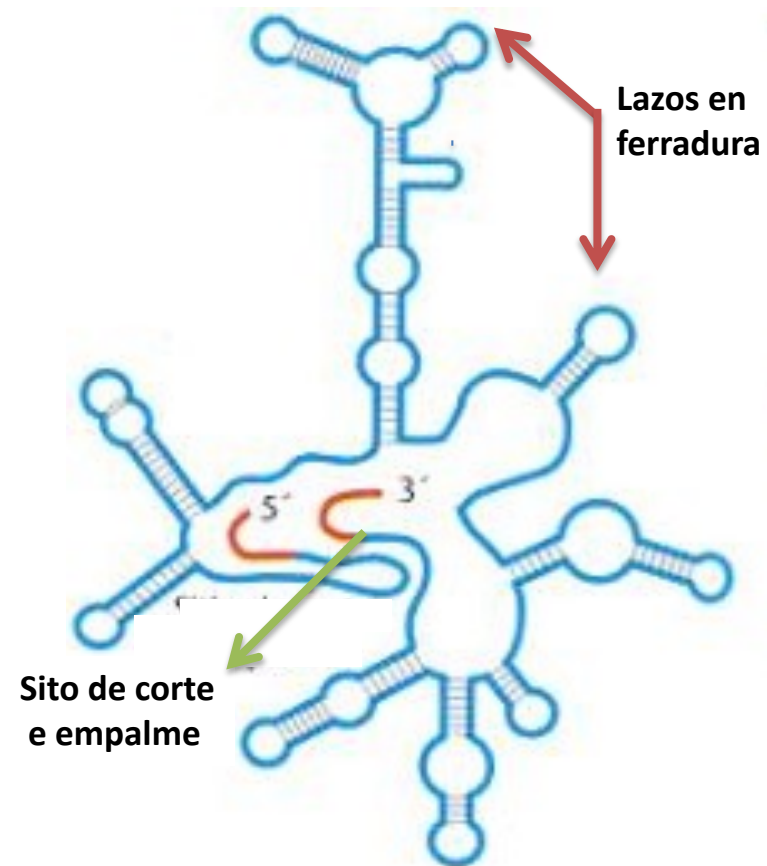
- O **ARN mensaxeiro (ARNm)** é **monocatenario**, xeralmente **lineal**, e cunha masa molecular entre 200.000 e 1.000.000 u. (2 a 5% do total de ARN).
- É un **intermediario** que **copia a información contida no ADN (no núcleo)** e **lévaa deica os ribosomas (no citoplasma)**, para que se sinteticen as **proteínas a partir dos aminoácidos que achegan os ARNt**.
- Ten unha **vida moi curta** (minutos) e é destruído polas ribonucleases.



ARN MENSAXEIRO EN EUCARIOTAS

ARNm Eucariótico

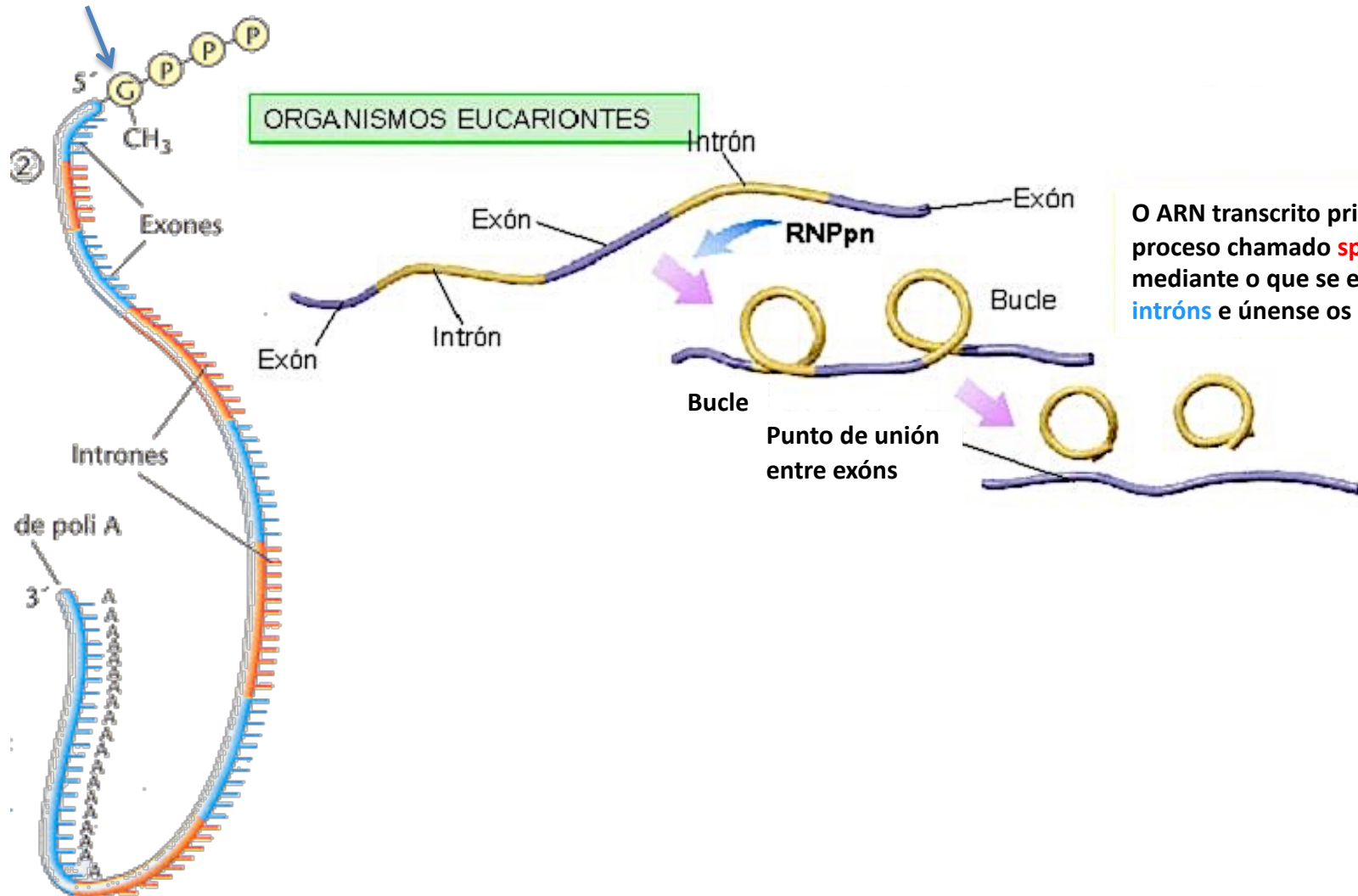
- O ARNm ten unha **estrutura diferente segundo o tipo de célula**:
- Presenta **algunhas zonas con dobre hélice**, debido á complementariedade das bases entre diferentes segmentos, e **zonas monocatenarias** que dan lugar aos denominados **lazos en ferradura**.
- Encóntrase **asociado a proteínas** formando partículas ribonucleoproteicas, é o **pre-ARN mensaxeiro**.
- É **monocistrónico** xa que leva información para que se sintetice unha proteína.



