Ácidos nucleicos

Test de 10 preguntas y flashcards de este tema en **farmeandopau.com** ›

Última revisión: 24 de octubre de 2026.

Escanea y haz el test del tema

LA IDEA EN 30 SEGUNDOS

Los **ácidos nucleicos** (ADN y ARN) son polímeros de **nucleótidos**, y cada nucleótido tiene tres piezas: **base nitrogenada**, **pentosa** y **fosfato**. La base se une a la pentosa por un **enlace N-glucosídico** y los nucleótidos se encadenan por **enlaces fosfodiéster 3'→5'**. El **ADN** forma una **doble hélice** de dos cadenas **antiparalelas** y **complementarias** (A=T, G≡C: **reglas de Chargaff**), se desnaturaliza con el calor (más tarde cuanto más G+C) y en eucariotas se empaqueta con **histonas** en **nucleosomas**. El **ARN** es de una cadena y hay varios tipos: **ARNm**, **ARNt**, **ARNr** y otros pequeños.

Cronología

1869
Friedrich Miescher aísla de núcleos de leucocitos una sustancia rica en fósforo, la «nucleína»

1944
Avery, MacLeod y McCarty demuestran que el factor que transforma neumococos es el ADN

1949–1951
Erwin Chargaff mide las bases del ADN de muchas especies: A = T y G = C

1952
Rosalind Franklin y Raymond Gosling obtienen la «fotografía 51» de difracción de rayos X del ADN-B

1953
Watson y Crick publican en *Nature* (25 de abril) el modelo de doble hélice, junto a los artículos de Wilkins y de Franklin

1962
Watson, Crick y Wilkins reciben el Nobel de Fisiología o Medicina (Franklin había muerto en 1958)

2024
Nobel de Fisiología o Medicina a Ambros y Ruvkun por el descubrimiento de los microARN

1 Qué son y qué te piden

Los ácidos nucleicos guardan, transmiten y ayudan a expresar la información genética. Es uno de los temas que más se pregunta: fórmulas para reconocer, enlaces, problemas de bases y esquemas de ADN, de empaquetamiento y de ARNt.

- **Ácido nucleico**: polímero lineal de **nucleótidos** unidos por **enlaces fosfodiéster**. Hay dos tipos: **ADN** (ácido desoxirribonucleico) y **ARN** (ácido ribonucleico).
- **Función**: el ADN **almacena** la información genética y la **transmite** (se replica, Tema 15); los ARN la **expresan** (transcripción y traducción, Tema 16).
- **Lo que más cae**: componentes y enlaces del nucleótido, fórmula del ATP, modelo de Watson y Crick, **Chargaff** y **temperatura de fusión**, niveles de **empaquetamiento**, **tipos de ARN** y el **ARNt en hoja de trébol**, diferencias ADN-ARN.
- **Por comunidad**: en Andalucía, A.3.4 pide reconocer la **aportación de Rosalind Franklin** y los problemas de Chargaff con temperatura de fusión (B.1.2); en Castilla-La Mancha entran desnaturalización, el **modelo B** y los ARN pequeños; en Galicia **no** hace falta saber las subclases de histonas ni los tipos de ARNr; en Cataluña se pide distinguir por su fórmula si una molécula es un

glúcido, un lípido, una proteína o un ácido nucleico (los criterios dicen que no hace falta identificar un glúcido o un lípido concreto).

- Asturias y Madrid piden **distinguir la fórmula** de un nucleótido entre varias; Madrid y Andalucía, **reconocer la del ATP**.

Nombra el enlace exacto

En Murcia, Castilla y León o Cantabria se pregunta literalmente qué enlace une cada pieza. Aprende la pareja: base-pentosa = **N-glucosídico**; pentosa-fosfato = **éster fosfórico (fosfoéster)**; nucleótido-nucleótido = **fosfodiéster**; base-base de las dos cadenas = **puentes de hidrógeno**.

