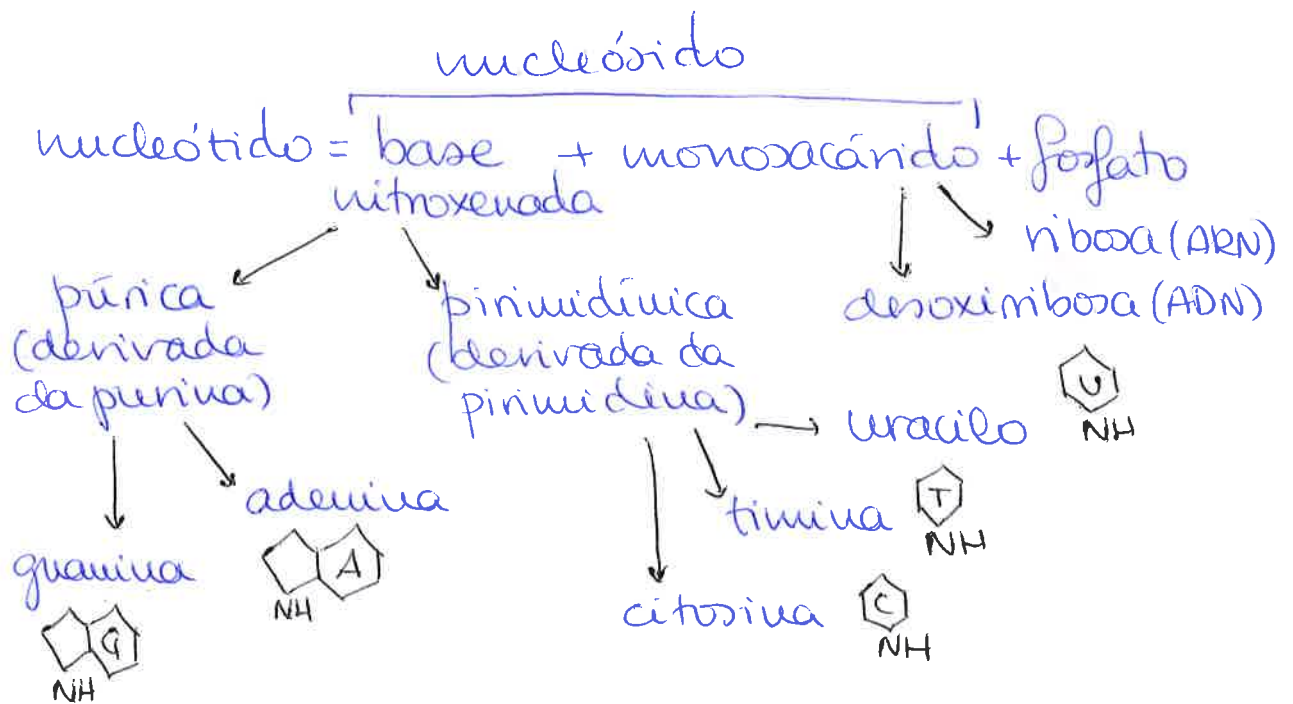


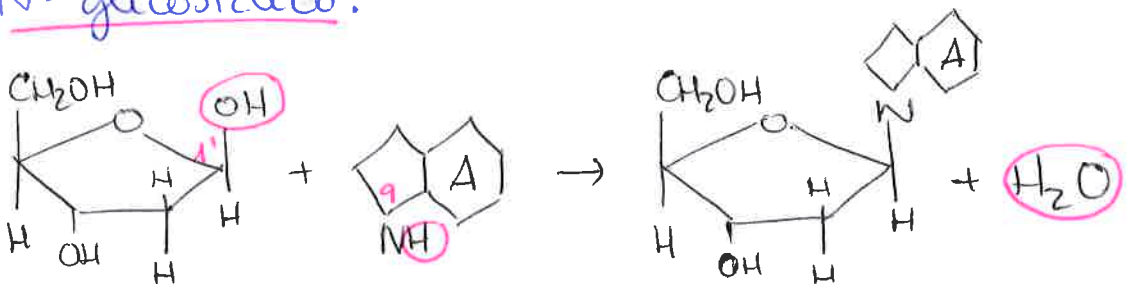
# Tema 6: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SERES VIVOS V: AÇ. NUCLEICOS

Os aç. nucleicos, ADN e ARN, são macromoléculas que armazenam e transmitem a informação genética das células. Estas macromoléculas estão formadas por nucleótidos, também presentes em forma livre desempenhando grau variedade de funções.

