

ÁCIDOS NUCLEICOS



AS MOLÉCULAS QUE CONTEÑEN A INFORMACIÓN XENÉTICA

AS MOLÉCULAS QUE TRADUCEN A INFORMACIÓN A PROTEÍNAS

AS MOLÉCULAS QUE REGULAN O FUNCIONAMENTO
ORDENADO E HARMÓNICO DA CÉLULA

ÁCIDOS NUCLEICOS



A orixe do seu nome

ácido: polo seu carácter químico

nucleico: polo primeiro lugar onde foi extraído

a historia dun descubrimento:

<http://www.biologia.edu.ar/adn/adntema0.htm>

1868.- Miescher.

Ailla unha substancia extraída do núcleo de células.

Chamoulle nucleína

Sospeita dalgunha relación coa herdanza

1943.- Avery, Macleod e McCarty

Primeira evidencia de que o ADN era o portador da información xenética

ÁCIDOS NUCLEICOS

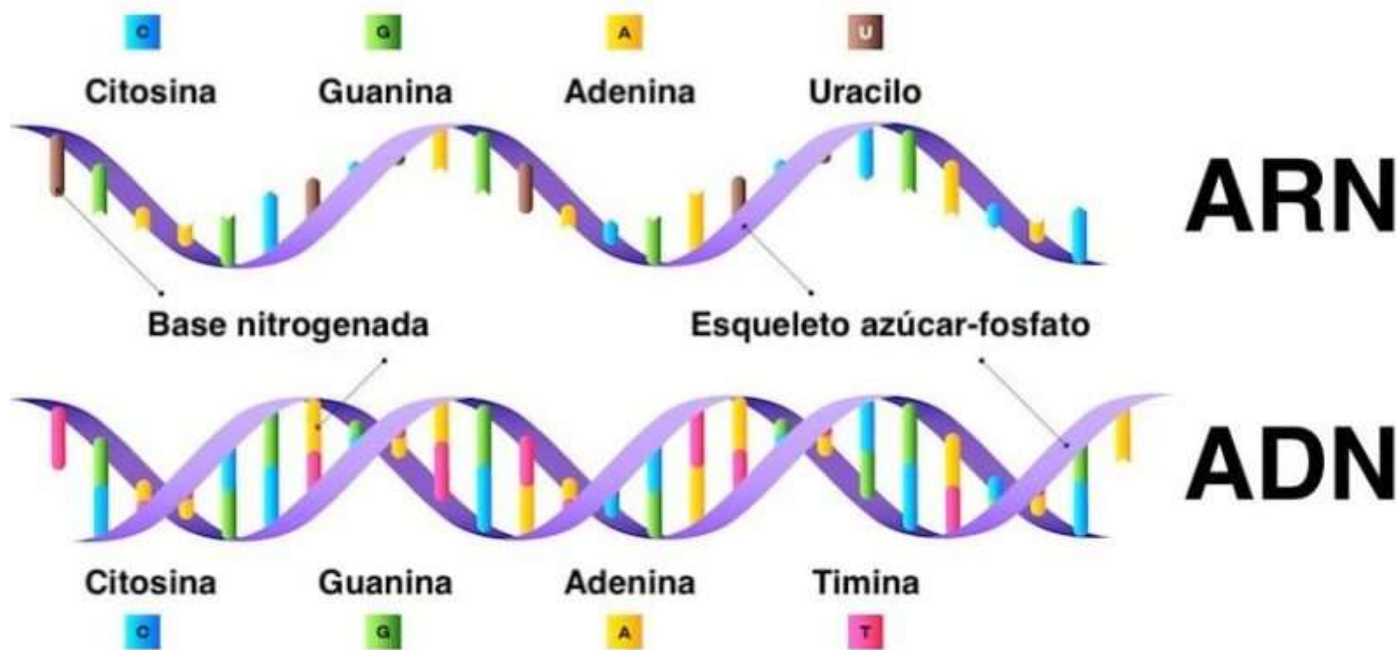


Químicamente son polímeros de nucleótidos, de elevado peso molecular

tipos:

ADN. Ác. desoxirribonucleico

ARN. Ác. ribonucleico



ÁCIDOS NUCLEICOS



tipos:

ARN

polímero de nucleótidos (moito máis curtas que no ADN)

organizados nunha hebra

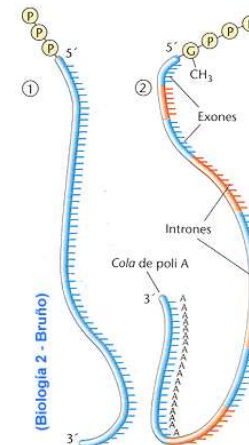
tres tipos: ARN mensaxeiro
ARN ribosómico
ARN transferente

funcións:

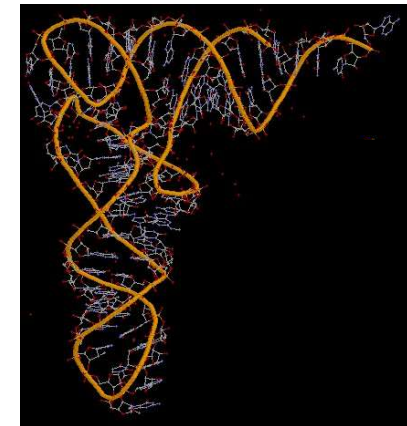
ARN m.- Contén a información para a síntese dunha proteína

ARN r.- Estructural e catalizadora

ARN t.- Transporte de aa



ARN mensajeros (ARNm) de procariotas (bacterias) (1) y de eucariotas (2).



ÁCIDOS NUCLEICOS



os ácidos nucleicos son polímeros de:

nucleótidos

no ADN

desoxirribonucleótidos

no ARN

ribonucleótidos

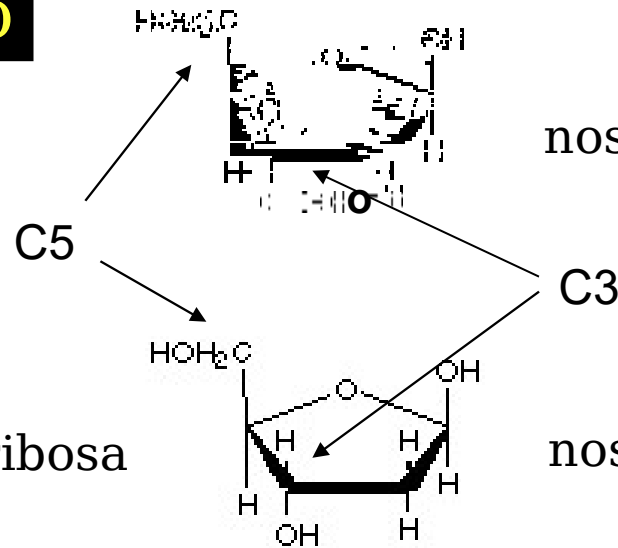
ÁCIDOS NUCLEICOS



composición dos nucleótidos

monosacárido

β -ribosa

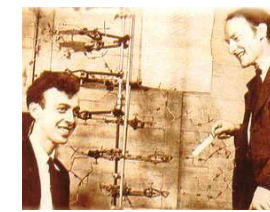


nos nucleótidos de ARN

β -desoxirribosa

nos nucleótidos de ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



composición dos nucleótidos

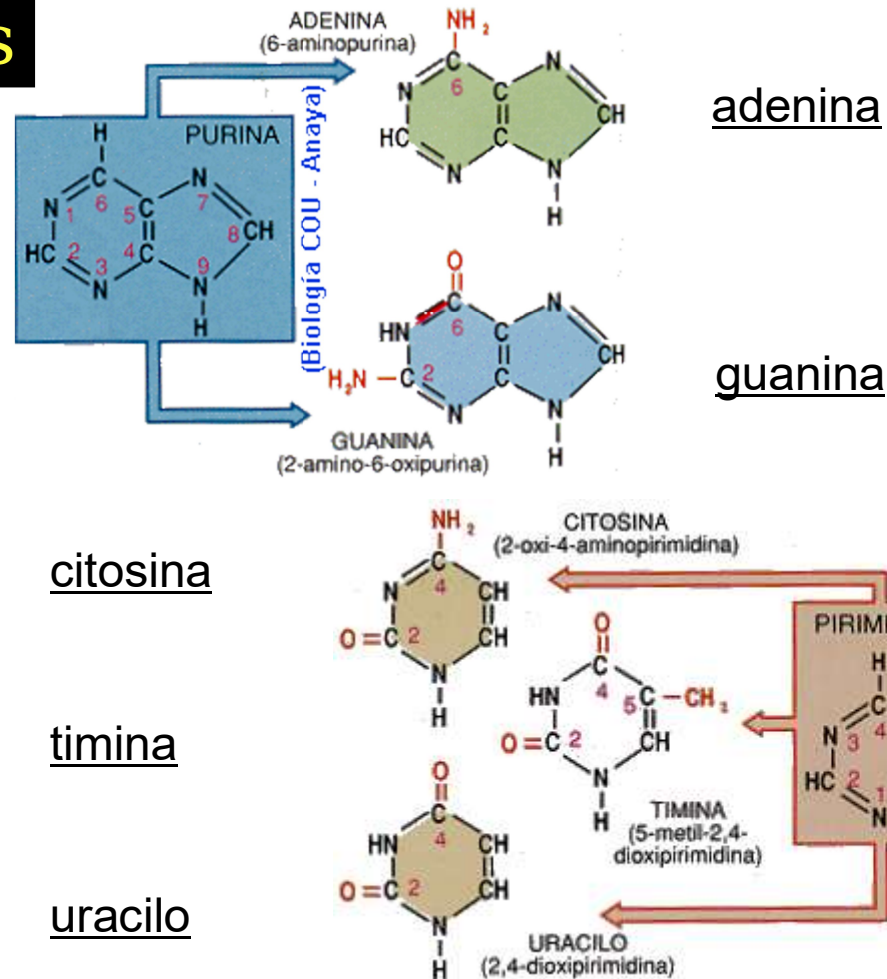
bases nitroxenadas

púricas

derivadas da purina

pirimídica

derivadas da pirimidina

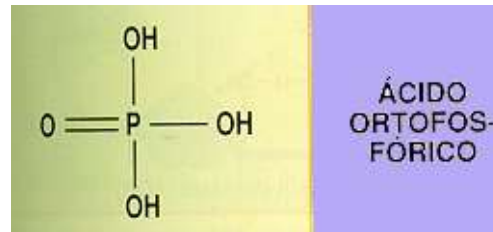


ÁCIDOS NUCLEICOS



composición dos nucleótidos

ácido fosfórico



ÁCIDOS NUCLEICOS

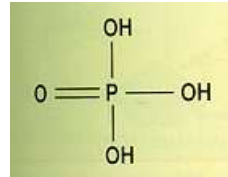


nucleótidos

as unidades dos ácidos nucleicos

composição

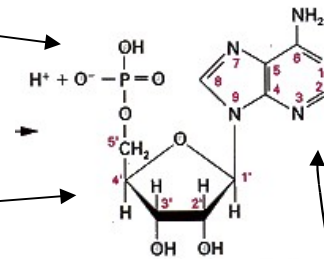
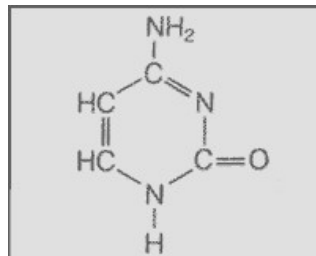
ácido ortofosfórico: H_3PO_4



monosacárido pentosa



base nitroxenada



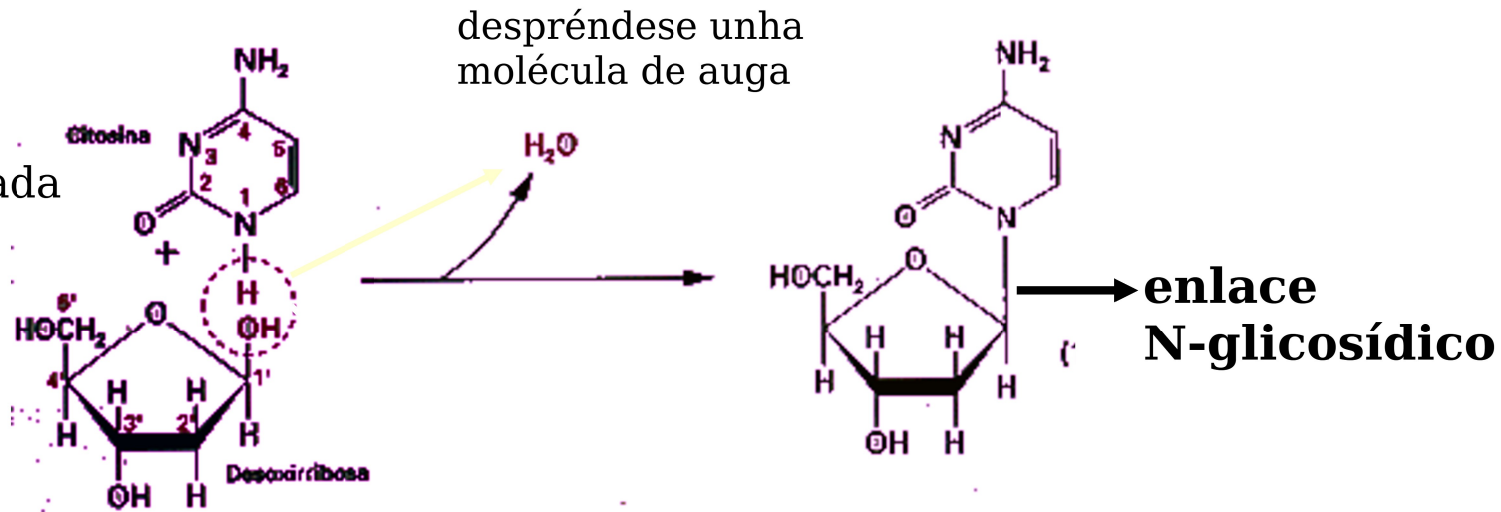
ÁCIDOS NUCLEICOS



nucleósido

base nitroxenada

azucro



biosíntese dun nucleósido

radicais que reaccionan:

OH do **C₁** do azucro

NH₂ da base nitroxenada

ÁCIDOS NUCLEICOS



nucleósidos

azúcar pentosa + base nitrogenada

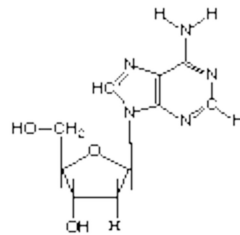
↓
ribosa

= ribonucleósido

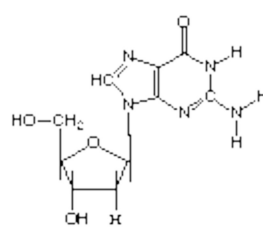
↓
desoxirribosa

= desoxirribonucleósido

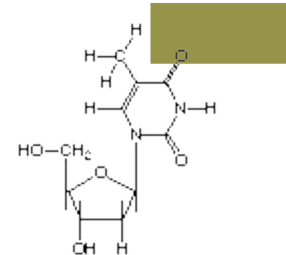
desoxirribonucleósidos



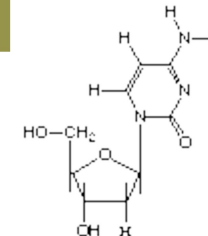
Adenosina



Guanosina



Timidina

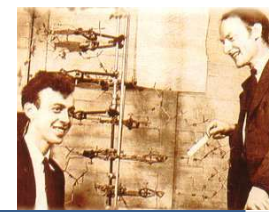


Citosina

Purinas

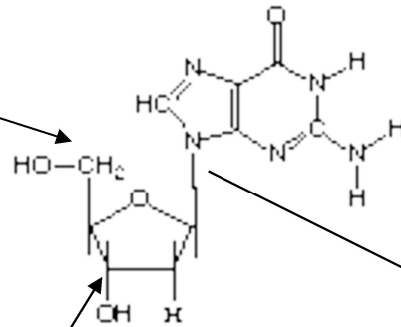
Pirimidinas

ÁCIDOS NUCLEICOS



nucleósidos

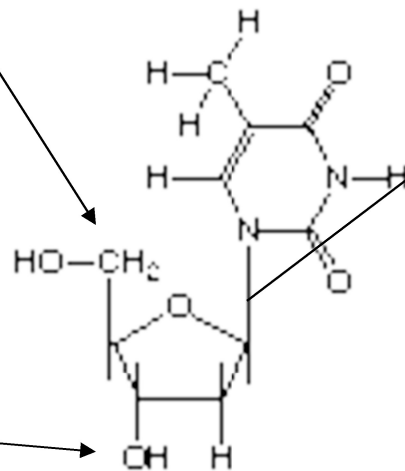
C₅



enlace N-glicosídico

(entre o C1 do azucre
e un grupo amino da
base)