ARN MENSAXEIRO

Carapucha

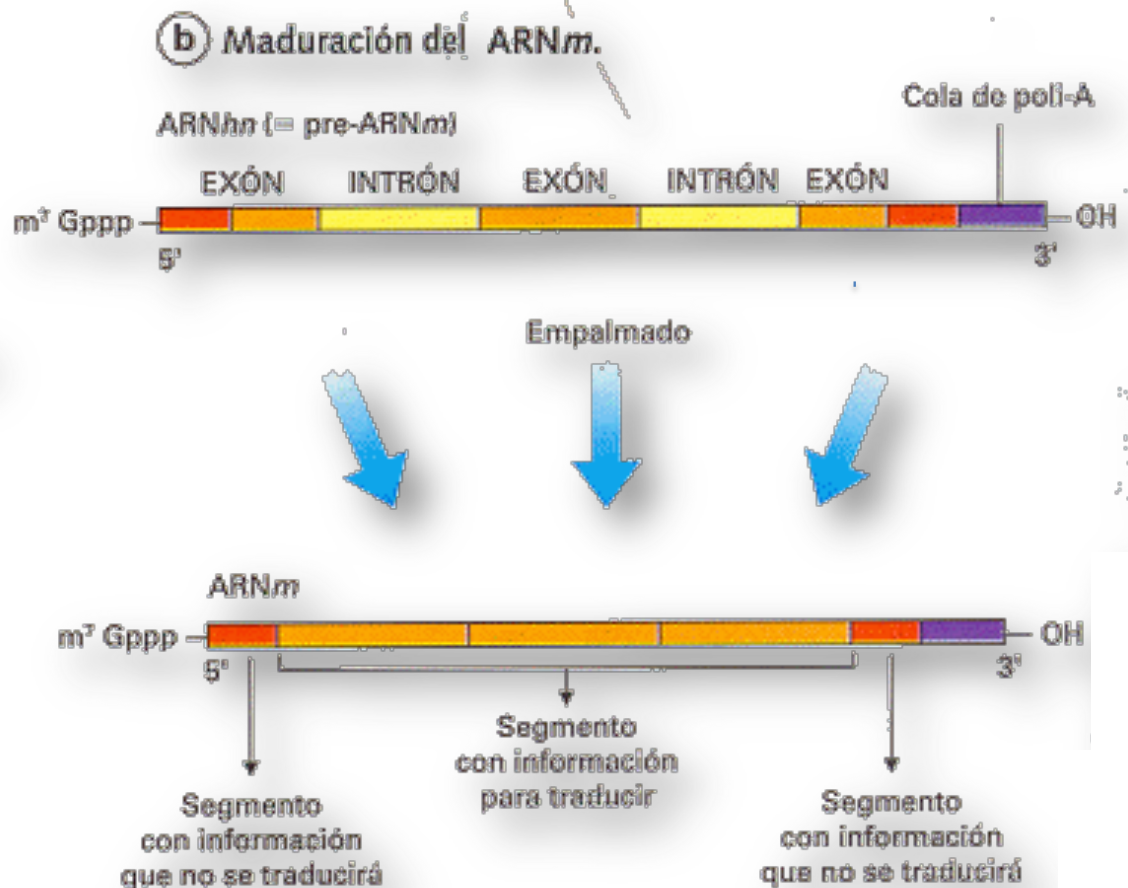
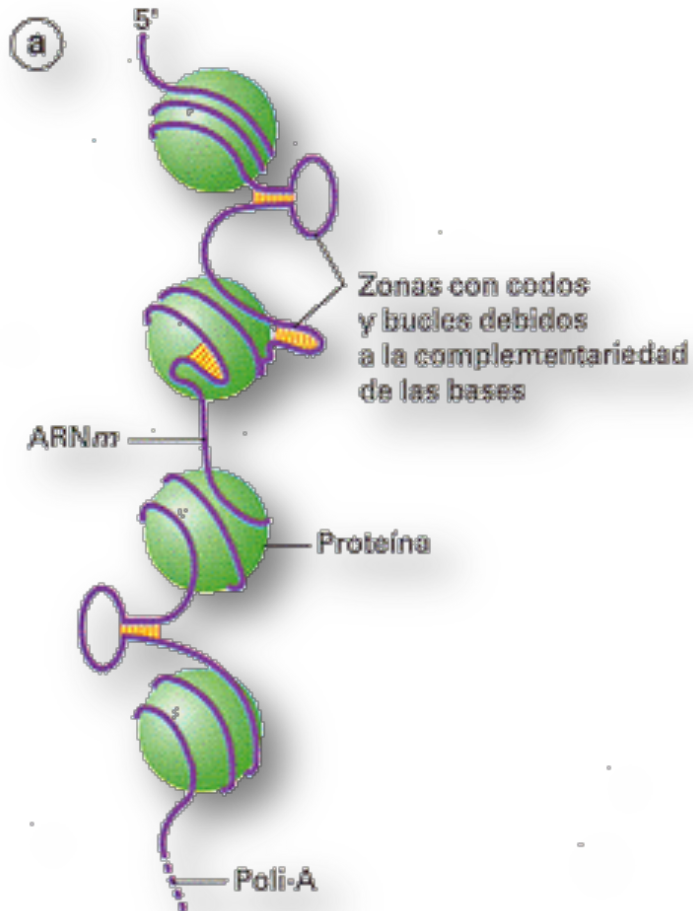
(Guanosina trifosfato metilada)



O ARN transcrito primario sofre um processo chamado **splicing** mediante o que se eliminam os **intróns** e únense os **exóns**

A **Carapucha** serve para bloquear a acción das enzimas exonucleasas e constitúe o sinal de inicio da síntese das proteínas.

ARN MENSAXEIRO

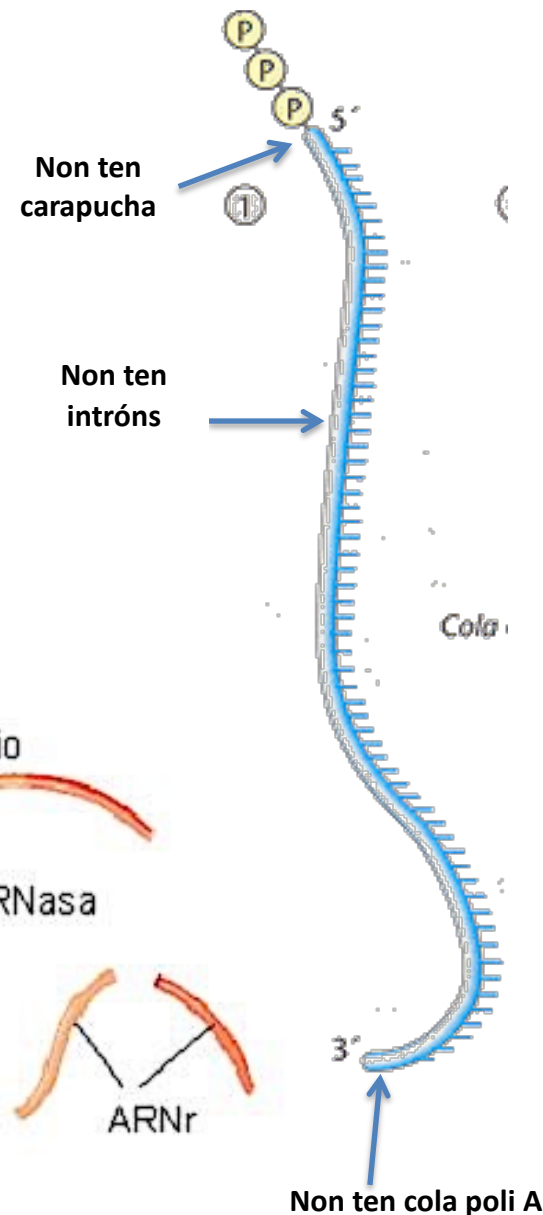


Cola poli A: atópase ao final do ARNm situada despois do segmento AUG. Ten uns 150 ou 200 nucleotidos e serve para estabilizar as enzimas exonucleasas