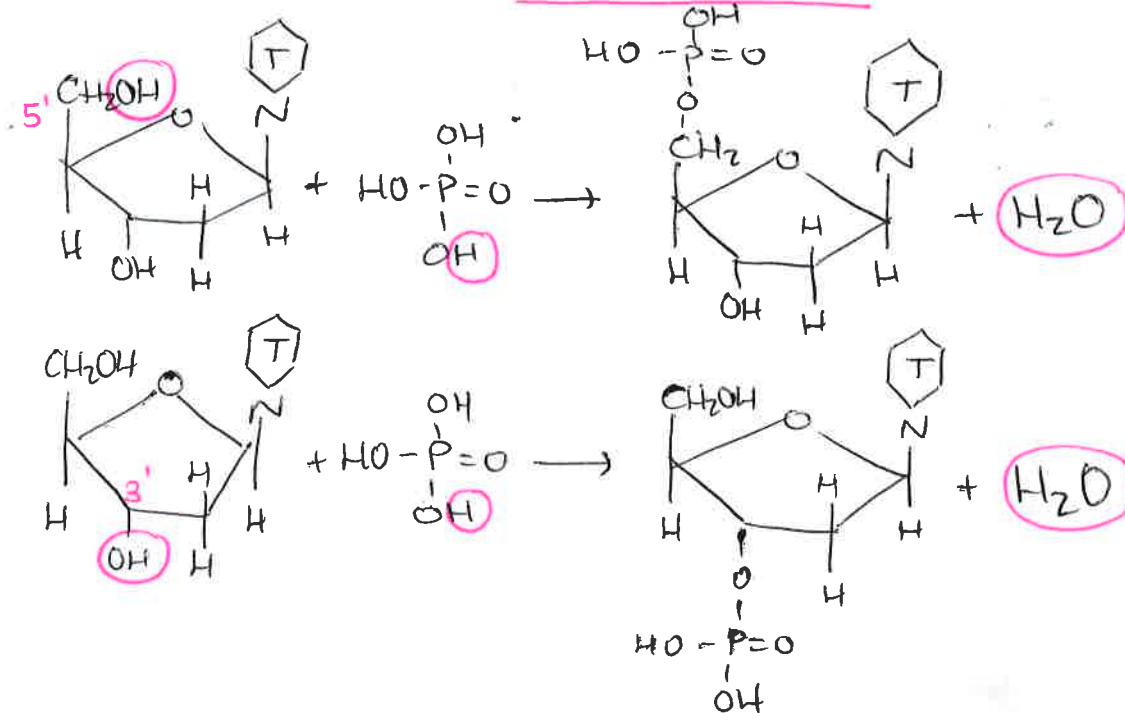
## □ Nucleósidos e nucleótidos



Para formar um nucleósido, a base une-se ao carbono 1' da pentose com enlace N-glicosídico:



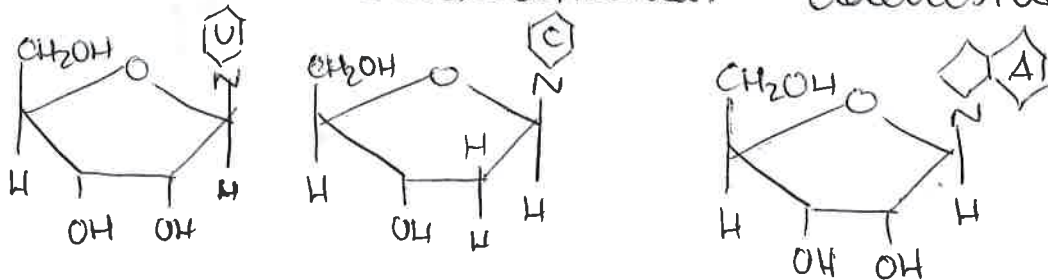
Para formar um nucleótido, os grupos fosfato unem-se ao carbono 5' ou 3' mediante um enlace éster:



\* COMO NOMEAR NUCLEÓSIDOS:

Escrevese o nome da base rematado em -osina se a base é púrica; se é pirimidínica remata em -idina. Se a pentosa é a  $\beta$ -D-desoxiribofurancosa engãdese o prefixo desoxi-.

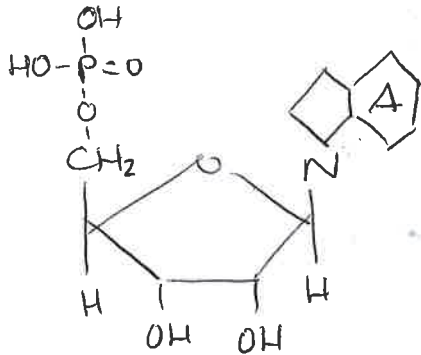
Uridina:      Desoxicitidina:      Adenosina:



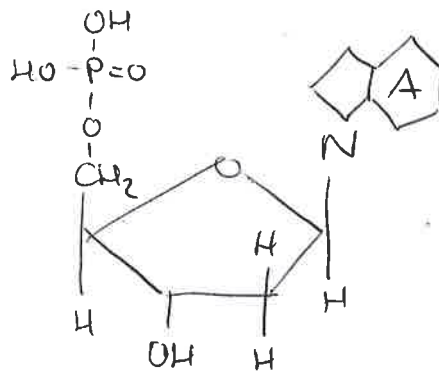
## ⊛ COMO NOMEAR NUCLEÓTIDOS:

1) Antepõe-se "ácido" o nome da base e engadindo -ílico:

ác. adenílico:

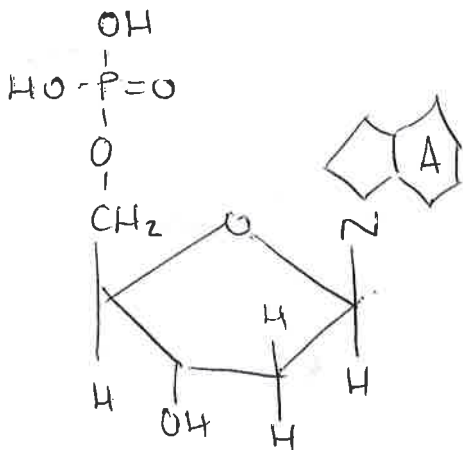


ác. desoxiadenílico:



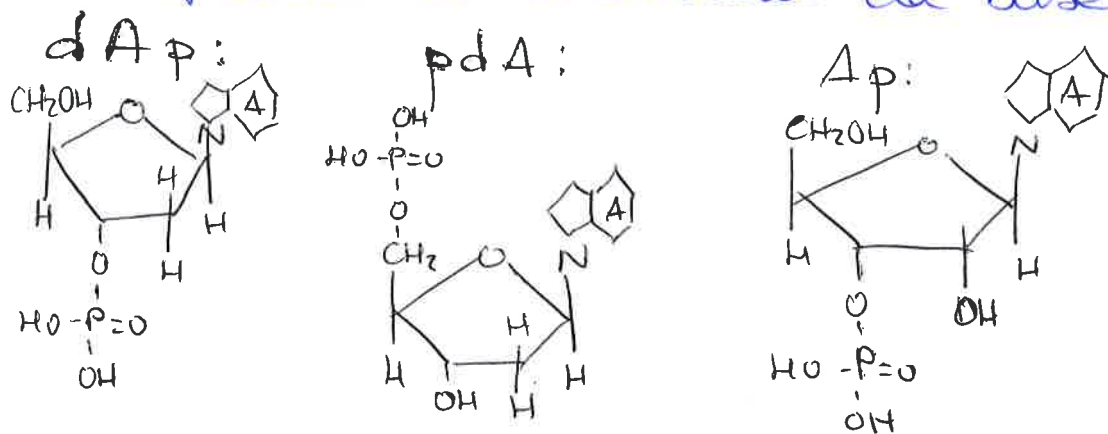
2) Nome-se como nucleósido e engadindo a posición do grupo fosfato esterificado. Cando é en 5' pódense pór as siglas, e se a pentosa é a  $\beta$ -D-desoxiribofurancosa antepõe-se "d" ás siglas.