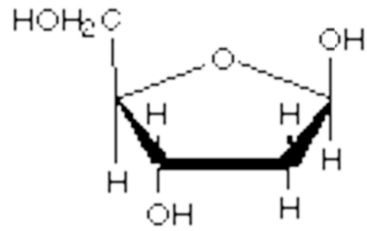
C₃



ÁCIDOS NUCLEICOS



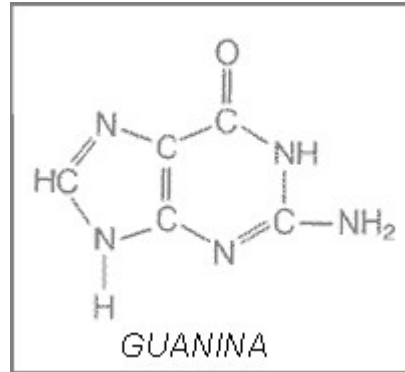
nucleótidos



Desoxirribosa

azúcar pentosa

+

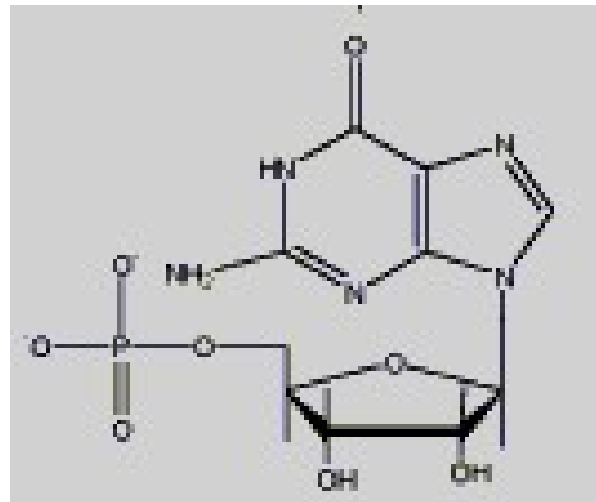


base nitrogenada
(púrica)



nucleósido + H₂O
(desoxirribonucleósido)

nucleósido +



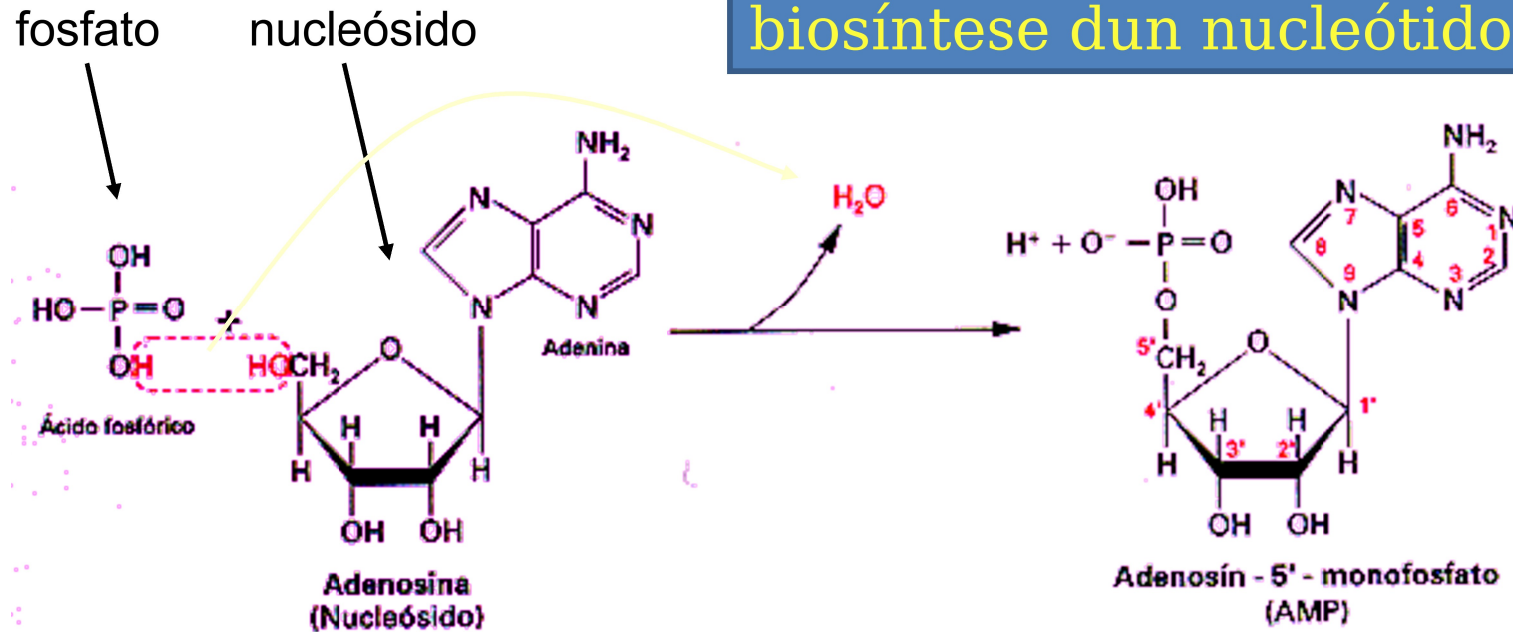
nucleótido

+ H₂O

ÁCIDOS NUCLEICOS



biosíntese dun nucleótido

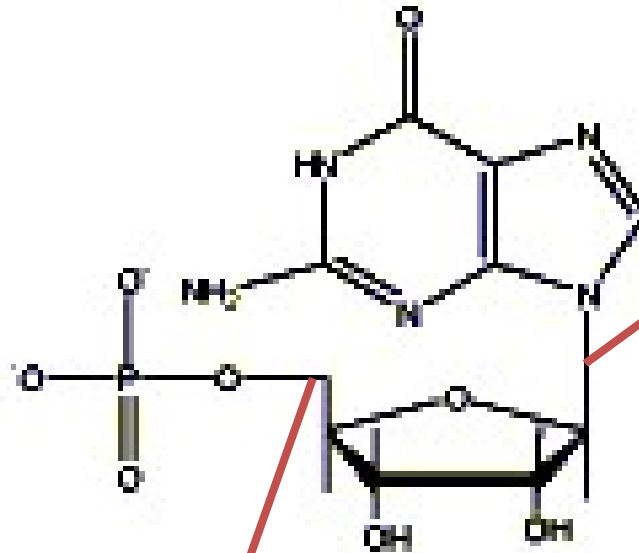


radicais que reaccionan:

OH do **C₅** do azucre

OH do fosfato

ÁCIDOS NUCLEICOS



enlace N-glicosídico

(entre o C1 do azucre
e un grupo amino da
base)

enlace fosfoéster

(entre o C5 do azucre
e o grupo fosfato)

ÁCIDOS NUCLEICOS

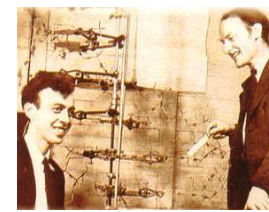


nucleótidos

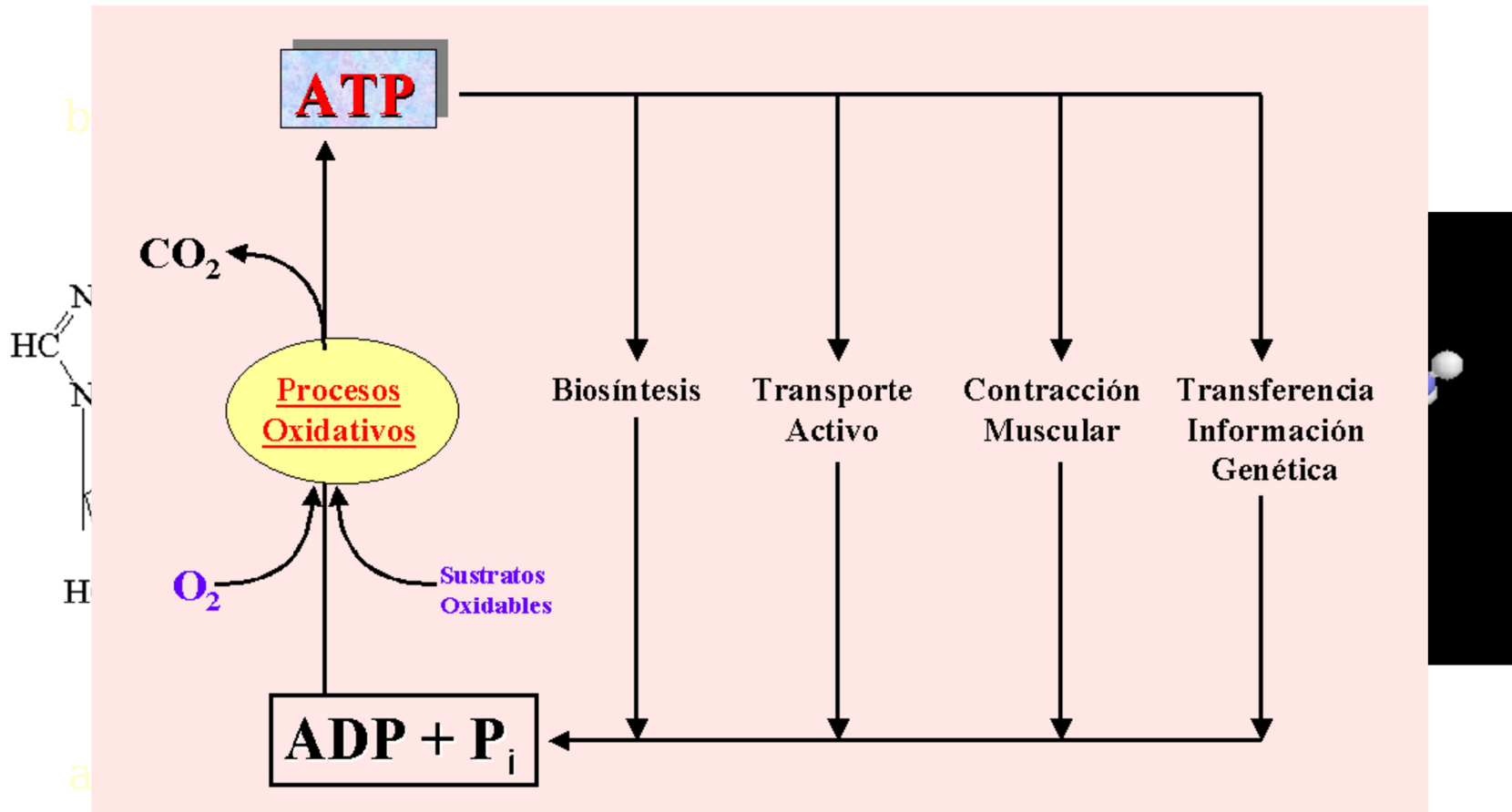
Exemplo de síntese dun nucleótido: adenina

Formación de nucleótidos de Adenina

ÁCIDOS NUCLEICOS

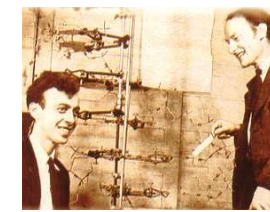


derivados de nucleótidos: ATP



a enerxía queda almacenada nos enlaces fosfato (enlaces éster)
función: transferencia de enerxía na célula

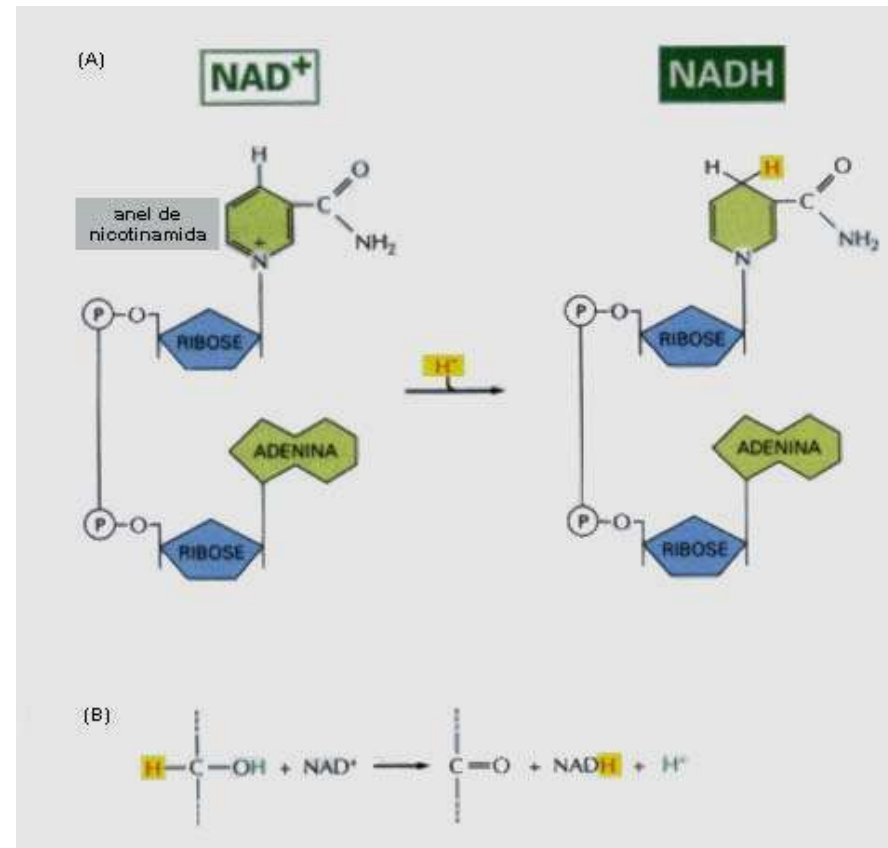
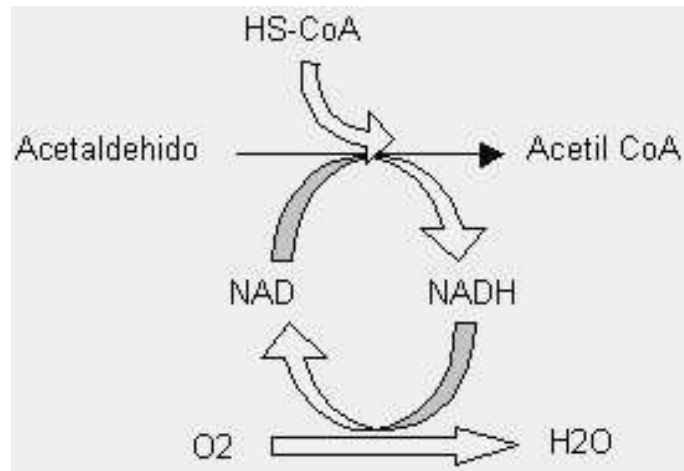
ÁCIDOS NUCLEICOS



derivados de nucleótidos: NAD, FAD, AMPc

NAD⁺ /NADH
NADP⁺ /NADPH

intervén en reacciones
de óxido-reducción:
transfieren electróns
dunhas moléculas a
outras