ARN MENSAXEIRO EN PROCARIOTAS

ARNm Procariótico

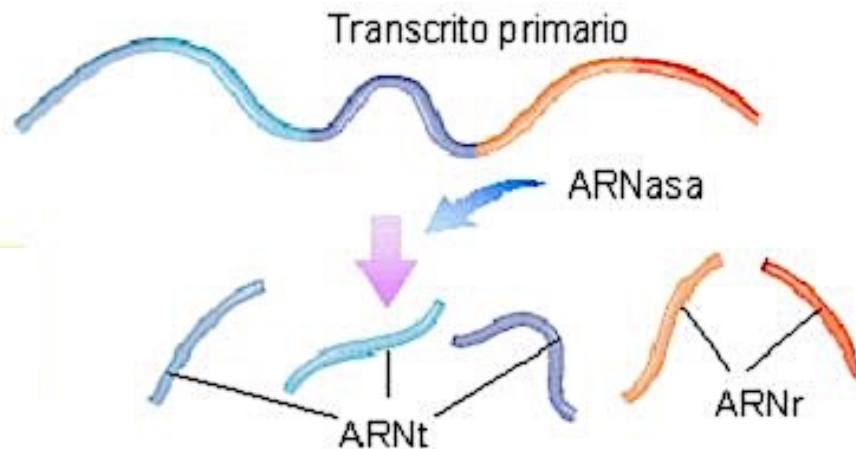
- Non adopta a estrutura do ARN eucariótico e **non presenta intróns**.
- **Non ten carapucha nin cola de poli-A** e empeza cun nucleótido trifosfato non invertido, por exemplo: pppG- ...
- Ademais, pode ser **policistrónico**, é dicir, **pode conter información para dúas ou máis cadeas polipeptídicas**.



ORGANISMOS PROCARIONTES

Os ARNm non sofren
proceso de maduración

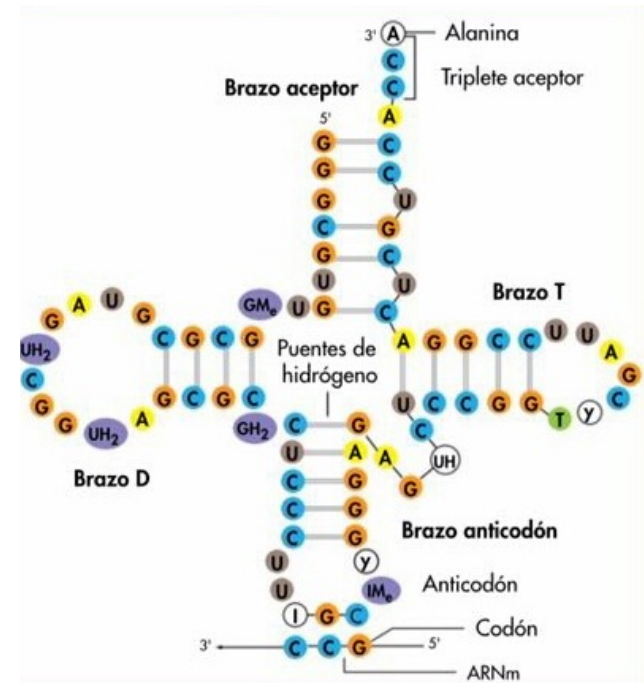
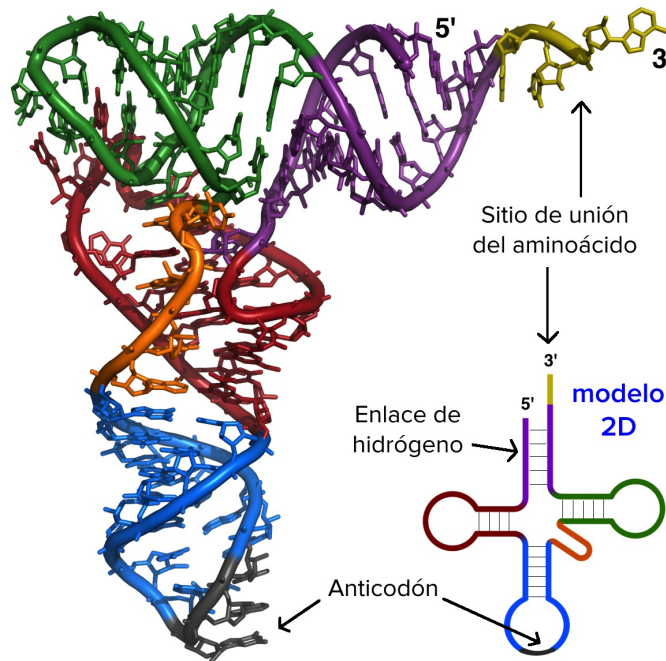
Os ARNt e ARNr formanase a partir dun
transcrito primario que contén moitas
copias do ARNt e ARNr