Desoxiadenosín(a)-5'-monofosfato/dAMP:





3) Coa inicial da base nitrogenada em maiúscula e um "p" minúsculo diante (se o fosfato esterifica em 5') ou detrás (se o fosfato esterifica em 3'). Se a pentose é a  $\beta$ -D-desoxiribofuransa antepõe-se "d" à inicial da base.



### \* FUNCIONES DOS NUCLEÓTIDOS LIBRES:

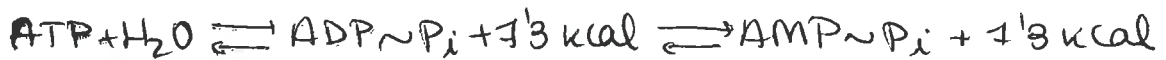
Son derivados dos nucleótidos de interesse biológico.

• NUCLEÓTIDOS TRIFOSFATO: Os enlaces entre os grupos fosfato podem hidrolizarse, produciendo fosfato inorgánico (pirofosfato) e liberando enerxía. A parte do GTP, do TTP e do CTP, destaca o ATP:

The image shows the chemical structure of ATP (Adenosine Triphosphate). It consists of three phosphate groups linked together, with the third phosphate group attached to the 5' carbon of an adenosine (ribose sugar with adenine base).

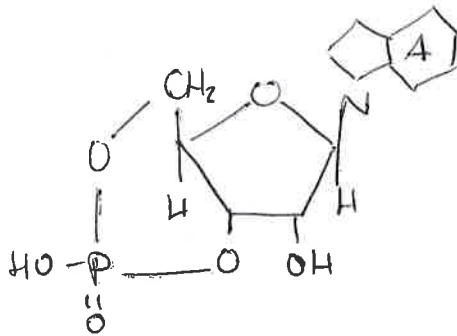
## Desfosforilación e fosforilación do ATP:

desfosforilación →



← fosforilación

- AMP cíclico (AMP<sub>c</sub>): actúa no interior da célula como un mensaxeiro químico, controlando a velocidade de moitas reaccións metabólicas.