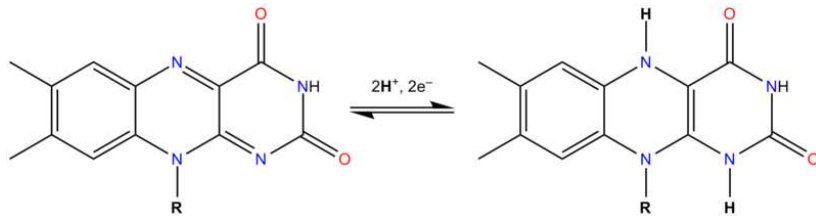


ÁCIDOS NUCLEICOS



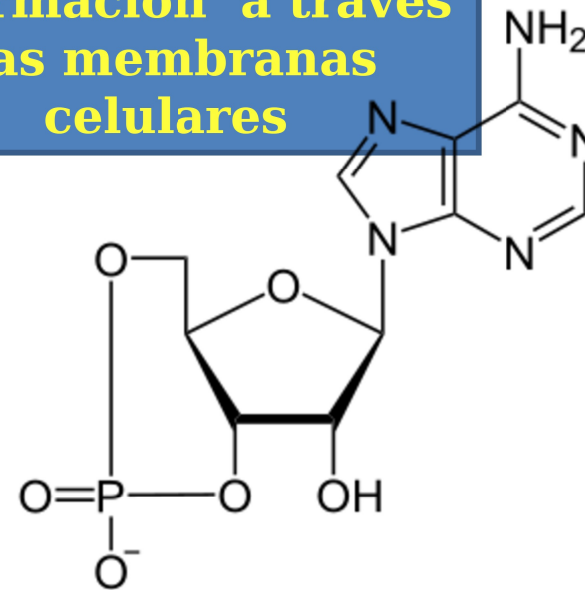
derivados de nucleótidos: NAD, FAD, AMPc

FAD FADH₂



AMPc

intervén en
transferencia de
información a través
das membranas
celulares



intervén en reacciones
de óxido-reducción:
transfieren electróns
dunhas moléculas a
outras

ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



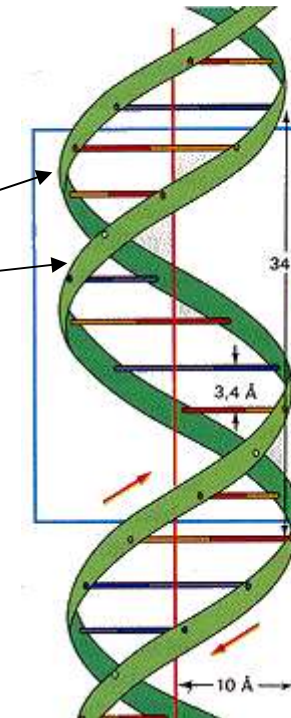
polímero de desoxinucleótidos (en número moi elevado)

organizados en dúas hebras

Secuencias específica de nucleótidos para cada organismo

procariotas: unha molécula non aillada do resto da célula

eucariotas: sempre en número par, asociada a proteínas (cromatina) e aillado do resto da célula pola membrana nuclear



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



funcións

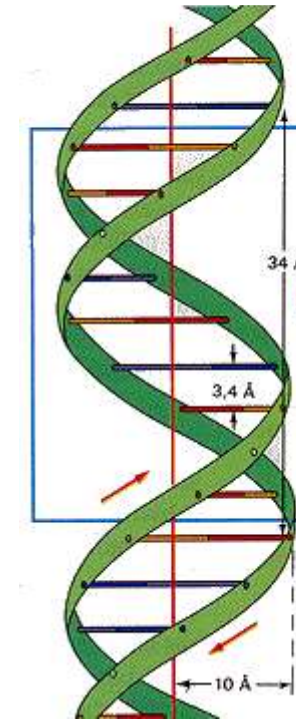
almacenar a información xenética

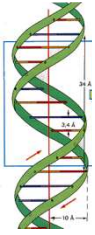
programar no tempo a biosíntese dos compoñentes celulares

determinar as actividades dun organismo ao longo do ciclo vital

definir a individualidade de cada organismo

permite a transferencia da información á seguinte xeración





ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



localización:

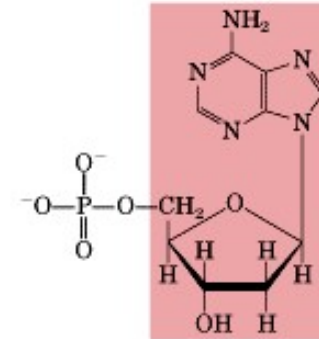
Virus de ADN: no interior da cápside

**Células procariotas: non aillado do resto da célula
nunha única molécula circular**

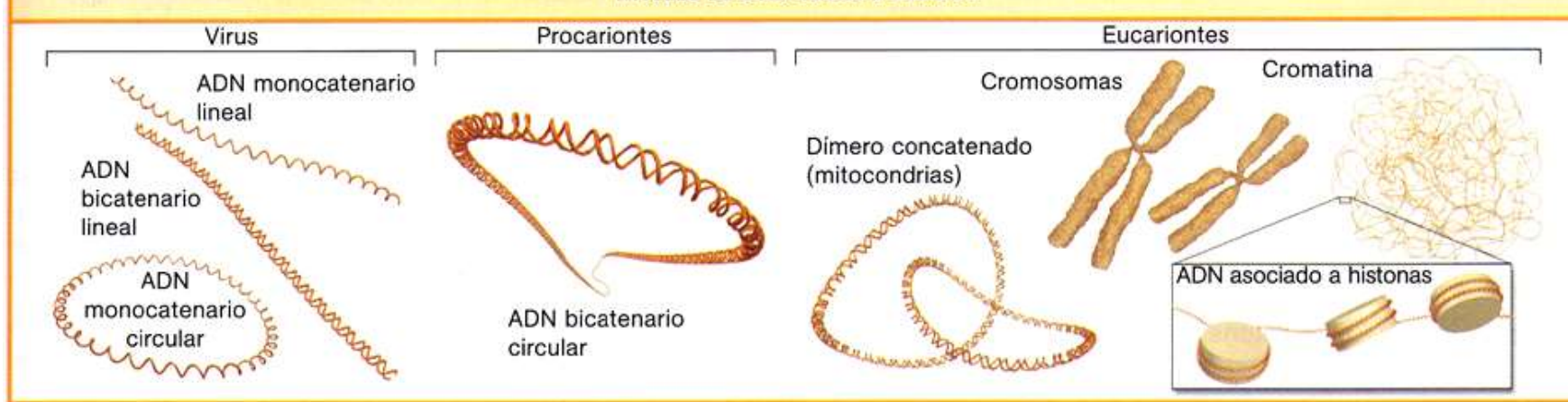
Células eucariotas: - No interior do núcleo, en número par.

- **Cromatina. Interfase.**
- **Cromosomas. División celular**

- No interior de mitocondrias e cloroplastos



NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL ADN



ADN nos seres vivos

Nas células eucariotas.

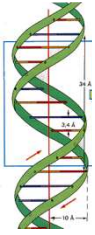
- Núcleo. Bicatenario, lineal, asociado a histonas.
- En cloroplastos e mitocondrias é bicatenario circular.

Nas células procariotas.

- Bicatenario circular e superenrolado,
- Pode estar asociado a proteínas semellantes ás histonas, a ARN e a proteínas non histónicas.

Nos virus

- Monocatenario ou bicatenario, lineal ou circular.
- Pode estar asociado con proteínas básicas propias ou con histonas da célula parasitada



ADN

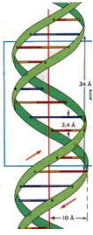
ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA

A SECUENCIA DE NUCLEÓTIDOS ORGANÍZASE EN NIVEIS
ESTRUCTURAIS SEMELLANTES AOS DAS PROTEÍNAS:

- PRIMARIA
- SECUNDARIA OU DOBRE HÉLICE
- TERCIARIA OU FILAMENTOS DE CROMATINA
- CUATERNARIA



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA PRIMARIA

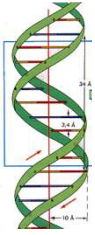
SECUENCIA DE NUCLEÓTIDOS NUNHA SOA CADEA

-COMPOSICIÓN DE NUCLEÓTIDOS

-ORDE NA QUE ESTÁN DISPOSTOS

Só 4 nucleótidos diferentes: A, T, C, G

da orde e composición de nucleótidos depende a información xenética do individuo: a lo menos tantas secuencias distintas como formas de vida diferente hai (especies)



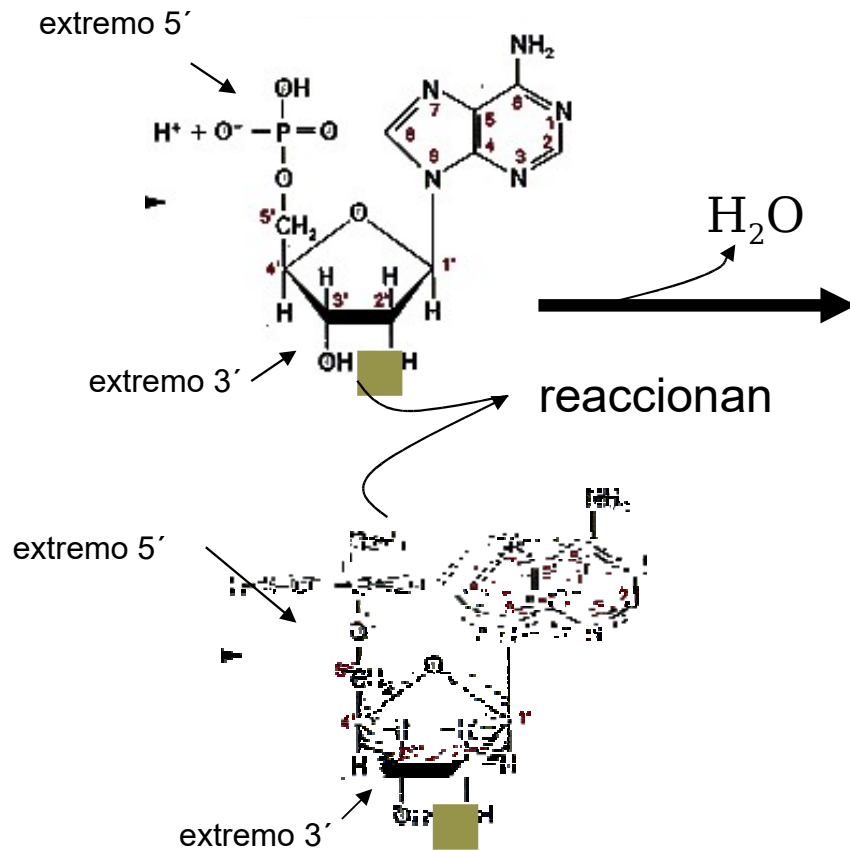
ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS

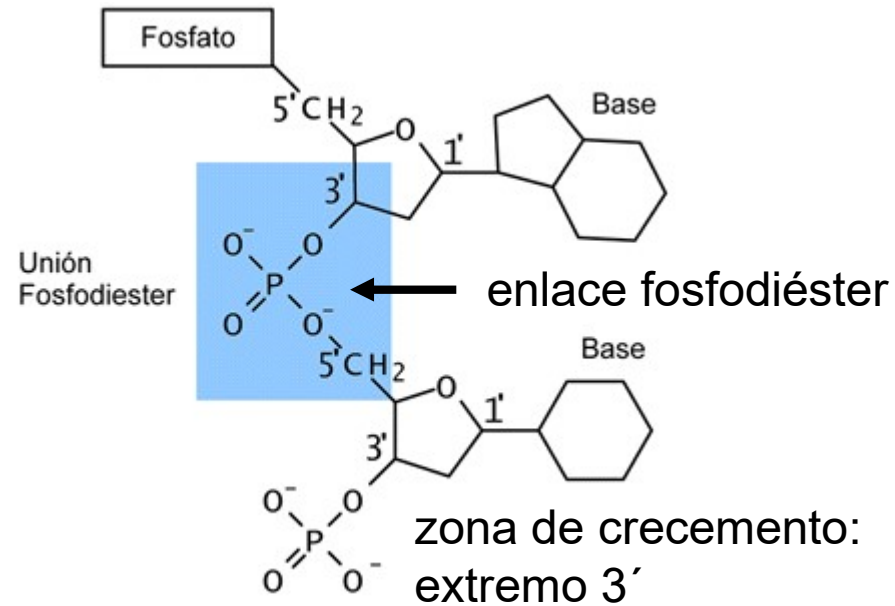


ESTRUCTURA PRIMARIA

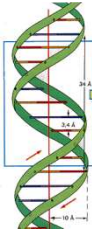
unión de nucleótidos



inicio da molécula: extremo 5'



Dinucleótido de ADN.