ARN DE TRANSFERENCIA

ARNt

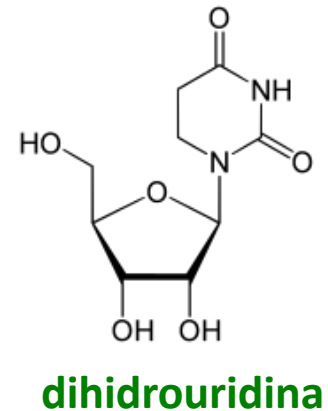
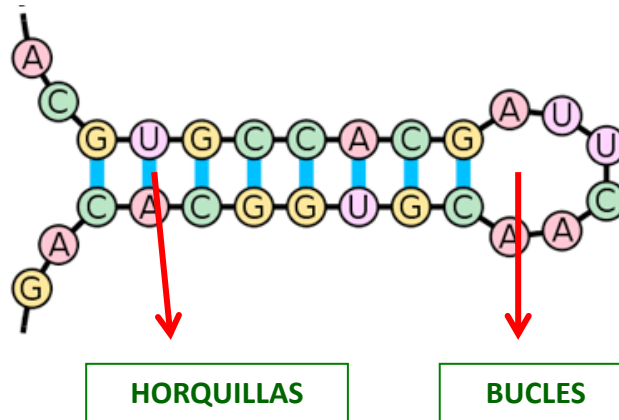
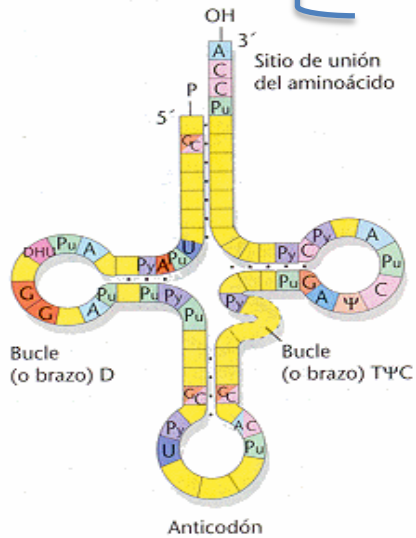
- O **ARN de transferencia** ou **soluble (ARNt)** ten entre **70 e 90 nucleótidos**, a súa masa molecular é aproximadamente de 25.000 u, e **encóntrase no citoplasma** en forma de molécula dispersa. Hai uns cincuenta tipos de ARNt.
- **Transporta aminoácidos** determinados **ata os ribosomas**, onde, segundo a **secuencia especificada nun ARN mensaxeiro** (transcrito, á súa vez, do ADN), se **sintetizan as proteínas**.



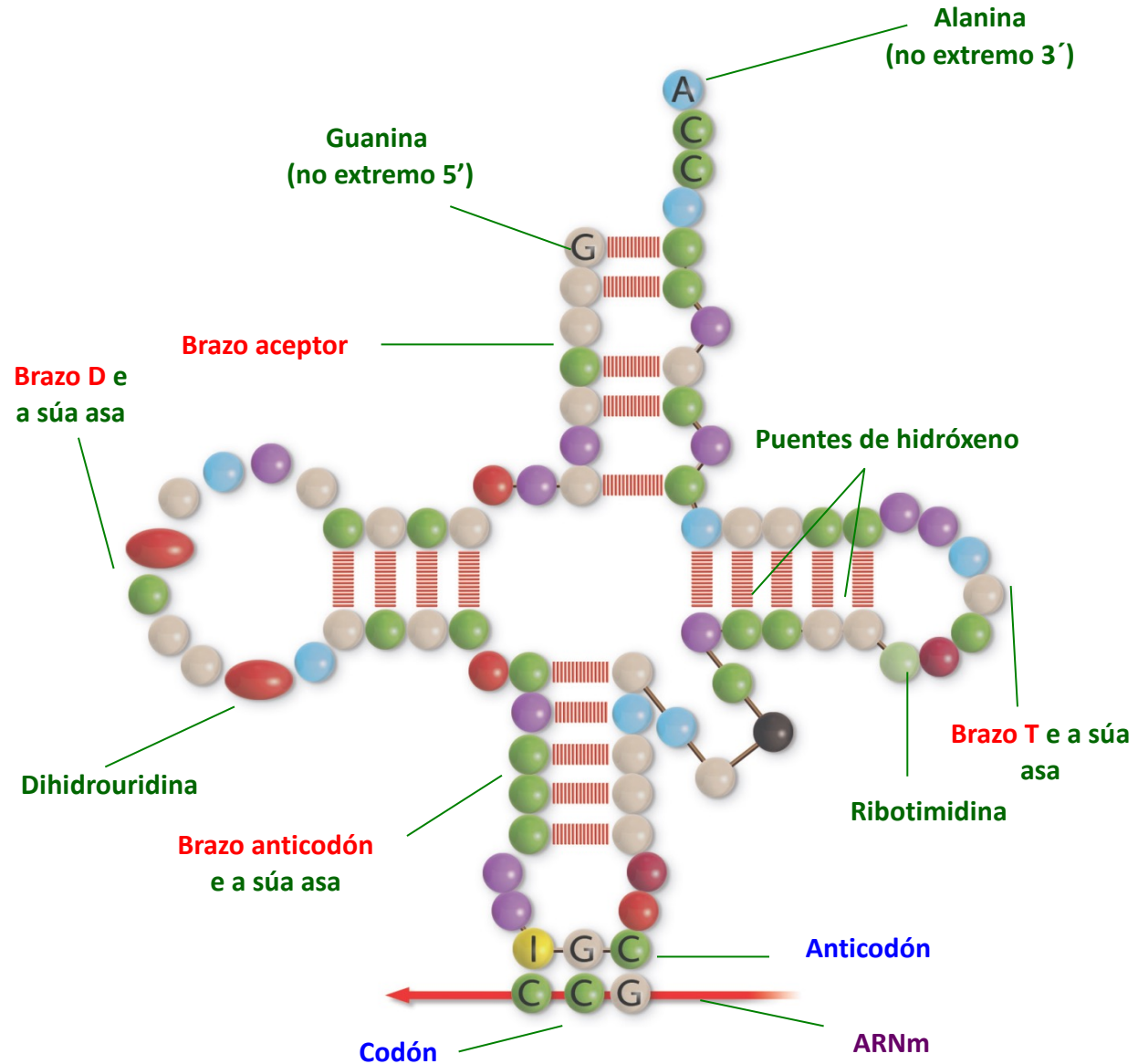
ARN DE TRANSFERENCIA

ARNt

- O ARNt presenta **dous tipos de zonas** distintas, unhas con **estrutura secundaria** en **dobre hélice**, debido á complementariedade entre as bases duns segmentos e as doutros, e outras con **estrutura monocaténaria**, que forman **asas** ou **bucles**.
- Esta molécula presenta forma de **folla de trevo**, pero se se observa en tres dimensións, pódese distinguir unha estrutura **terciaria** en **forma de L**.
- Entre os nucleótidos que forman os ARNt, ademais de **A, G, C e U**, aparecen **outras bases nitroxenadas** como a **dihidrouridina** (UH₂), a **ribotimidina** (T) e a **inosina** (I), que constitúen o 10 % dos ribonucleótidos totais do ARNt.