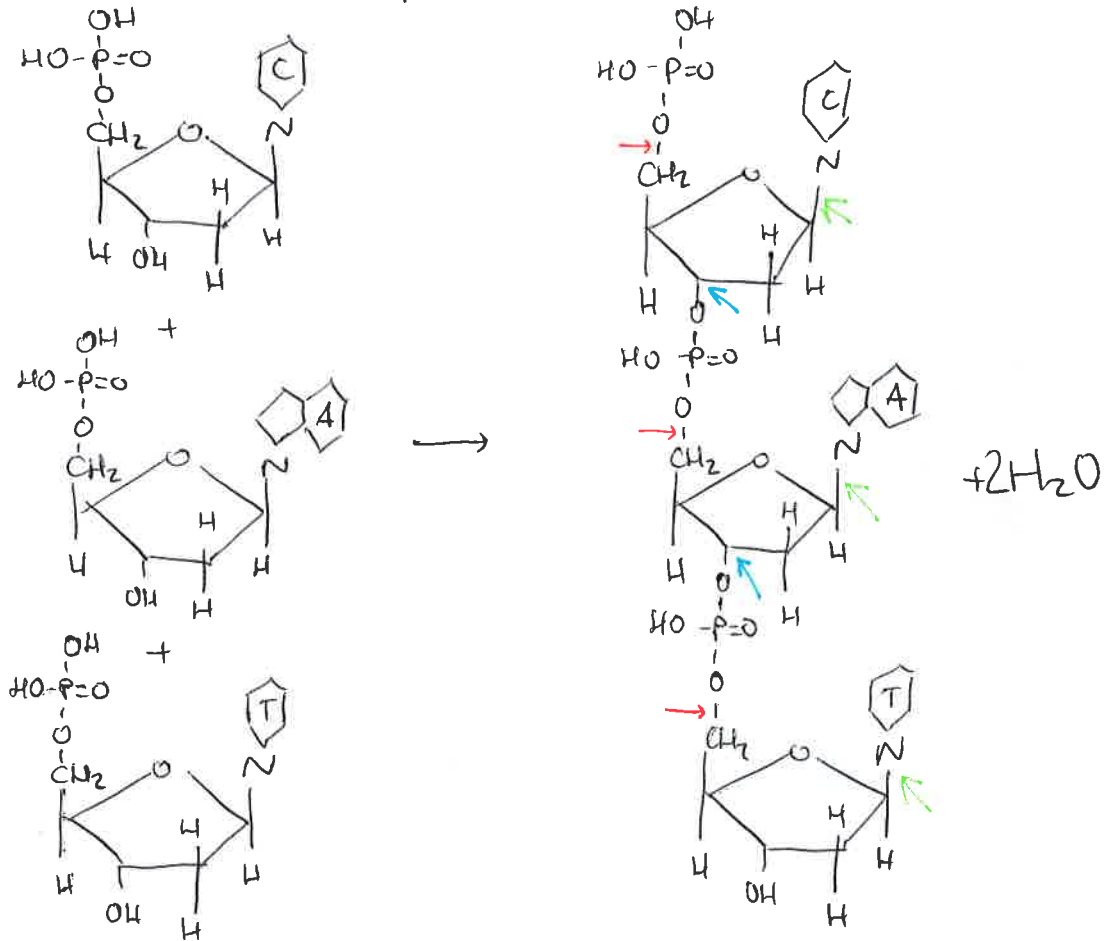


- Coenzimas de enzimas deshidroxenadas (as cales separan H dos substratos e participan nas reaccións de óxido-redución do metabolismo):

- coenzima A (CoA)
- flavín adenín dinucleótido (FAD)
- nicotinamida adenina dinucleótido (NAD)
- nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP)
- flavín mononucleótido (FMN).

# □ Polinucleótidos

Resultam da união de nucleótidos mediante enlaces fosfodiéster entre os OH dos carbonos 5' e 3' das pentosas de nucleótidos consecutivos.



Enlaces num polinucleótido:

- fosfodiéster
- éster
- N-glicosídico

## \* CARACTERÍSTICAS DO ENLACE FOSFODIÉSTER:

É um tipo de enlace covalente entre um grupo hidroxilo do carbono 3' e um grupo fosfato e deste, com outro grupo hidroxilo do carbono 5', formando-se así um dobre enlace éster.

Estes enlaces son essenciais para a vida e son responsables do esqueleto das febras de ADN e ARN.

## □ ADN

É um polidesoxirribonucleótido formado polos nucleótidos A, T, G, C, unidos entre si por enlace fosfodiéster no sentido 5' → 3'.

## ADN nas células

- ADN NUCLEAR: asociado a histonas. Bicatenario e lineal.
- ADN DE CLOROPLASTOS E MITOCONDRIAS: asociado a histonas, ARN e proteínas non histonas. Bicatenario e circular.

A dobre hélice de ADN pode desnaturar por temperaturas elevadas, cambios no pH, altas concentracións salinas... As 2 febras sepáranse ao romper as pontes de H.