2 Los nucleótidos: piezas y enlaces

- **Base nitrogenada**: molécula cíclica con nitrógeno. **Púricas** (dos anillos): **adenina (A)** y **guanina (G)**. **Pirimidínicas** (un anillo): **citosina (C)**, **timina (T)**, solo en ADN, y **uracilo (U)**, solo en ARN.
- **Pentosa** en forma de anillo (furanosa, β): **β-D-ribosa** en el ARN y **β-D-2'-desoxirribosa** en el ADN. La diferencia está en el carbono 2': **–OH** en la ribosa y **–H** en la desoxirribosa. Los carbonos de la pentosa se numeran con prima (1', 2'…) para no confundirlos con los de la base.
- **Nucleósido** = base + pentosa, unidas por un **enlace N-glucosídico** entre el **C1'** de la pentosa y el **N9** de una púrica o el **N1** de una pirimidínica (se libera agua). Ejemplos: adenosina, guanosina, citidina, uridina, desoxitimidina.
- **Nucleótido** = nucleósido + uno, dos o tres **grupos fosfato** unidos al **C5'** por un **enlace éster fosfórico**. Es el **éster fosfórico de un nucleósido**: AMP (adenosín monofosfato), dAMP, ATP…
- **Enlace fosfodiéster**: une el **–OH del C3'** de un nucleótido con el **fosfato del C5'** del siguiente, con salida de una molécula de agua. El fosfato queda unido por dos enlaces éster (de ahí «di-éster»).
- Así se forma un **esqueleto azúcar-fosfato** con las bases hacia un lado. Cada cadena tiene **polaridad**: un **extremo 5'** con el fosfato libre y un **extremo 3'** con el –OH libre. Las secuencias se escriben **de 5' a 3'**.

Base	Tipo	Nucleósido (ribosa)	Nucleótido (ARN)	Nucleótido (ADN)
Adenina	Púrica	Adenosina	AMP	dAMP
Guanina	Púrica	Guanosina	GMP	dGMP
Citosina	Pirimidínica	Citidina	CMP	dCMP
Uracilo	Pirimidínica	Uridina	UMP	— (no está en el ADN)
Timina	Pirimidínica	— (desoxitimidina en el ADN)	— (no está en el ARN)	dTMP

La «d» indica desoxirribosa. Los nucleótidos que se incorporan al polímero llegan como trifosfatos (dATP, dGTP… para el ADN; ATP, GTP… para el ARN) y pierden dos fosfatos al unirse.