ARN DE TRANSFERENCIA

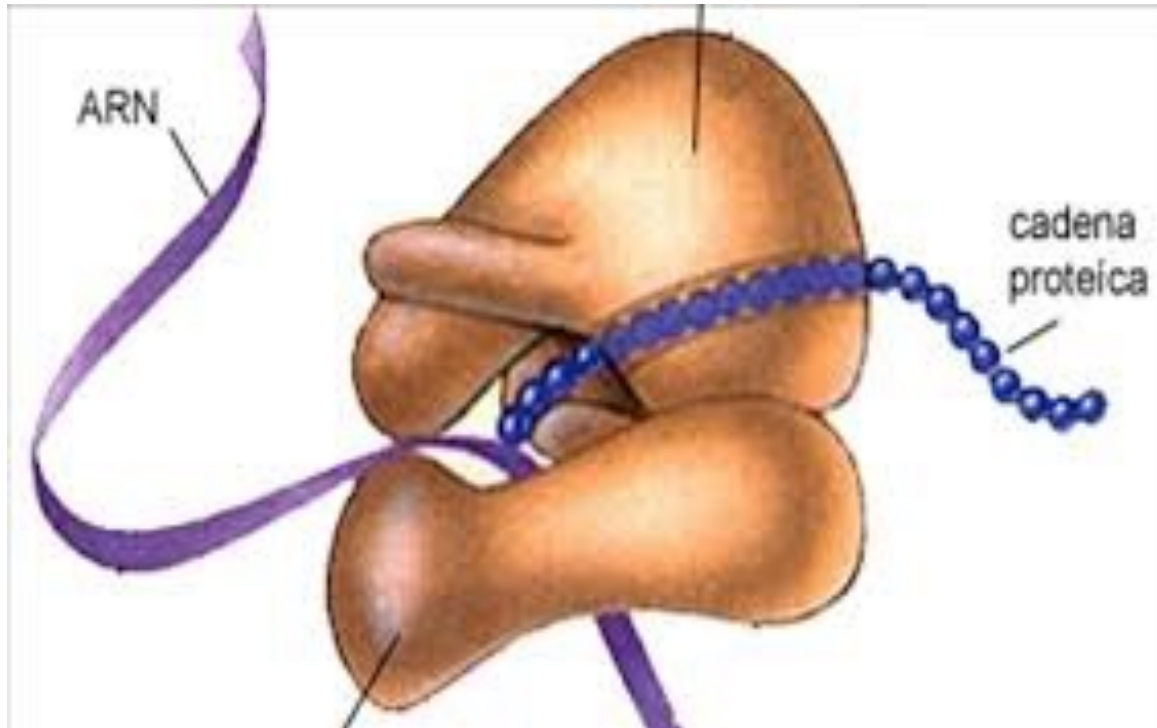


ARN RIBOSÓMICO

ARNr

- Constitúe os ribosomas e representa o **60 % da masa** destes orgánulos. Forma o **80% do ARN dunha célula**.
- Unidos ás **proteínas ribosómicas** orixinan **lugares adecuados para a unión co ARNm e destes cos ARNt**, que son os portadores dos aminoácidos que forman as proteínas.