## \* ESTRUTURA DO ADN:

- ESTRUTURA PRIMARIA: é a secuencia de nucleótidos dunha soa cadea. Pode estar coma un filamento ou dobrado en si mesmo. Pódense distinguir nel un esqueleto de fosfopolíde-  
soximbosas e unha secuencia de bases nitrogenadas.

A partir desta estrutura é posible estruturar a mensaxe biolóxica ou a información xenética.

- ESTRUTURA SECUNDARIA: disposición no espazo de 2 febras ou cadeas de polinucleótidos en dobre hélice, coas bases nitrogenadas enfrentadas e unidas por pontes de hidróxeno.

Esta estrutura deduciuse a partir dos seguintes datos:

- A densidade e viscosidade das dispersiones acuosas de ADN eran distintas das que se calcularan a partir da súa composición química. Polo tanto, os grupos  $-NH_2$ ,  $C=O$  e  $=NH$  debían establecer pontes de hidróxeno entre si.

- Nas análises químicas da frecuencia de aparición de nucleótidos, Chargaff chegou ás seguintes conclusións:



- A proporção relativa das quatro bases apresenta uma grande variabilidade entre as espécies, mas estas proporções são similares entre os indivíduos da mesma espécie.
- Princípio de equivalência:  
 $\text{cant. A} = \text{cant. T}$  e  $\text{cant. C} = \text{cant. G}$ .
- A quantidade de bases púricas é igual que a de pirimidínicas.
- A difração de raios X baseia-se na desvio de ondas quando incidem sobre um átomo. Dá lugar a um desvio de pontos no que se pode medir a distância entre átomos (laueogramas).

## — Modelo de Watson e Crick (1953) —

O ADN está formado por 2 cadeias de desoxirribonucleótidos antiparalelas (uma é  $5' \rightarrow 3'$  e a outra  $3' \rightarrow 5'$ ), complementarias (A-T e G-C) e enroladas de forma plectonímica (em forma de dobre hélice).

Os grupos hidrofóbicos estão cara ao interior, estabelecendo interações hidrofóbicas que colaboram com pontes de H entre A-T (2 pontes) e G-C (3 pontes).

Cada  $3\frac{1}{4} \text{ \AA}$  há um nucleótido, cada  $34 \text{ \AA}$  há uma volta e um diâmetro de  $20 \text{ \AA}$ .

## Formas B, A e Z

Conhecem-se 3 tipos de estrutura em dobre hélice do ADN:

- Forma B: estrutura descrita por Watson e Crick.

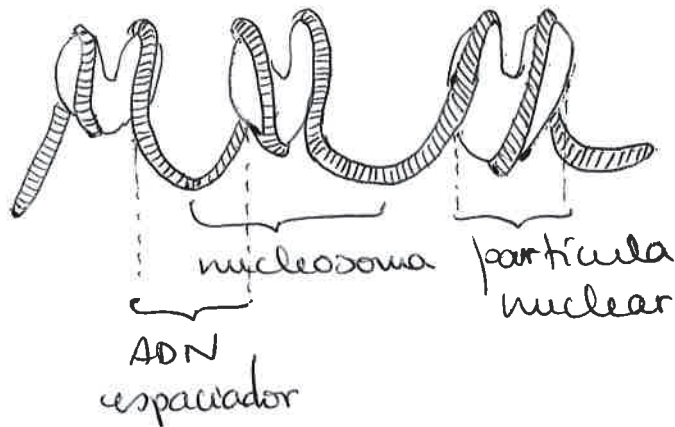
- Forma A: mais ancha e curta, originada ao dessecarse a forma B.

- Forma Z: dobre hélice levógiara con configuración en zig-zag. Aparece en rexións do ADN onde se alternan moitas citosinas e guaninas.