ADN

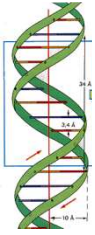
ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA PRIMARIA

**Formación del enlace de
unión entre nucleótidos**

A síntese
realízase
sempre en
sentido 5' - 3'



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA PRIMARIA

alternancia de:

fosfato

azúcar

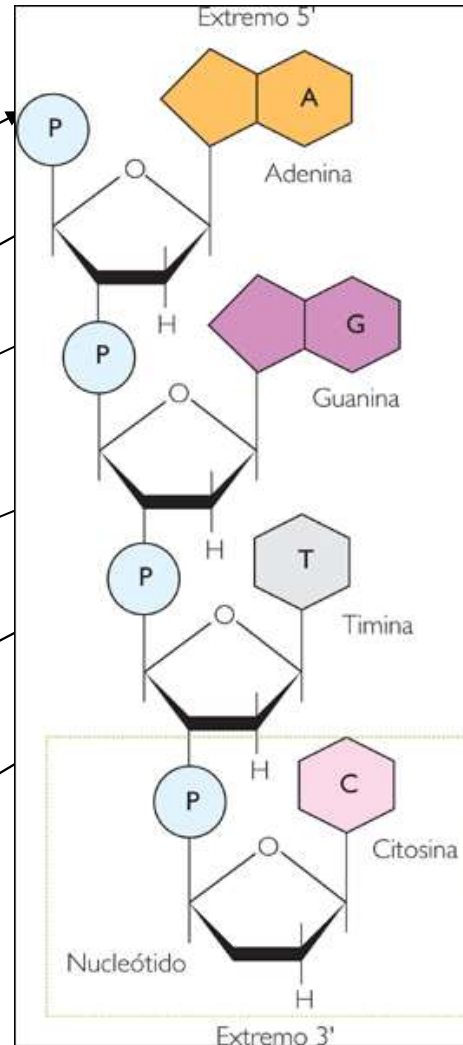
fosfato

azúcar

fosfato

azúcar

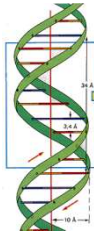
zona polar



esqueleto covalente da
sequencia de
nucleótidos

as bases nitroxenadas
todas orientadas cara o
mesmo lado

zona apolar



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA SECUNDARIA

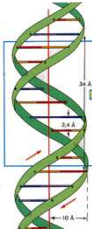
- Chargaff e colaboradores (1940):

A proporción de bases do ADN de diferentes especies é distinta

A proporción de bases do ADN dun organismo presenta unha relación numérica estable

- $A=T$
- $G=C$
- $A+G = T+C$

A suma de bases púricas é igual á suma de bases pirimídicas



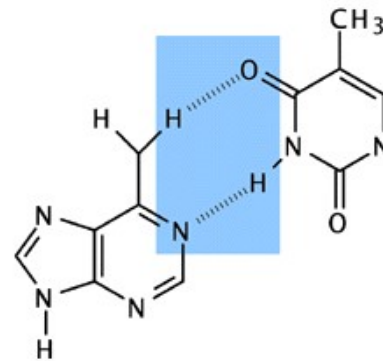
ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS

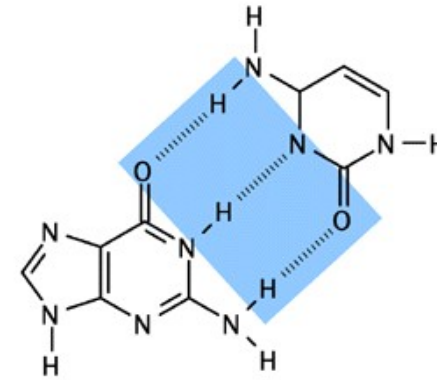


ESTRUCTURA SECUNDARIA

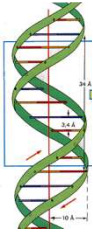
Se cumple se cada nucleótido de Adenina se une a un nucleótido de Timina.
E un de Citosina a un de Guanina



Par Adenina-Timina



Par Guanina-Citosina



ADN

DOBRE HÉLICE

ÁCIDOS NUCLEICOS

ESTRUCTURA SECUNDARIA



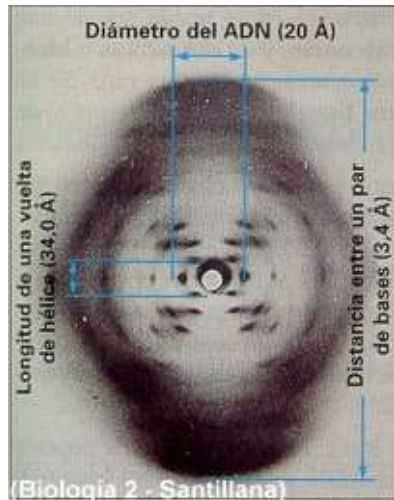
- Franklin e Wilkins

Na estrutura da molécula de ADN existen dúas periodicidades ao longo dun eixo lonxitudinal:

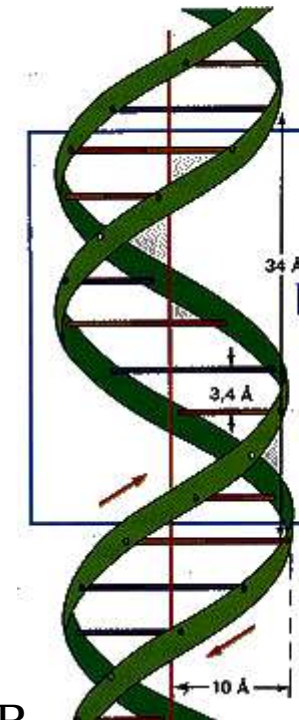
0,34 nm e 3,4 nm

- Watson e Crik

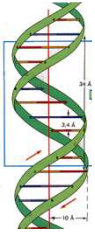
Con tódolos datos coñecidos ata ese momento fan unha proposta: a **dobre hélice**.



(Biología 2 - Santillana)
Difracción de rayos X de ADN extraído del timo de ternera.



ADN-B



ADN

DOBRE HÉLICE

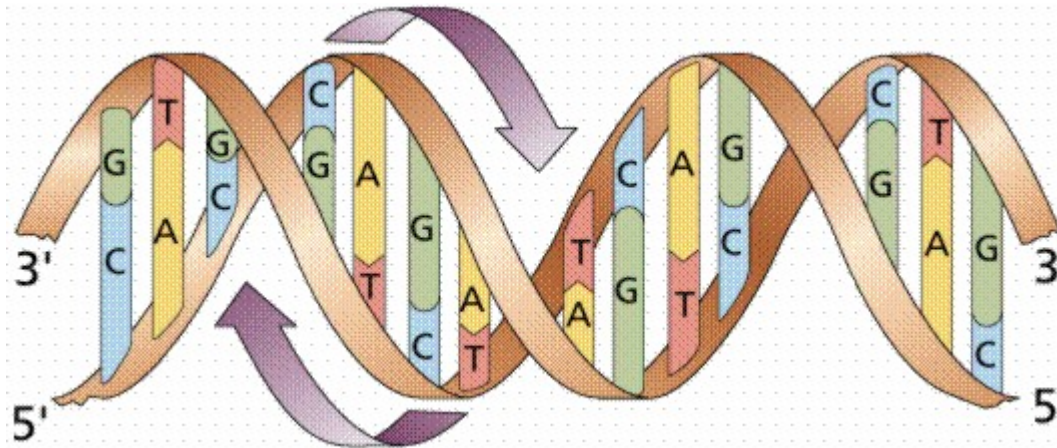
ÁCIDOS NUCLEICOS

ESTRUTURA SECUNDARIA

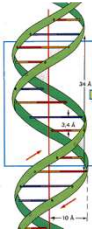


Dúas febras de nucleótidos dispostas de xeito helicoidal, formando unha dobre helicoide

As **bases nitroxenadas** quedan no interior mentres que os esqueletos **pentosa-fostato** sitúanse na parte externa.



O enrolamento é **DEXTRÓXIRO** e **PLECTONÉMICO** (para que as dúas cadeas se separen é necesario que se desenrolen)



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



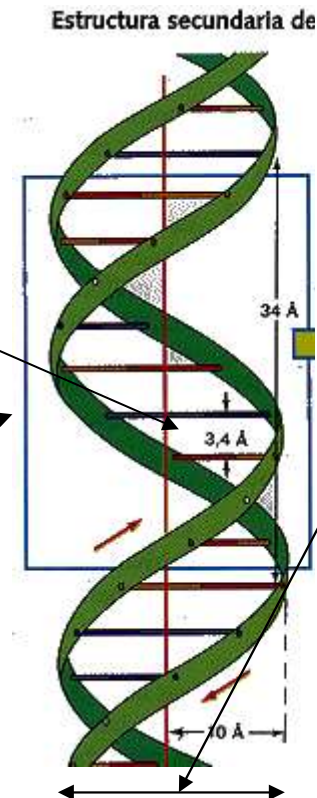
ESTRUCTURA SECUNDARIA

Periodicidades
atopadas por
Wilkins e Franklin

$$0,34 \text{ nm} = 3,4 \text{ \AA}$$

Distancia entre dous
pares de bases
contiguas

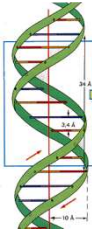
$3,4 \text{ nm} = 34 \text{ \AA}$
A distancia que ahí entre
dous puntos dunha hebra
despois de dar unha volta
completa



$$2,0 \text{ nm} = 20 \text{ \AA}$$

Diámetro da dobre
hélice

ADN-B



ADN

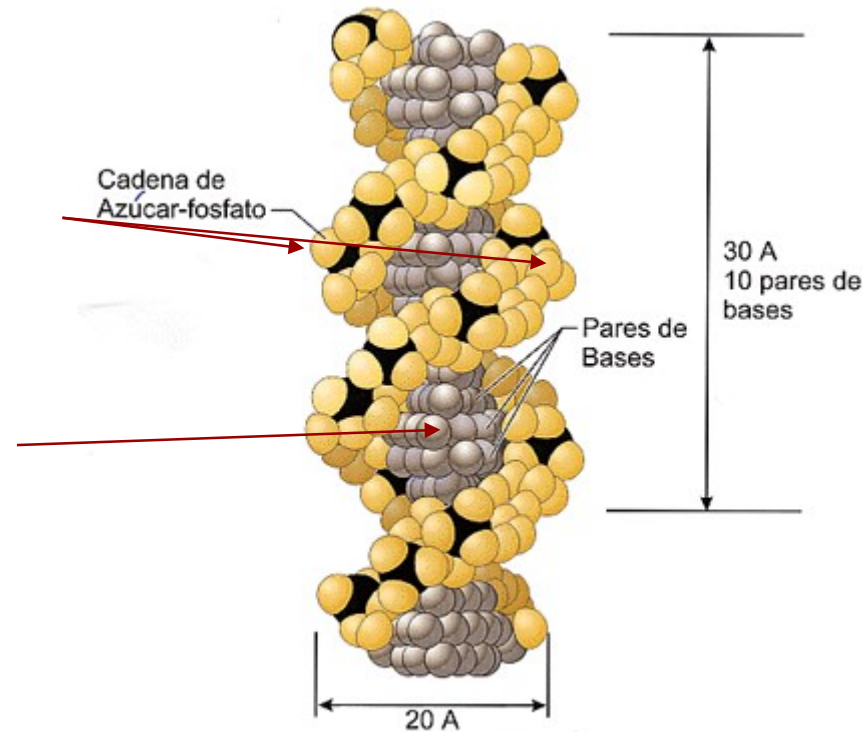
ÁCIDOS NUCLEICOS

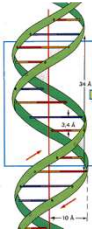


ESTRUCTURA SECUNDARIA

A parte hidrófila (polar) é o esqueleto covalente de cada unha das hebras. Sitúase cara ao exterior en contacto con moléculas de auga

A parte hidrófoba (apolar), formada polas bases nitroxendadas, sitúanse na parte interna da dobre hélice sen contactar coa auga





ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS

ESTRUCTURA SECUNDARIA



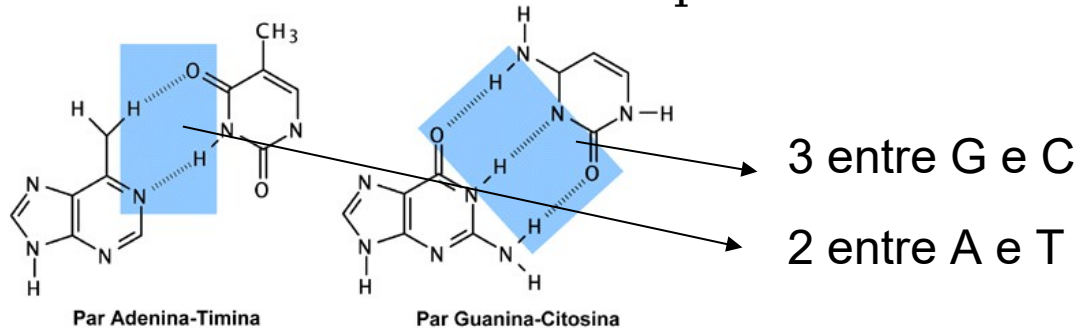
DOBRE HÉLICE

Febras COMPLEMENTARIA

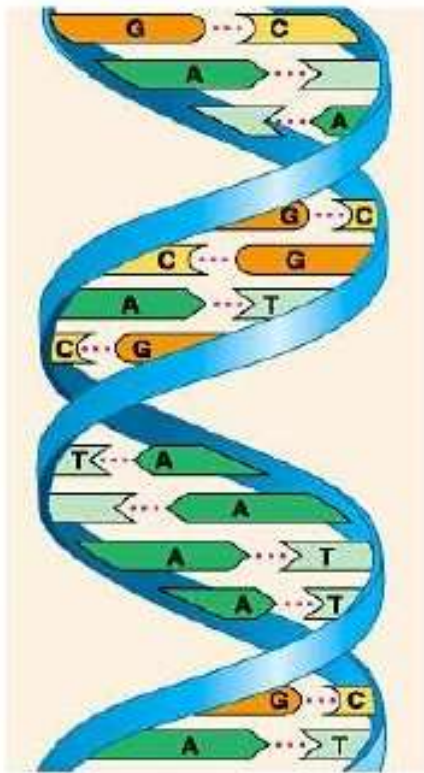
A unión entre as dúas febras faise a través de **pontes de Hidróxeno entre as bases nitroxenadas**.

A unión realízase sempre formando as **mesmas parellas** de bases:

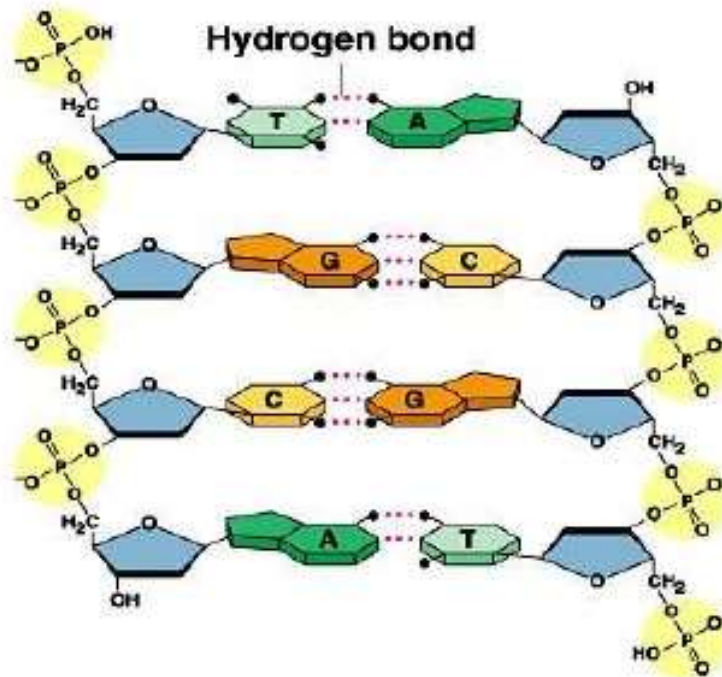
Enfrentada a unha Adenina sempre está a Timina
Enfrentada a Guanina sempre está a Citosina