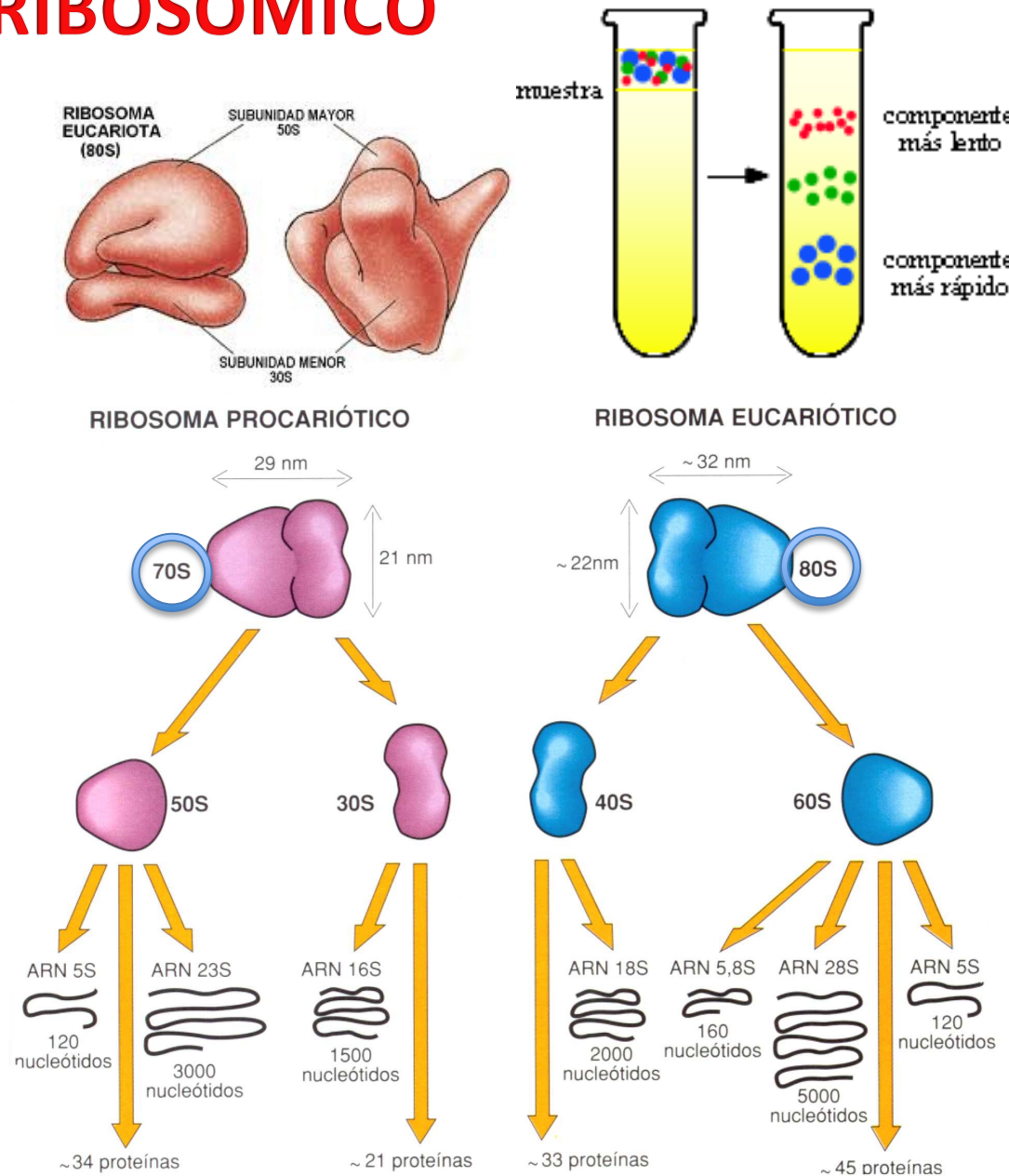
Subunidade maior



Subunidade menor

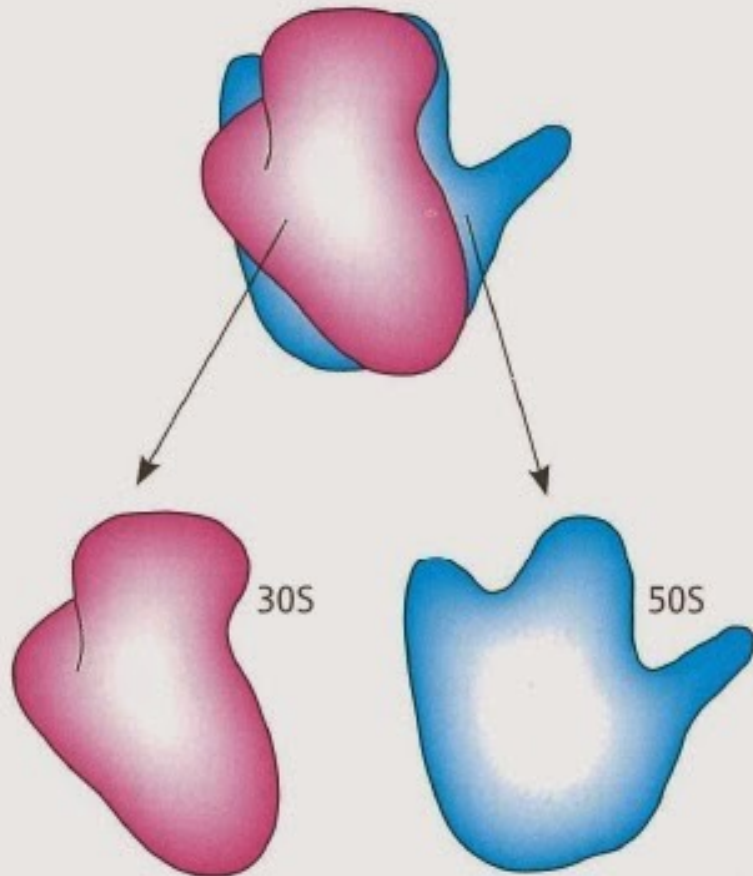
ARN RIBOSÓMICO

- O ARNr presenta segmentos **monocatenarios** e **segmentos en dobre hélice**, debido á presenza de pares de segmentos con secuencias complementarias.
- A masa molecular do ARNr oscila entre 500.000 e 1.700.000 u. En xeral, a **masa dos ARNr** e dos ribosomas adóitase expresar segundo o **coeficiente de sedimentación de Svedberg**, que se expresa en unidades **Svedberg (S)**.
- As células **procariontas** presentan ribosomas de **70 S**, mentres que nas células **eucariotas** os ribosomas son de **80 S**.



Ribosoma bacteriano

70S $PM = 2,7 \times 10^6$



$PM = 0,9 \times 10^6$

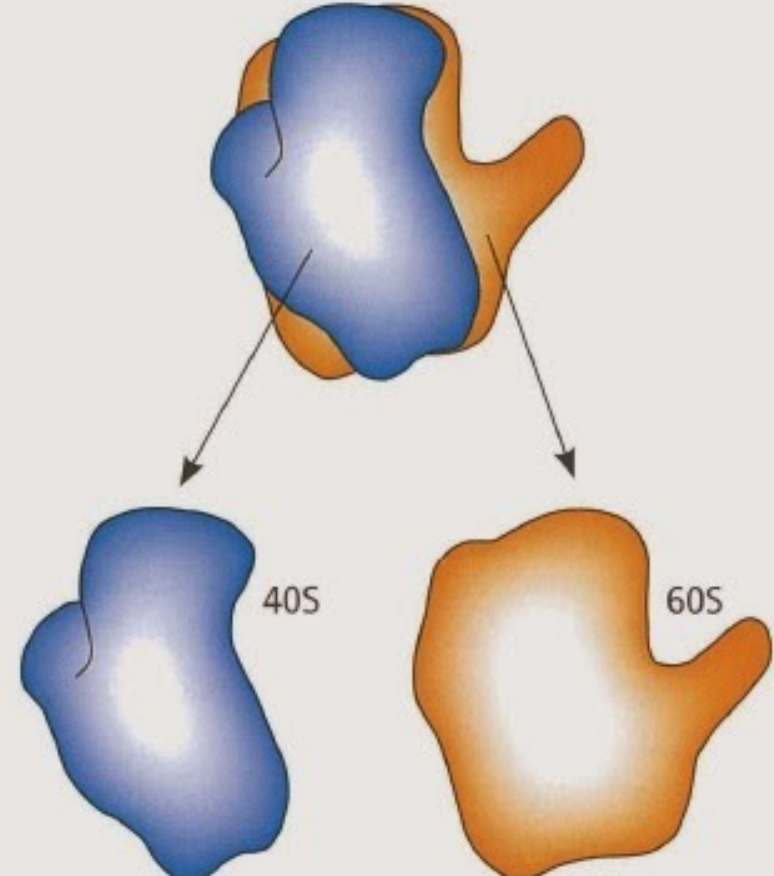
- rRNA 16S (1.540 nucleótidos)
- 21 proteínas

$PM = 1,8 \times 10^6$

- rRNA 5S (120 nucleótidos)
- rRNA 23S (3.200 nucleótidos)
- 36 proteínas

Ribosoma eucariota

80S $PM = 4,2 \times 10^6$



$PM = 1,4 \times 10^6$

- rRNA 18S (1.900 nucleótidos)
- ~33 proteínas

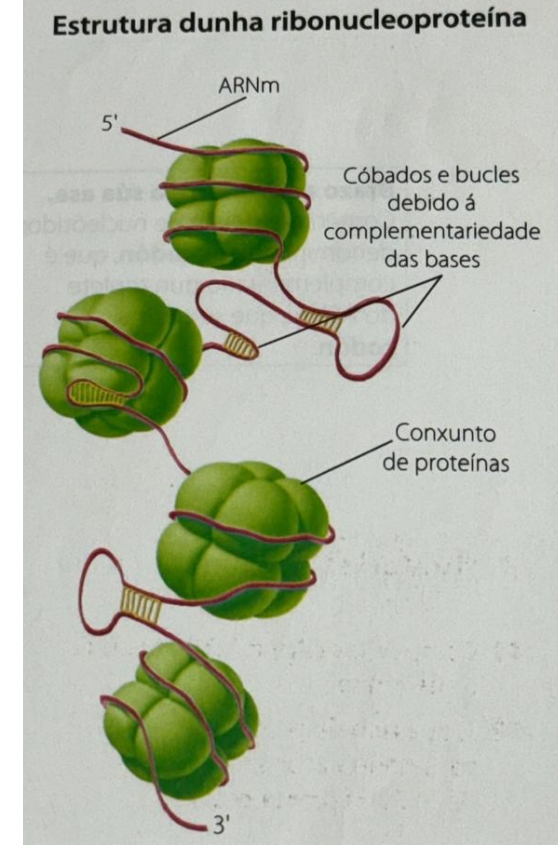
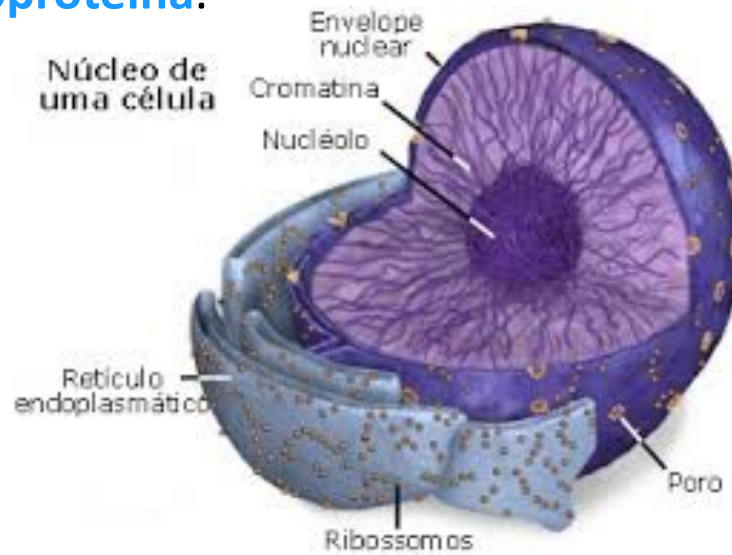
$PM = 2,8 \times 10^6$