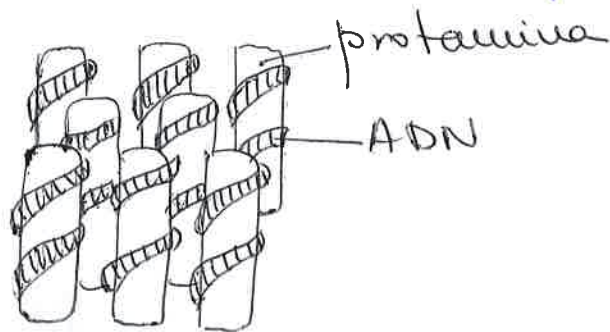
- ESTRUTURA TERCIARIA: primer nivel de empacotamento do ADN no núcleo celular eucariota.

- Estrutura de Colar de perlas: recibe o nome de fibra de cromatina de 100 Å. Atópase no núcleo en reposo formando a cromatina (complexo supramolecular de ADN e proteínas). O colar de perlas é unha sucesión de partículas nucleares enlazadas por unha dobre hélice de ADN. A este conxunto que se vai repetindo denomínase nucleosoma. As partículas nucleares están formadas por 8 his-

tonas e um segmento de ADN.

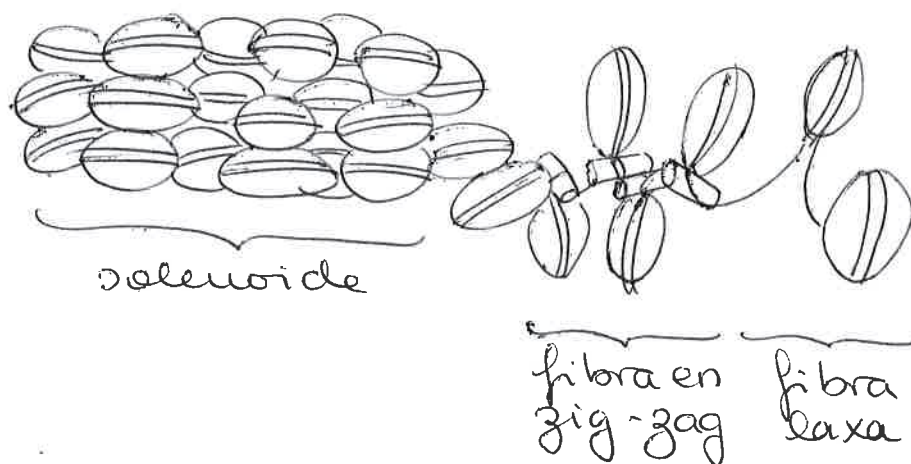


- Estrutura cristalina: associação de ADN com protaminas no núcleo dos espermatozoides. As protaminas são mais pequenas que as histonas, pelo que há maior força de atracção entre estas e o ADN e, pelo tanto, maior empacotamento. Isto favorece a mobilidade dos espermatozoides.



• ESTRUTURA CUATERNARIA: é a disposição do ADN terciário ao repregar-se sobre si mesmo. O modelo mais aceite é o de solenóide.





### \* TIPOS DE ADN:

- Nas células eucariotas é bicatenário, lineal e associado com proteínas.
- Nas bactérias é bicatenário circular e superenrolado. Normalmente não está associado a proteínas.
- Nos vírus é monocatenário ou bicatenário lineal ou circular. Pode estar associado a proteínas.

### □ ARN

É um polinucleótido formado pela união de ribosas que levam como bases A, G, C e U. Os nucleótidos unem-se por enlaces fosfodiéster em sentido  $5' \rightarrow 3'$ . No ARN aparecem outras bases, as metiladas, como metilguanina, metilcitosina, etc.



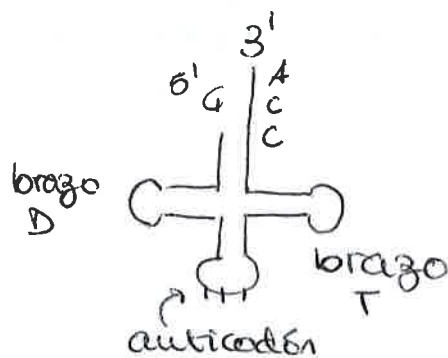
## \* TIPOS DE ARN:

- ARN mensageiro (ARN<sub>m</sub>): 3-5% do total de ARN. Forma cadeias curtas e lineais e a sua função é transmitir a informação genética desde o núcleo até o citoplasma.