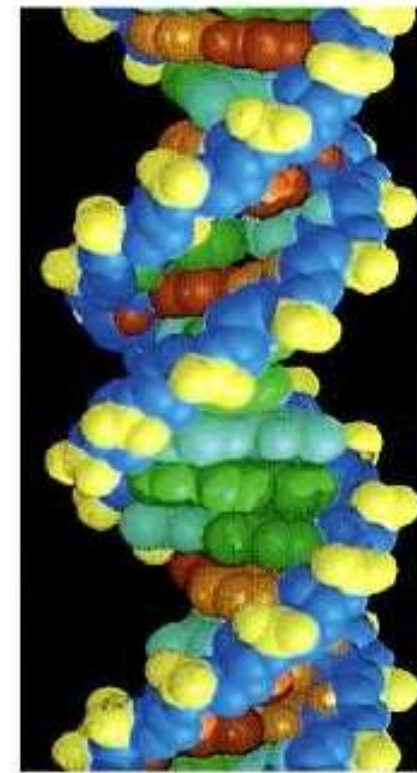
Doble hélice del DNA



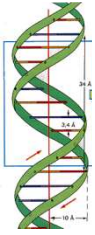
Ribbon model



Partial chemical structure



Computer model



ADN

DOBRE HÉLICE

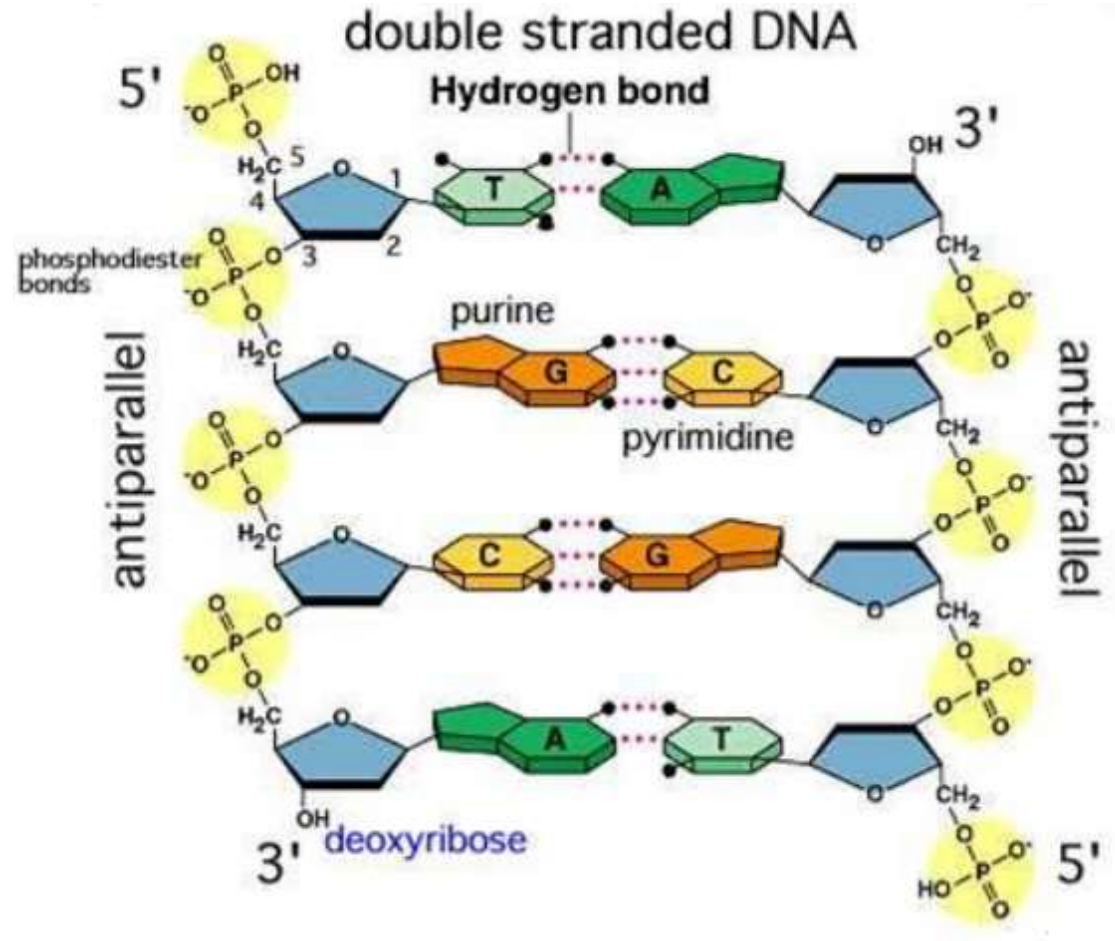
ÁCIDOS NUCLEICOS

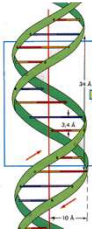
ESTRUCTURA SECUNDARIA



As febras son
ANTIPARALELAS:

A distancia entre as
hebras é a mesma
pero están en sentido
oposto





ADN

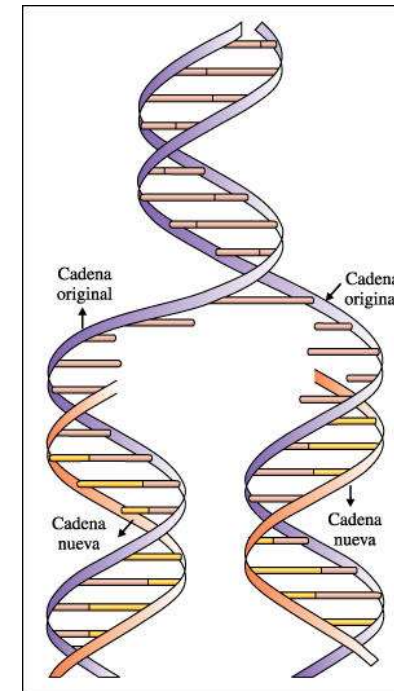
ÁCIDOS NUCLEICOS

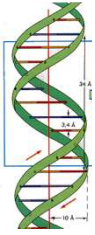


ESTRUCTURA SECUNDARIA

Explicación das funcións do ADN pola súa estrutura

- As **diferentes informacións xenéticas** dependen da composición e orde dos nucleótidos en cada unha das hebras
- Explica o **mecanismo de replicación**: a obtención de dúas moléculas a partir dunha: Sepáranse as dúas hebras e cada unha actúa como molde para a síntese dunha nova hebra complementaria
- Explica o **mecanismo de transferencia da información xenética** polo proceso de transcripción (síntese de ARNm a partir da copia complementaria dun fragmento (xen) do ADN)



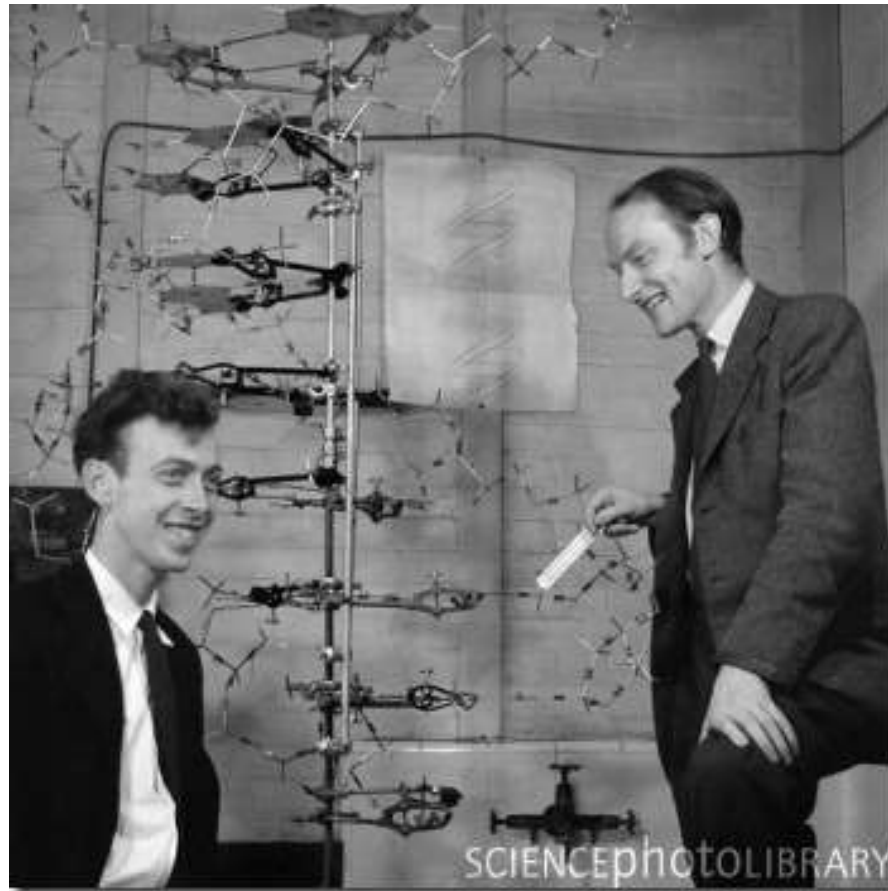


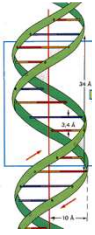
ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA SECUNDARIA





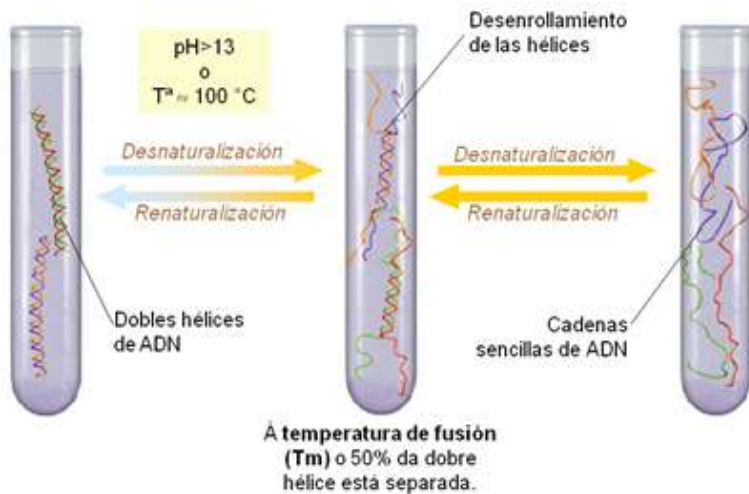
ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



desnaturalización

Perda da estrutura secundaria

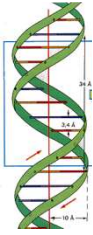


Desenrolamento das dúas hebras
ao quentalo ou por cambios no pH

Separación parcial ou total das
dúas febras,

Non afecta ao esqueleto covalente

É reversible



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA TERCIARIA

É a disposición que adopta a fibra de ADN ao asociarse a proteínas

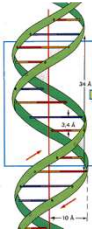
As estruturas terciaria e cuaternaria corresponden a distintos niveis de empaquetamento do ADN.

Células eucariotas

ADN (en dobre hélice) + proteínas HISTONAS

Estructuras nas que se presenta:

- CROMATINA. Na fase de reposo do ciclo celular
- CROMOSOMAS. Durante a mitose e a fase anterior



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



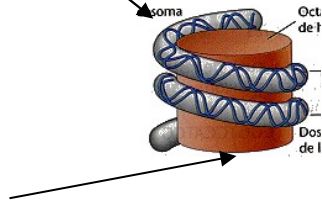
ESTRUCTURA TERCIARIA

É a disposição que adopta a fibra de ADN ao associarse a proteínas.

Colar de perlas ou fibra nucleosómica

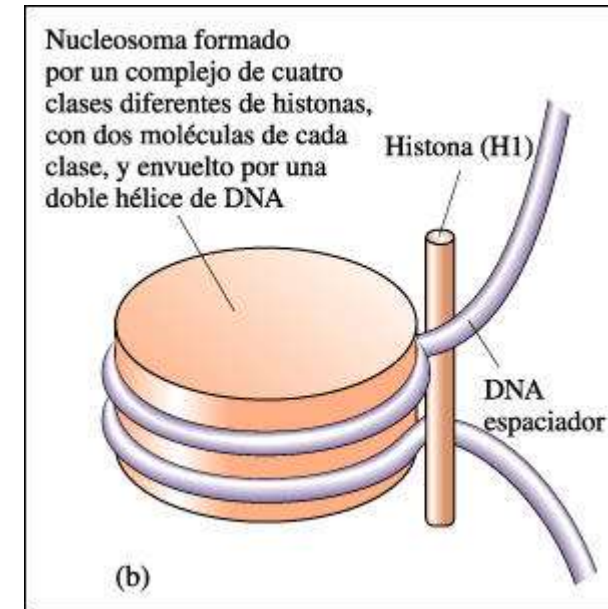
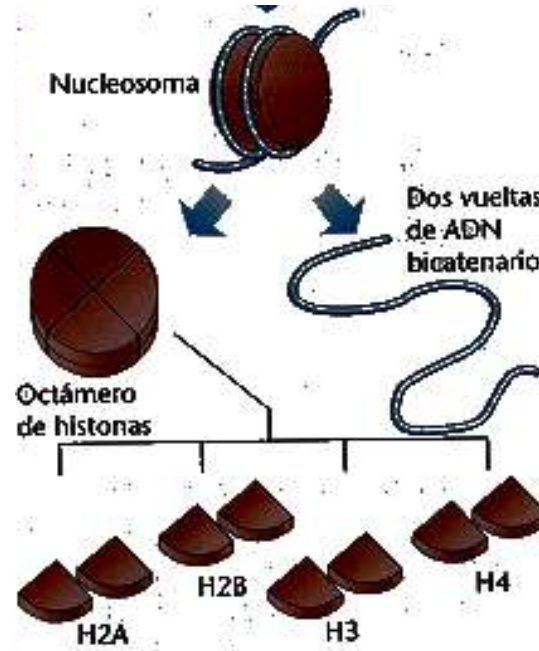
FIBRA DE CROMATINA DE 100Å

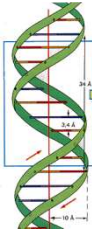
Dobre hélice de ADN
(carácter ácido)



Proteínas histonas (8)
(carácter básico)