- rRNA 5S (120 nucleótidos)
- rRNA 28S (4.700 nucleótidos)
- rRNA 5,8S (160 nucleótidos)
- ~49 proteínas

ARN NUCLEOLAR EN EUCARIOTAS

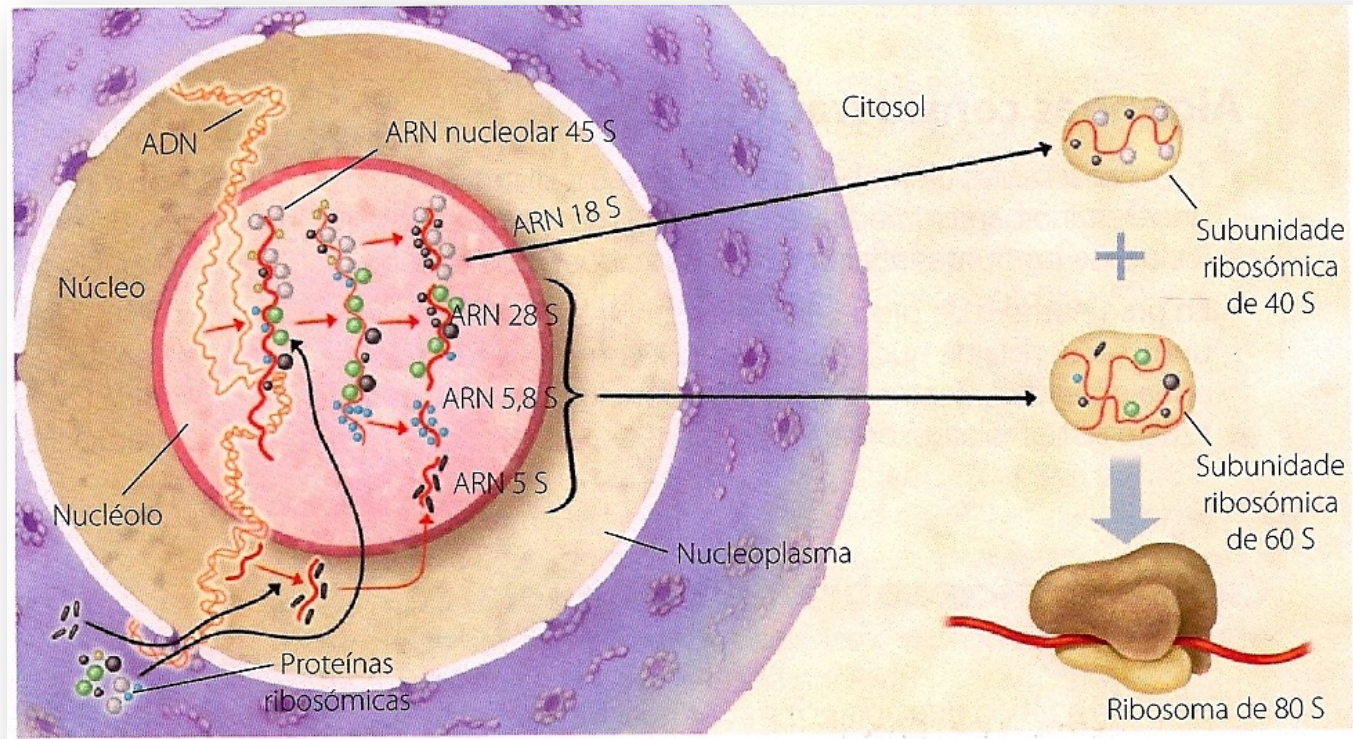
ARNn

- É o compoñente principal do **nucléolo**.
- Orixínase a partir de diferentes segmentos de **ADN**, o principal deles denomínase **rexión organizadora nucleolar**. A partir deste ADN, fórmase no **nucléolo** un **ARN nucleolar de 45 S**. Este ARN nucleolar asóciase a **proteínas**, procedentes do citoplasma e forman unha **ribonucleoproteína**.



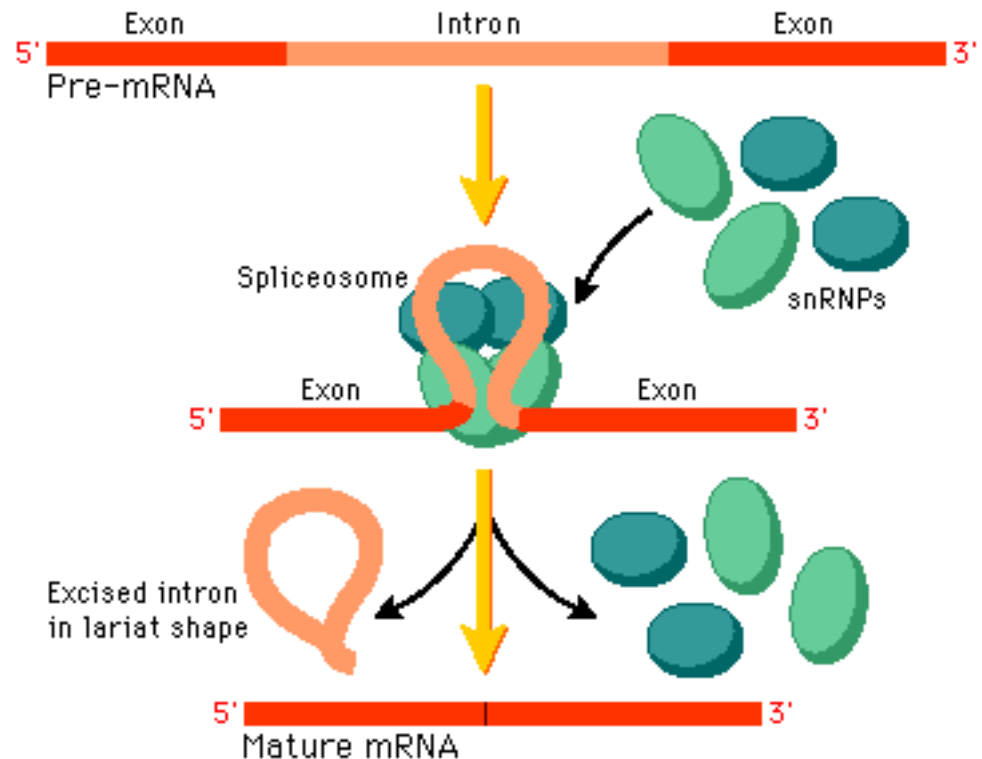
ARN NUCLEOLAR EN EUCARIOTAS

- ARNn**
- Esta gran molécula **escíndese en tres ARN (18S, 28S, 5, 8S)** e **engádese un ARN de 5 S**, tamén con proteínas, que se sintetizou no nucleoplasma, doutro segmento do ADN.
 - A partir deles **fórmanse as dúas subunidades ribosómicas**, unha de **40 S** e outra de **60 S**, que atravesan a membrana nuclear e pasan ao citoplasma, ande ao chegar un ARNm, se asocian **dando lugar a un ribosoma de 80 S**.