Formase por um processo chamado transcrição e constitui o molde onde está a informação genética para a síntese de proteínas. Esta característica determina que o tamanho dos ARN<sub>m</sub> dependa da molécula de proteína com a qual está relacionada. A informação contida no ARN<sub>m</sub> apresenta-se numa sequência de bases; cada grupo de 3 bases do ARN<sub>m</sub> que especifica um aminoácido denomina-se codão.

- ARN de transporte / de transferência / soluble (ARN<sub>t</sub>): 15% do total de ARN. Capta aminoácidos no citoplasma, une-se a eles e transporta-os aos ribossomas, colocá-ndos no lugar indicado pela sequência do ARN<sub>m</sub> para sintetizar uma proteína. Cada ARN<sub>t</sub> específico une-se a um aminoácido.

É unha única cadea con estrutura secundaria grazas aos enlaces por pontes de H entre bases complementarias, o que dá lugar a brazos e bucles.



Ademais das bases principais podemos atopar outras en proporcións cercanas ao 10%: formas metiladas e outras pouco frecuentes (como a inosina e a pseudouridina).

- ARN ribosómico (ARN<sub>r</sub>): constitúe o 80% do ARN total. Atópase nos ribosomas. Presenta unha estrutura terciaria ao asociarse con proteínas ribosómicas. Esta estrutura está relacionada coa síntese de proteínas porque proporciona aos ribosomas a forma axeitada para dar aloxamento a un ARN<sub>m</sub> e aos aminoácidos que forman as proteínas.
- ARN nucleolar (ARN<sub>n</sub>): atópase no nucleolo e orixínase a partir de diferentes segmentos de ADN (un deles chamado rexión organizadora nucleolar, do que se forma o ARN<sub>n</sub>). É precursor do ARN<sub>m</sub>.

## — Coeficiente de Svedberg —

O coeficiente de sedimentación de Svedberg (S) é directamente proporcional à velocidade de sedimentación da partícula durante a ultracentrifugação.

Os ribossomas das células eucariotas son de 80S e as das procariotas de 70S.

## □ Diferenzas entre ADN e ARN

- Composición química:
  - ADN:  $\beta$ -D-desoxiribofurancosa; A, G, C, T.
  - ARN:  $\beta$ -D-ribofurancosa; A, G, C, U.  
O ARN<sub>t</sub> é portador de bases atípicas.
- Estrutura:
  - ADN: bicateuano, dobre cadea polinucleótida, antiparalela, complementaria, plectonómica (agás algúns virus).
  - ARN: monocateuano (agás algúns virus) e o ARN<sub>t</sub> con forma de folha de trevo.
- Funcións:
  - ADN: información sobre a secuencia de aminoácidos.



- ARN :

- ARN<sub>m</sub>: intermediário na transcrição.
- ARN<sub>r</sub>: ribossomas.
- ARN<sub>t</sub>: transporte de aminoácidos e colocação na sequência.
- ARN<sub>n</sub>: precursor dos ARN<sub>m</sub>.

### ▣ perguntas importantes:

- 1- Saber nomear e formular nucleosídeos e nucleótidos. Identificar e explicar os seus enlaces.
- 2- Polinucleótidos: formular e sinalar e explicar os enlaces fosfodiéster.
- 3- Nomear e identificar a função dos principais derivados dos nucleótidos de interesse biológico. Recalcar a importância biológica do ATP.
- 4- Identificar um ácido nucleico como polinucleótido.
- 5- ADN: função, estrutura e aportes científicos à estrutura secundária.
- 6- ARN: generalidades, tipos e funções.
- 7- Diferenças de ARN e ADN.

9-12-2016  
JP