Unidade: nucleosoma





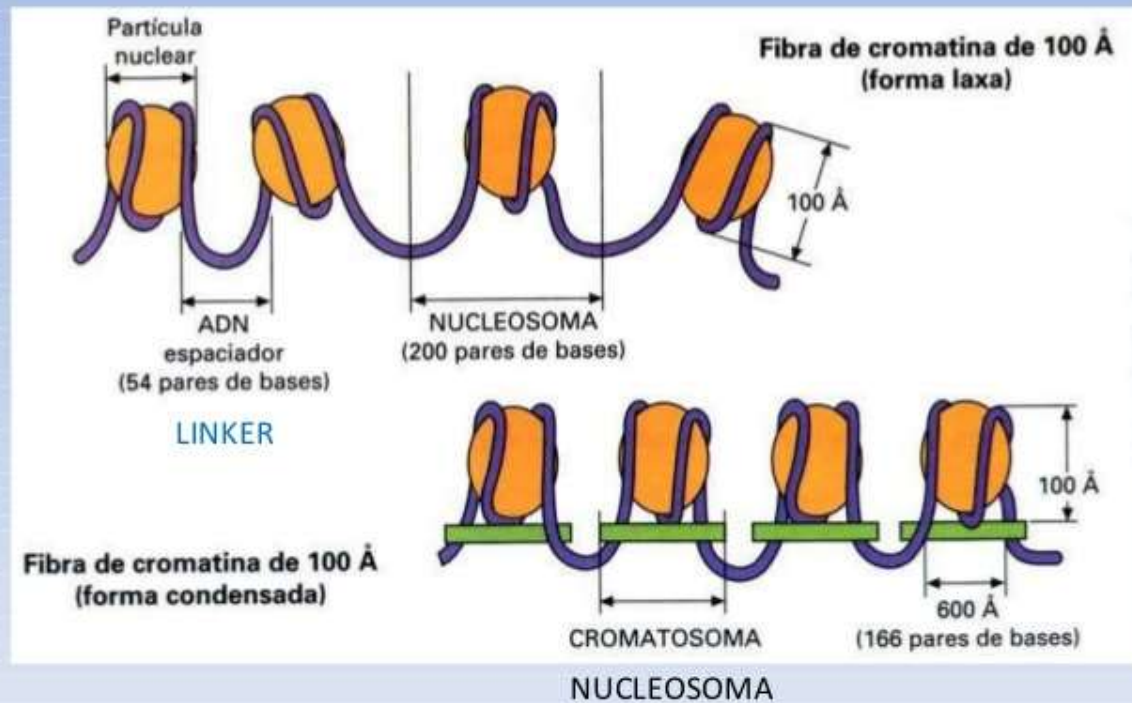
ADN

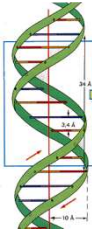
ÁCIDOS NUCLEICOS



ESTRUCTURA TERCIARIA

Collar de perlas – fibra de 10 nm





ADN

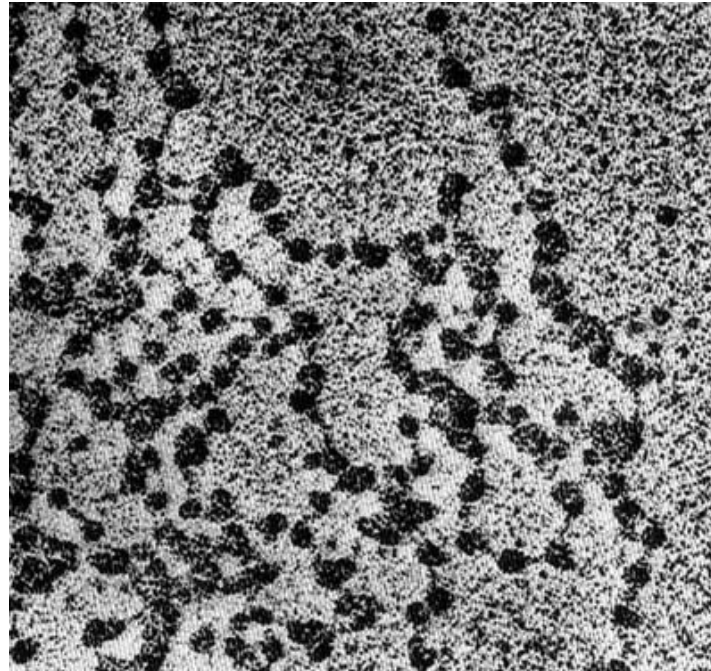
ÁCIDOS NUCLEICOS

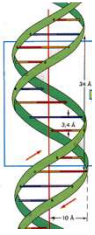


ESTRUTURA TERCIARIA

Colar de perlas ou fibra nucleosómica

Forma a maior parte da eucromatina





ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS



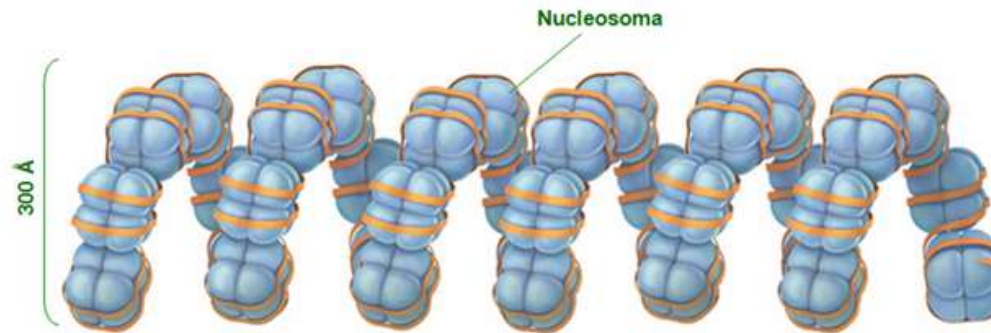
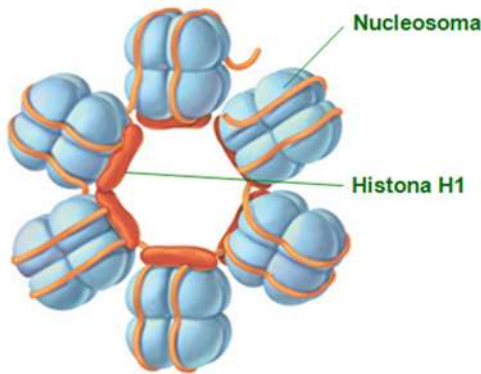
ESTRUCTURA CUATERNARIA

A disposición que adoptan os filamentos de cromatina ao enrolarse sobre si mesmos

Solenoides ou fibra de cromatina de 300A

Arrollamento sobre un eixo da fibra de 100A

As H1 únense formando o eixe central, en cada volta interveñen 6 nucleosomas



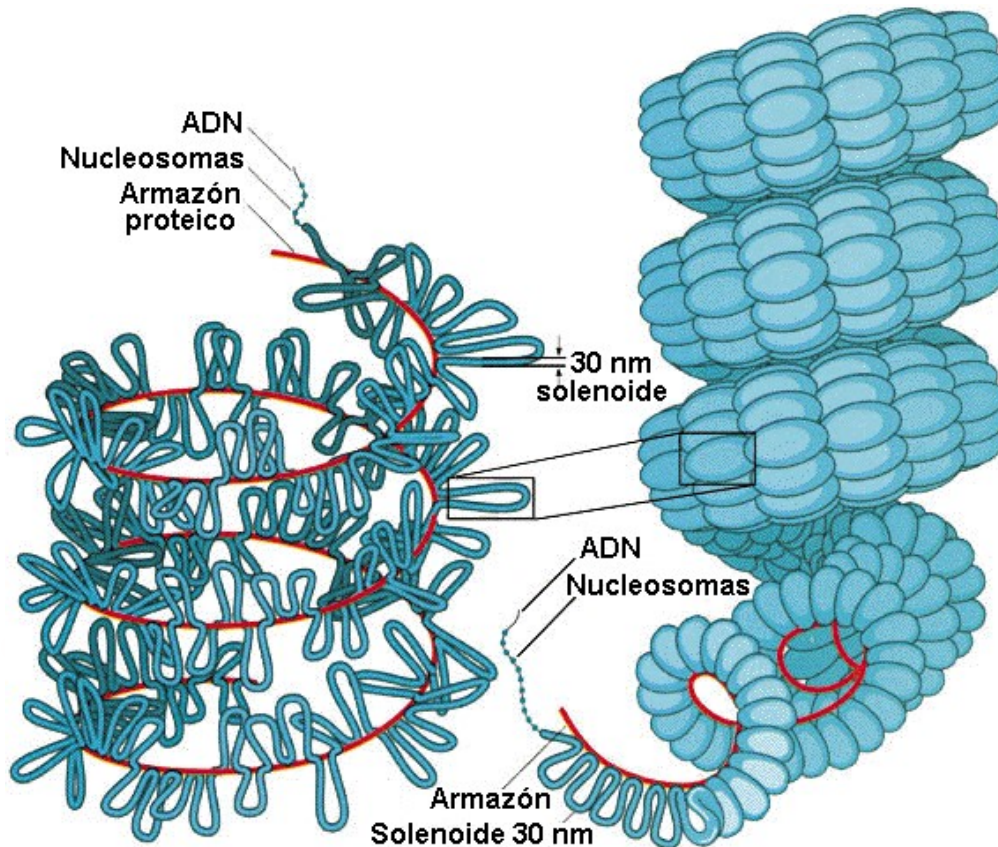
Niveis superiores de empaquetamento

Aínda non se coñecen ben os seguintes niveis de empaquetamento do ADN.

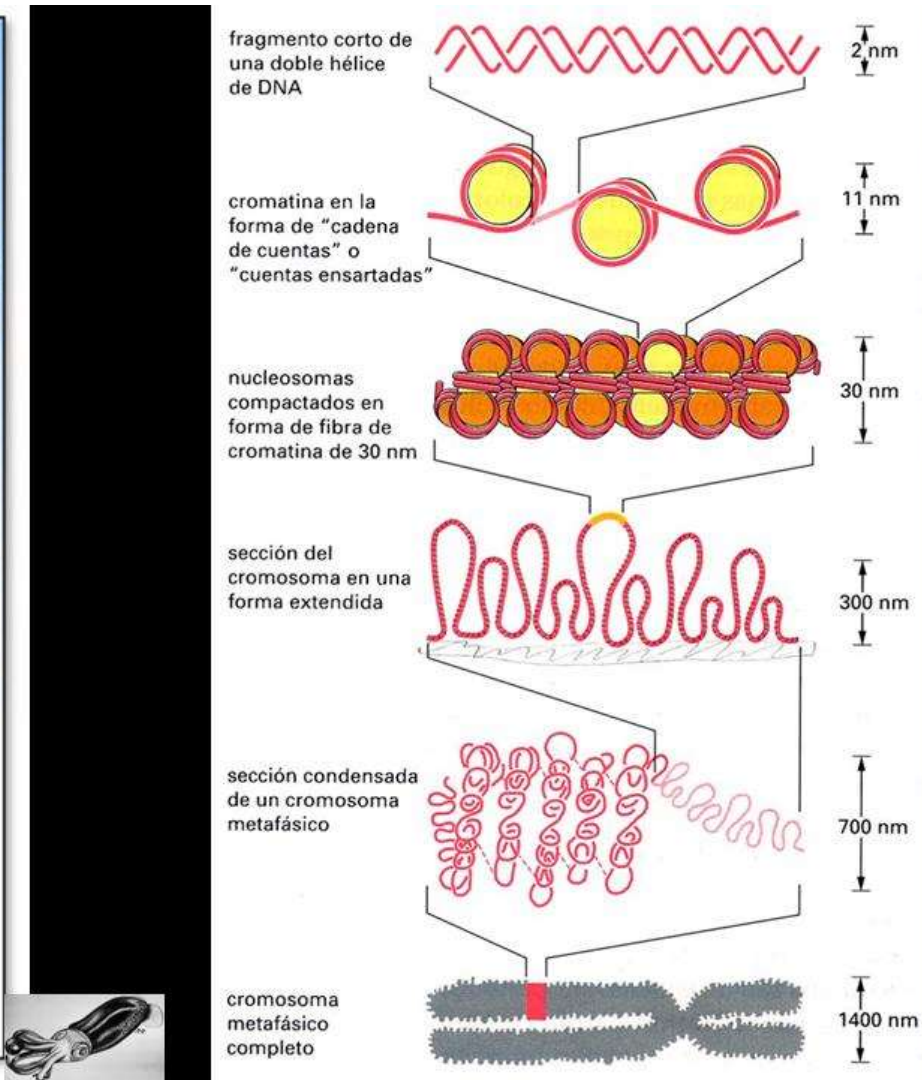
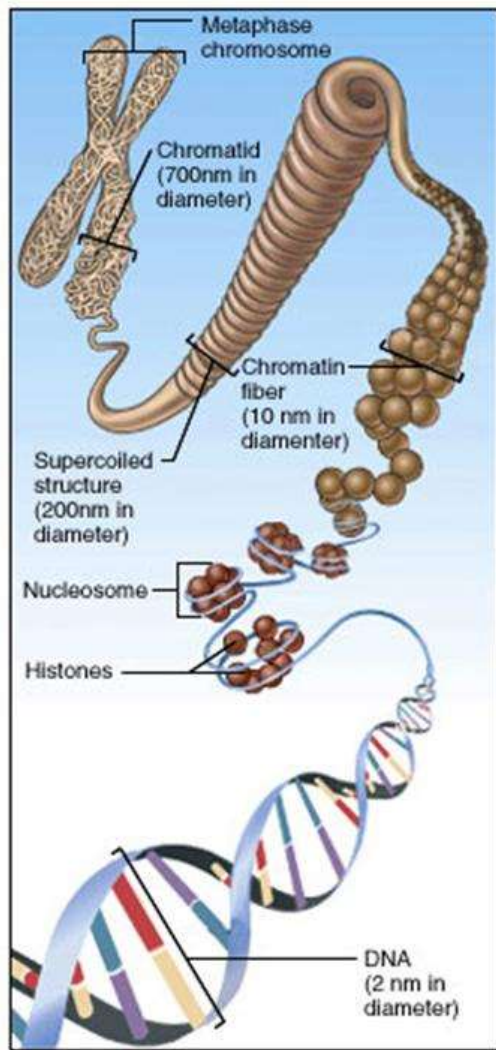
Co empaquetamento que supón a fibra de 300Å só se consegue reducir entre 35 e 40 veces a lonxitude da fibra de ADN. O grao de empaquetamento nos **cromosomas** é de unhas 10.000

Dominios en bucle

A fibra de 300Å forma unha serie de bucles, cosidérase que no cromosoma existe un eixo central de proteínas chamado armazón central ou andamio, sobre o que se ancoran os bucles



Estructura do cromosoma



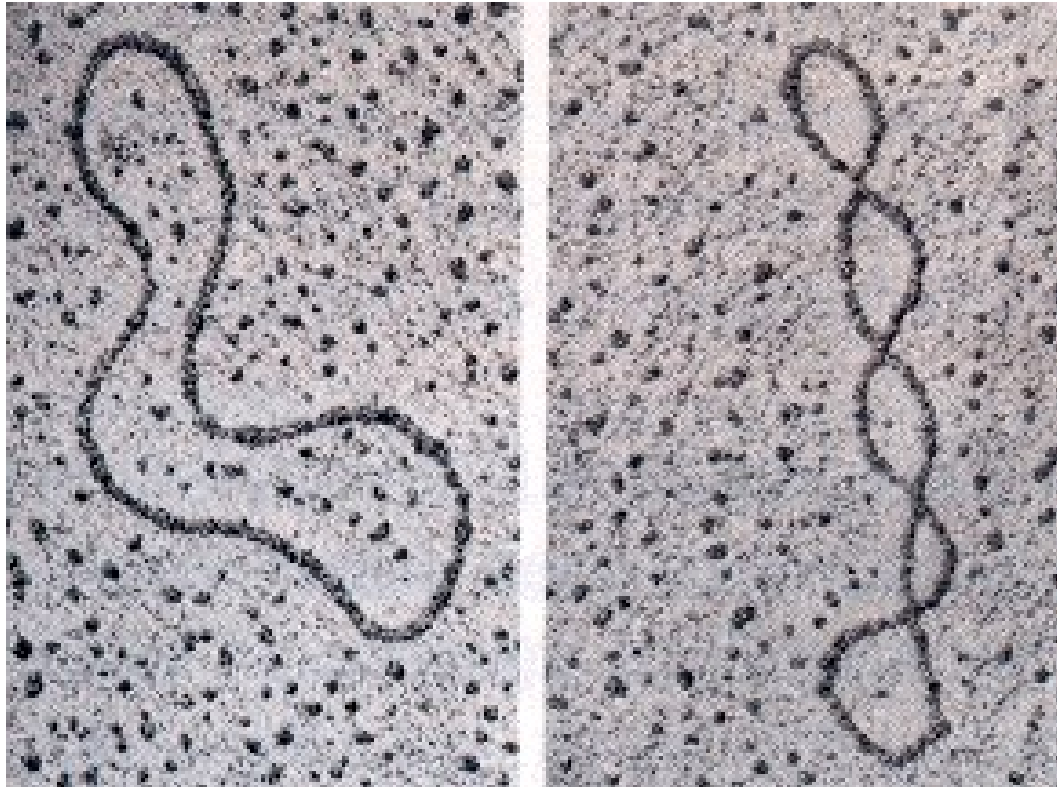
Enrollamiento dos filamentos de cromatina para formar cromosomas durante a fase de mitose

ÁCIDOS NUCLEICOS



ADN superenrolado

As moléculas de **ADN circular**, como o ADN bacteriano ou o ADN mitocondrial, presentan unha estrutura terciaria na que a fibra de 20Å se atopa retorcida sobre si mesma formando unha **estrutura de superhélice**.