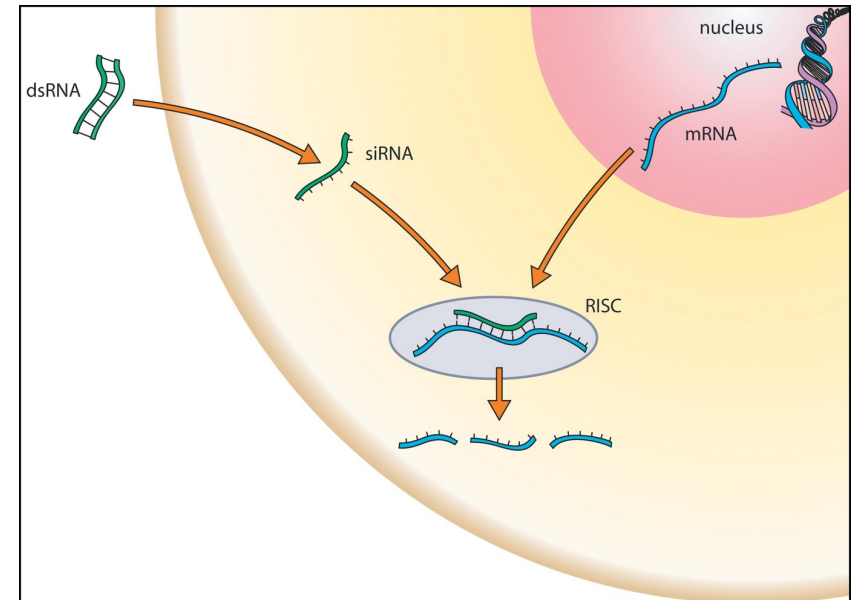
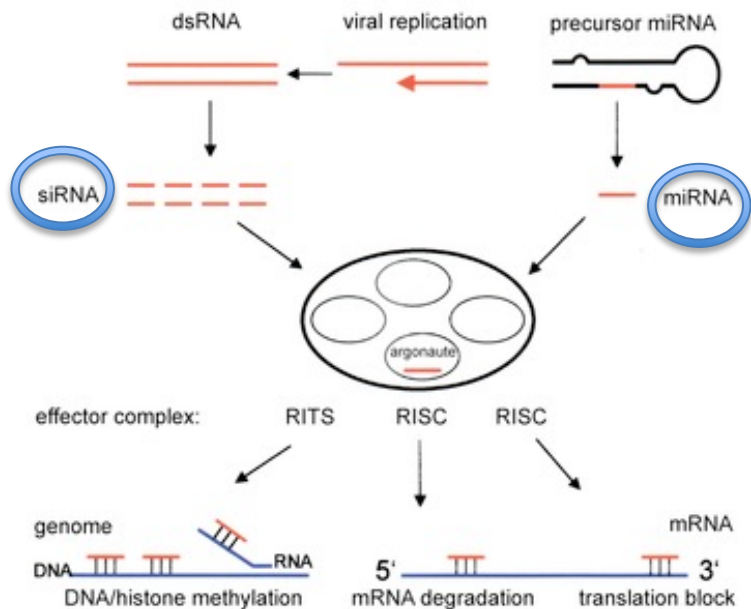
ARN pequeno nuclear

- O **ARN pequeno nuclear (ARNpn)** é de tamaño moi pequeno e encóntrase no **núcleo** das células eucariotas. Tamén se denomina **ARNu**, polo seu **elevado contido en uridina**.
- O ARNpn únese a **certas proteínas** do núcleo formando as **ribonucleoproteínas nucleares (RNPpn)** que actúan **eliminando os intróns**, no proceso de **maduración do ARNm**, grazas ás secuencias complementarias dos extremos dos intróns.



ARN DE INTERFERENCIA

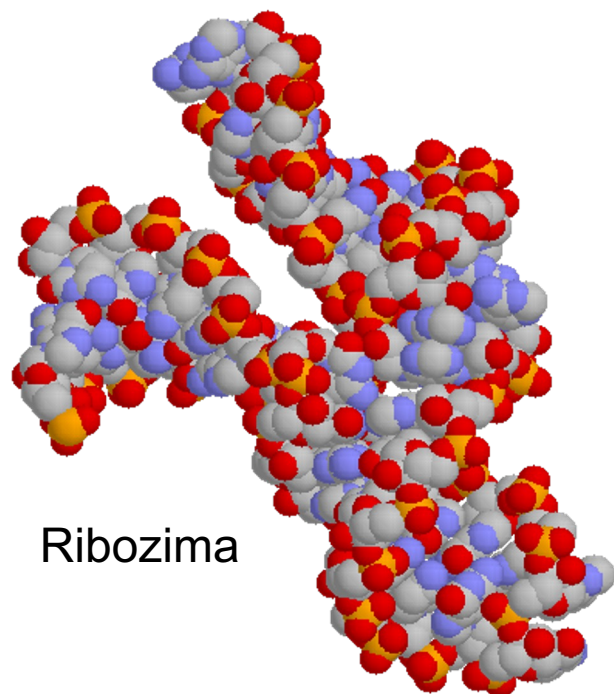
- O **ARN de interferencia (ARNi)** é de **dobre cadea** e presenta só de 20 a 25 nucleótidos. É utilizado por determinadas encimas para **recoñecer ARN mensaxeiros concretos**, pola complementariedade das bases cunha das súas cadeas. Despois degrádaos, **impedindo que estes ARNm orixinen proteínas**.
- Considérase que o ARN de interferencia constitúe un **mecanismo de autocontrol** da célula. Foron descubertos en 1998 e actualmente iniciouse a súa utilización para o **tratamento de infeccións víricas, do cancro e tamén das enfermidades hereditarias**.



RIBOZIMAS

Ribozimas

- Atopáronse ARN con **función biocatalizadora** (**ribozimas**), polo que algúns científicos pensan que, na **orixe da vida**, os ARN puideron ser as **primeiras moléculas capaces de auto duplicarse**. Despois, sería o ADN o encargado de gardar a información xenética, xa que a súa cadea é máis estable.
- Participan no **procesado do ARN transcrito primario** e na **formación do enlace peptídico** na síntese de proteínas.



DIFERENZAS ENTRE ADN E ARN

ADN	ARN
Dobre cadea helicoidal	Cadea Simple
Ten as bases A, T, G e C	Ten as bases A, U, G e C
A pentosa é unha desoxirribosa	A pentosa é unha ribosa
É unha Macromolécula	É máis pequeña que o ADN
Esta no Núcleo e mitocondrias	Encontrase no núcleo e no citoplasma
Constitúe os xenes (replícase ou trascríbese a ARN)	É unha molécula involucrada na síntese de proteínas
É máis estable e menos propenso a erros.	É máis propenso a mutacións e degradación
Vida útil longa	Vida útil moi curta .

FIN