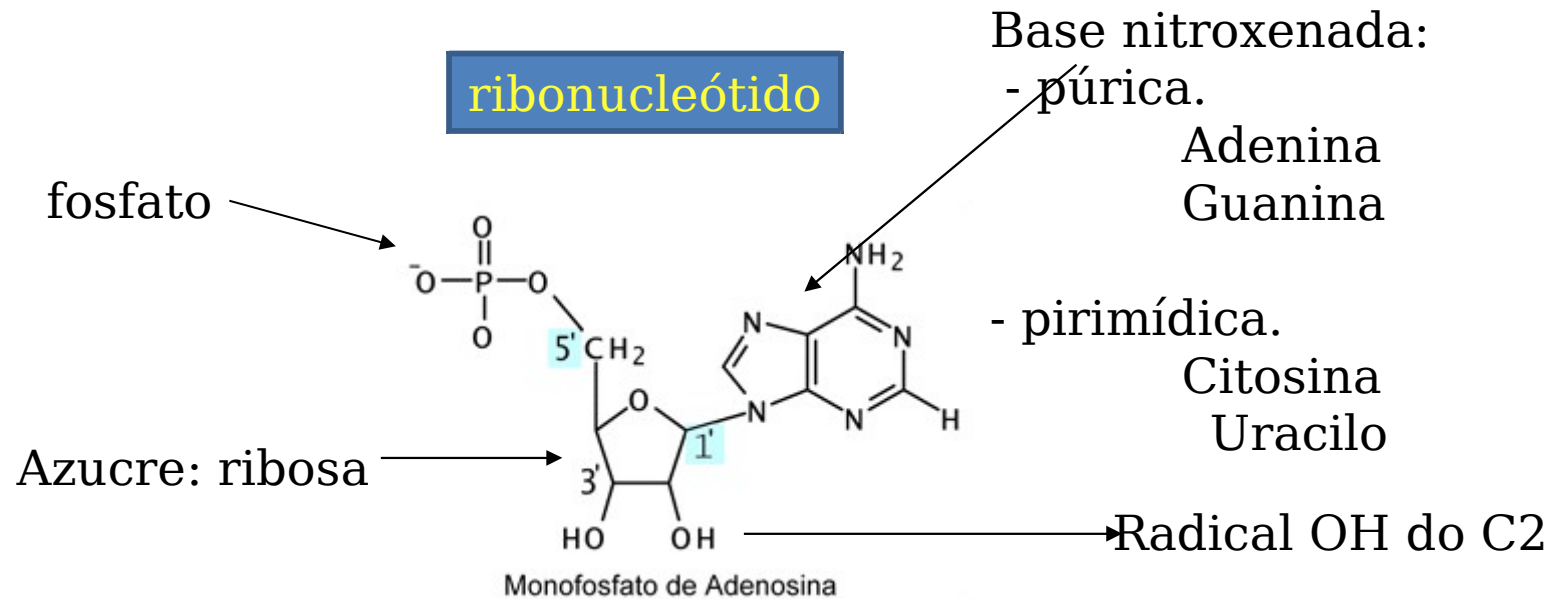
ARN

ÁCIDOS NUCLEICOS



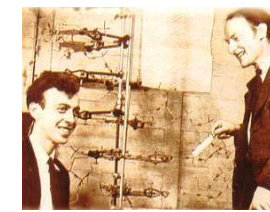
Polímero de ribonucleótidos unidos mediante enlaces fosfodiéster en sentido 5'→3'.
normalmente monocatenario.

Molécula muito mais cortas que o ADN

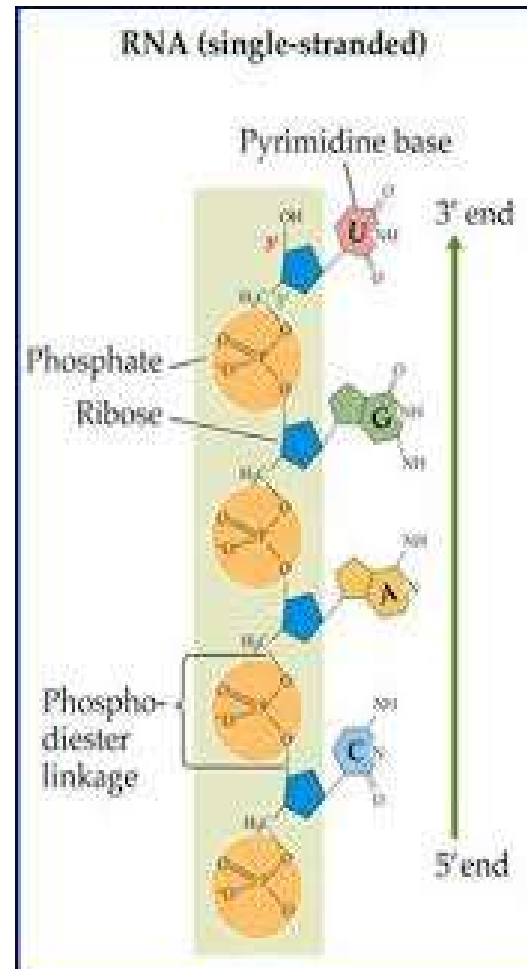
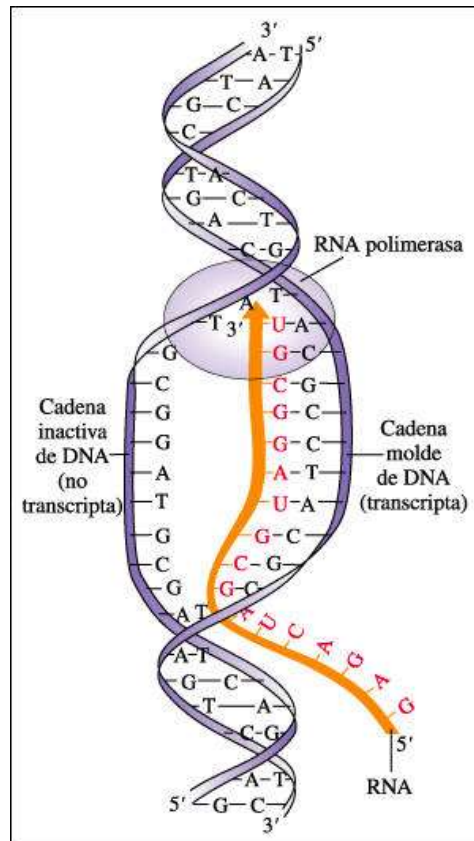


ARN

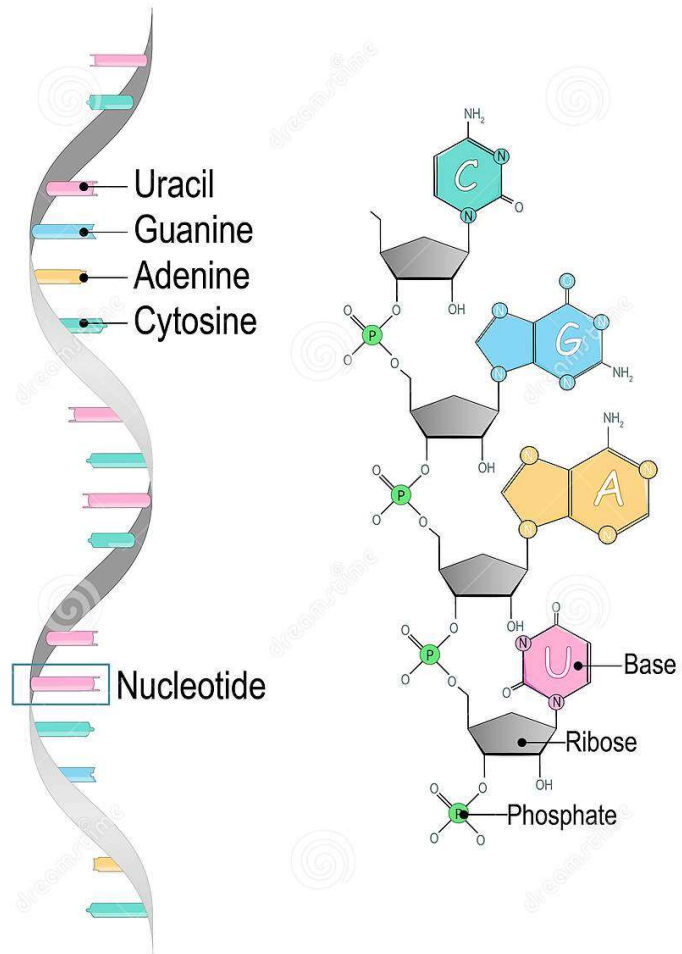
ÁCIDOS NUCLEICOS



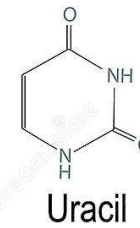
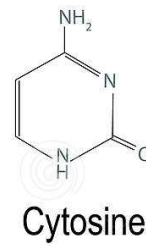
Secuencia complementaria a un segmento dunha hebra de ADN, seguindo as regras de emparellamento de bases: A-U G-C



Structure of RNA



PYRIMIDINES



PURINES

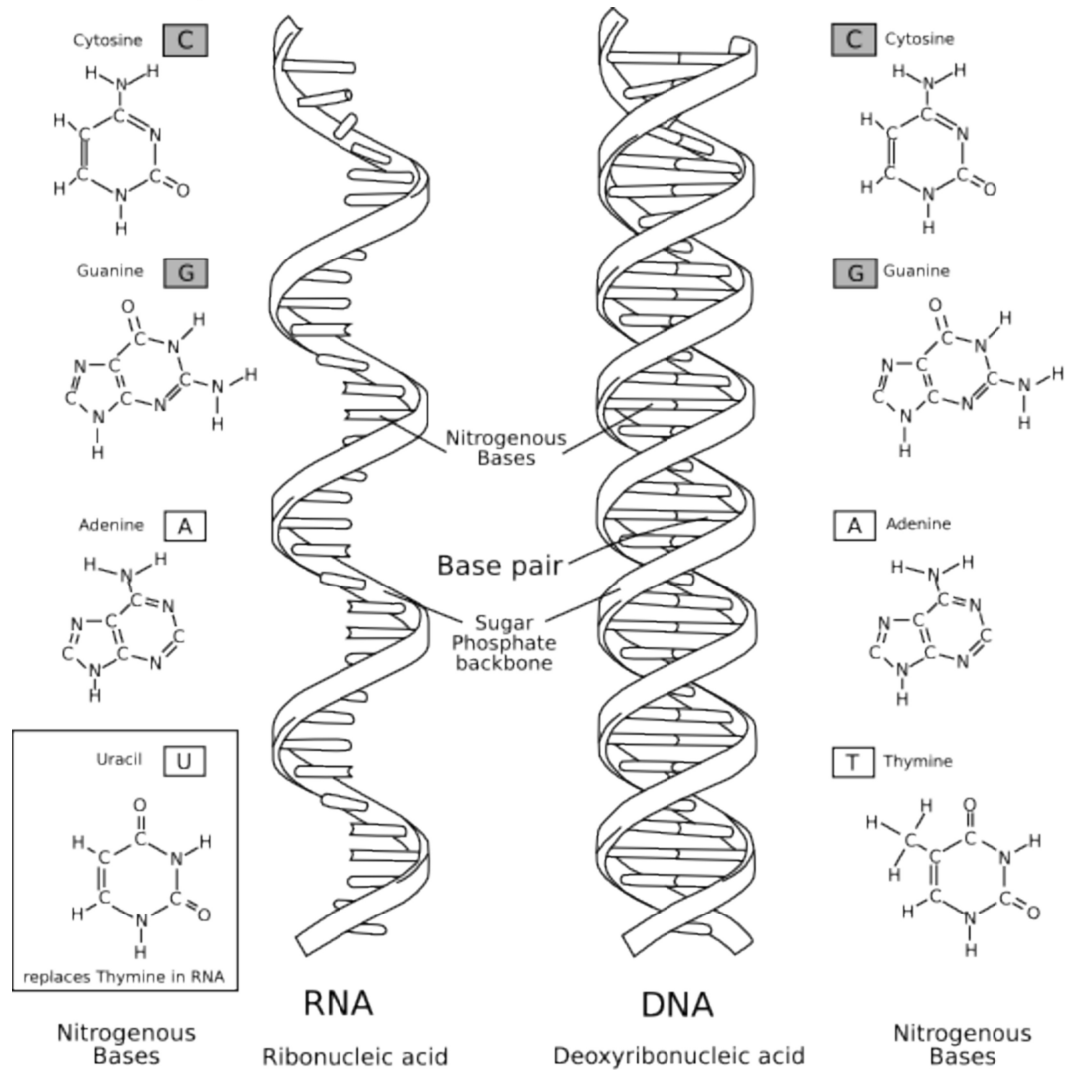


ARN

ÁCIDOS NUCLEICOS



Comparativa ARN e ADN



ARN

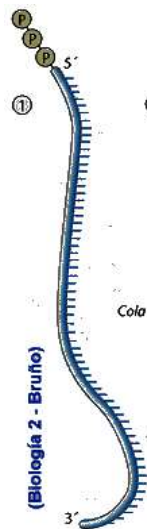
ÁCIDOS NUCLEICOS



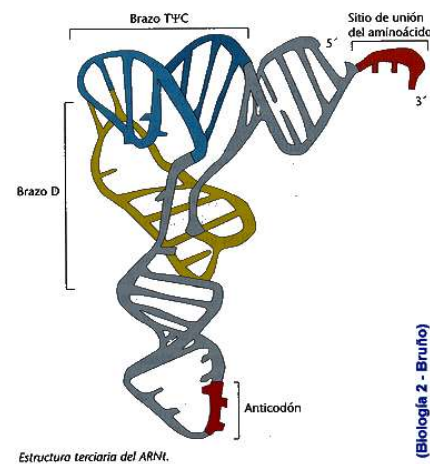
Tipos de ARN

En todas las células hay 3 tipos de ARN implicados en la síntesis de proteínas

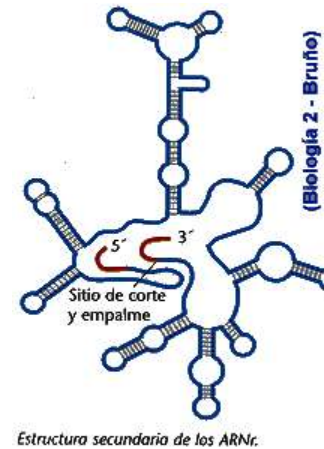
ARN mensajero



ARN transferente



ARN ribosómico



ÁCIDOS NUCLEICOS

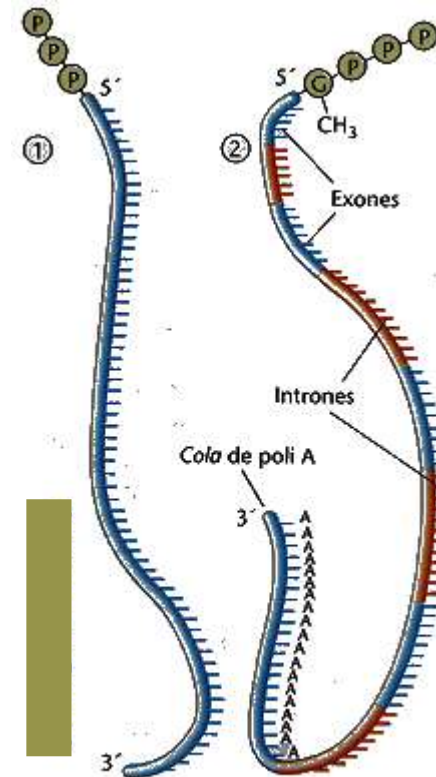


ARN MENSAXEIRO (ARNm)

- Cadeas de longo tamaño con estrutura lineal.
- A sua **función** é ser o intermediario no traslado da información xenética do ADN do núcleo ao citoplasma.
- Sintetízase no núcleo celular (transcripción), e pasa ao citoplasma onde se une os ribosomas para a síntesis proteica

Procariotas.

Cada molécula de ARNm contén información separada para a síntese de varias proteínas distintas, e denomínase **policistrónico**



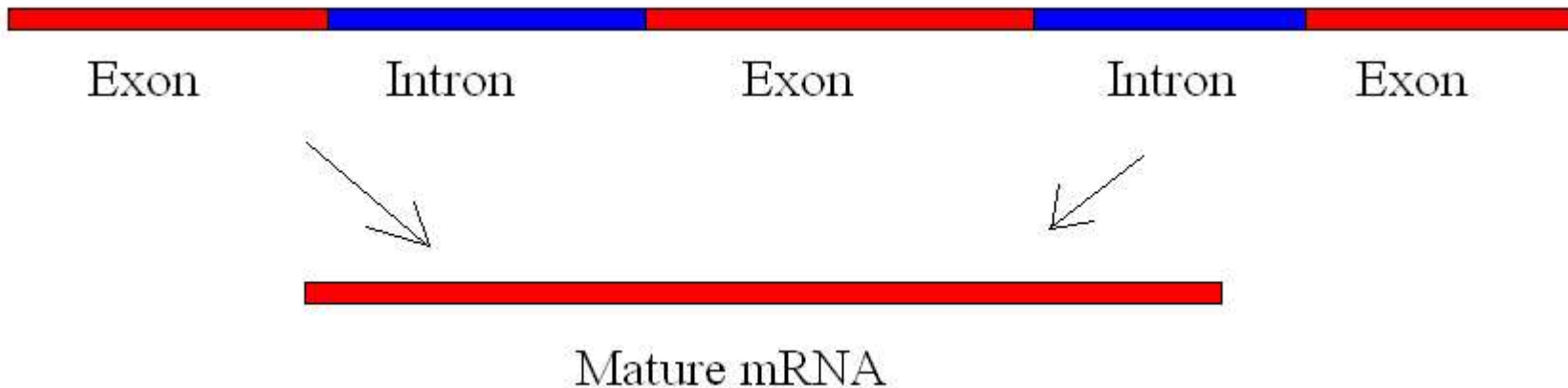
ARN mensaxeros (ARNm) de procariotas (bacterias) (1) y de eucariotas (2).

ARN MENSAXEIRO (ARNm)

Eucariotas.

Cada molécula de ARNm contén información para a síntese de unha proteína distinta, e denomínase **monocistrónico**

- Sintetízase como transcrito primario, ARN heteroxéneo nuclear (**ARNhn**) ou pre-ARN, que modifícase no núcleo antes de exercer a súa función (**maduración** do ARN).
- O ARNhn está formado por dous tipos de segmentos que se alternan:
 - Exóns, segmentos con información.
 - Intróns, segmentos sen información que serán suprimidos e non aparecen no ARNm.

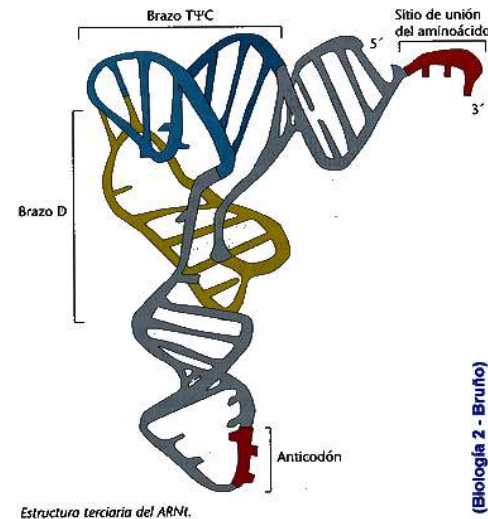
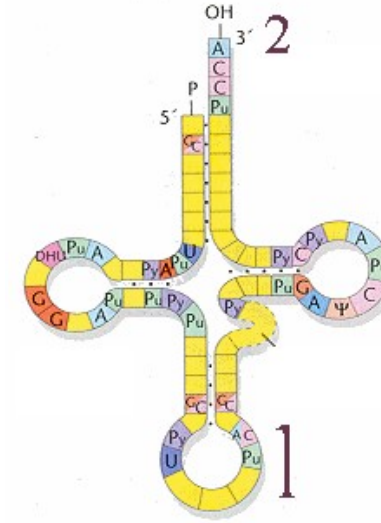


ARN TRANSFERENTE (ARNt)

- Son moléculas de pequeño tamaño
- É monocatenario, pero nalgunahs zonas presentan apareamento de bases intracatenarias (en doble hélice), con bucles de zonas sen aparear, cunha forma similar a unha folla de trevo.
- Reprégase adquirindo unha estrutura terciaria en forma de L

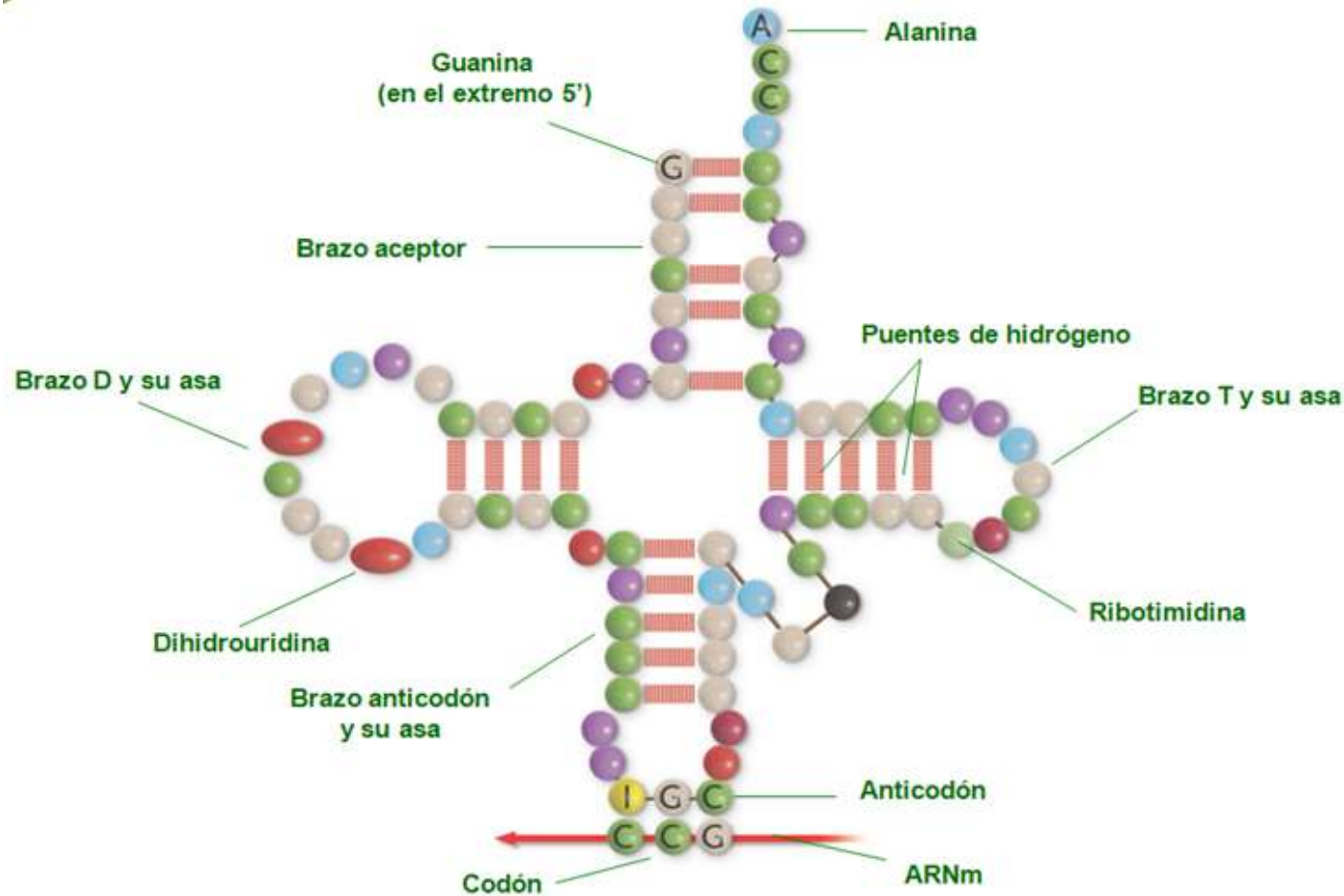
Función:

Unirse a aminoácidos e transportarlos ata o ARNm para sintetizar proteínas.



ARN TRANSFERENTE (ARNt)

- O anticodón é complementario dun fragmento de ARNm chamado codón.
- Hai un ARNt distinto para cada aa.

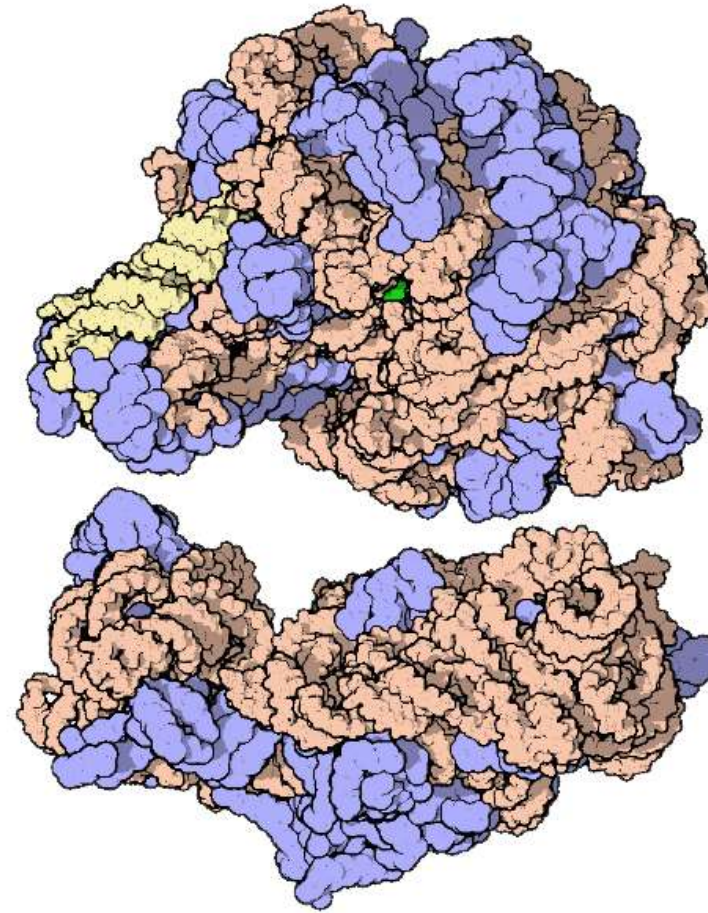


ARN RIBOSÓMICO (ARN_r)

- Constitúe até un 80% do total do ARN dunha célula.

Función: Son varios fragmentos de ARN que asociados as proteínas forman os ribosomas.

-Presentan segmentos liñais e segmentos en dobre hélice (estrutura secundaria), debido á presenza de secuencias complementarias ao longo da molécula. Ao asociarse coas proteínas adquire estrutura terciaria.

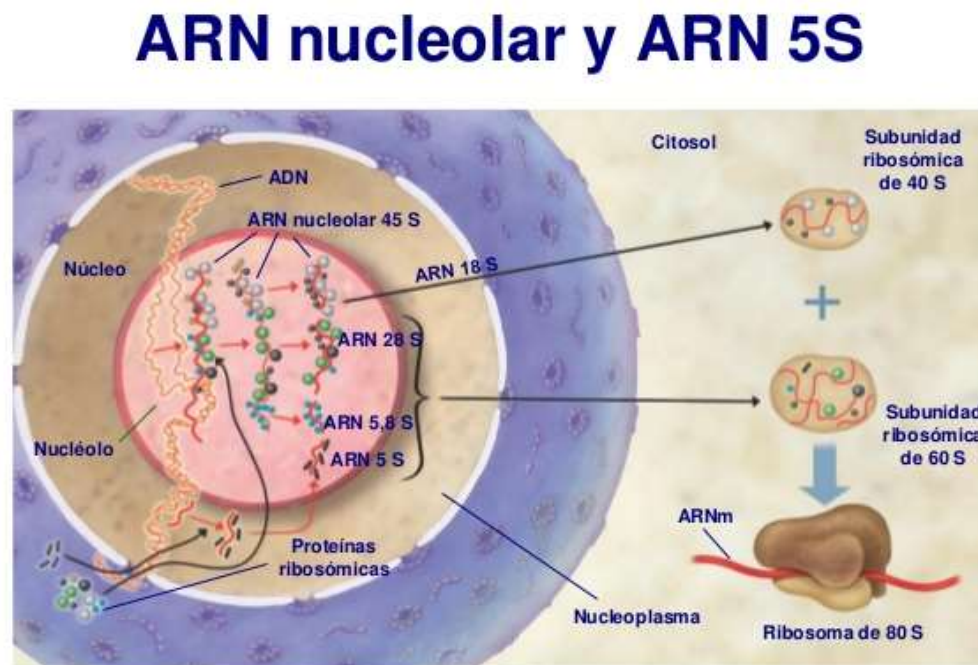


Ribosoma. ARN cor claro e proteínas en azul

Outros ARNs

ARN nucleolar(ARNn)

- Sintetízase no nucleolo, a partir dunha secuencia de ADN que xúntanse formando o organizador nucleolar
- Ao fragmentarse forma os distintos ARNr.



- ARN reguladores:

- ARN nucleolar pequeño (ARNns).

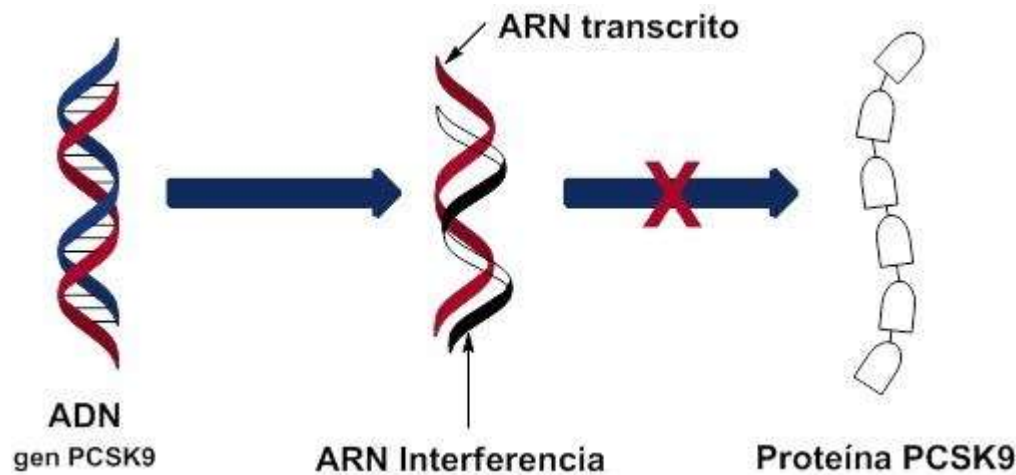
- Intervén na maduración do ARNm eliminando os intróns

- ARN de interferencia (ARNi)

Molécula bicatenaria duns 20-25 nucleótidos que é empregado por algunhas enzimas para recoñecer determinados tipos de ARNm que posteriormente serán degradados

Estase investigando para a súa utilización médica (enfermidade de Huntintong

- Ribozimas. Fragmentos de ADN con función catalítica



FUNCIÓN DO ARN

SÍNTESE DE PROTEÍNAS: función principal do ARN

- Transcrición. Un fragmento da información do ADN cópiase a unha molécula de ARNm.
- O ARNm transporta esta información do nucleu celular ao citoplasma.
- Traducción. A información contida nos nucleótidos pásase a aa.

ALMACENAXE DA INFORMACIÓN XENÉTICA.

Algúns virus gardan asúa información xenética no ARN:

- Monocatenario (coronavirus, gripe ou polio);
- Bicatenario (reovirus)

ARN reguladores.

- Algúns tipos de ARN regulan a expresión xénica grazas a que son complementarios de rexións específicas do ARNm o do ADN.

SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