PREGUNTA RESUELTA

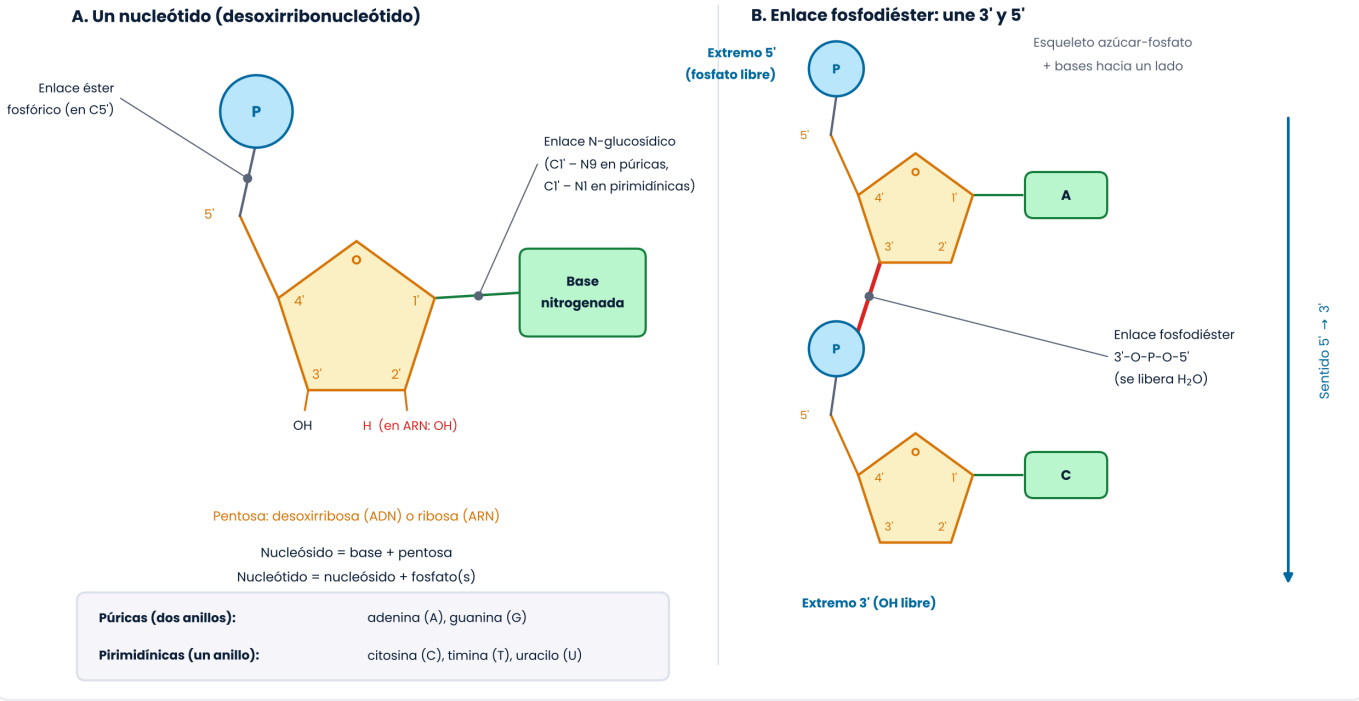
Madrid · PAU 2025 extraordinaria · 2.A «En 1962 Watson, Crick y Wilkins compartieron el Premio Nobel de Fisiología y Medicina por su contribución al conocimiento del ADN. a) Cite los monómeros que forman esta biomolécula y explique la composición de los mismos. Nombre el modelo que explica la estructura del ADN bicatenario (0,75 puntos). b) ¿Mediante qué tipo de enlace se unen estos monómeros para formar la biomolécula en cuestión? Explique cómo se forma este enlace (0,75 puntos).»

Respuesta modelo

a) Los monómeros del ADN son los **desoxirribonucleótidos**. Cada uno está formado por una **base nitrogenada** (adenina, guanina, citosina o timina), una pentosa, la **desoxirribosa**, y un **grupo fosfato** (ácido fosfórico). La base se une al C1' de la pentosa por un enlace N-glucosídico y el fosfato al C5' por un enlace éster. La estructura del ADN bicatenario la explica el **modelo de la doble hélice** de Watson y Crick (1953).

b) Se unen por **enlaces fosfodiéster**. Se forman entre el grupo **–OH del carbono 3'** de la pentosa de un nucleótido y el **grupo fosfato unido al carbono 5'** del nucleótido siguiente, con la **liberación de una molécula de agua** (reacción de condensación). Así se forma el esqueleto de la cadena, que tiene un extremo 5' (fosfato libre) y un extremo 3' (–OH libre).

Por qué puntúa. Los criterios dan 0,25 por decir «desoxirribonucleótidos», 0,25 por sus tres componentes y 0,25 por «doble hélice»; en b), 0,25 por el nombre del enlace y hasta 0,5 por explicar que se une el –OH en 3' con el fosfato en 5' y que se libera agua.



Un nucleótido y el enlace fosfodiéster. Fíjate en la numeración 1'–5' de la pentosa: la base va al C1', el fosfato al C5' y el enlace fosfodiéster une el C3' de un nucleótido con el fosfato del C5' del siguiente.

3 Nucleótidos con otras funciones

No todos los nucleótidos forman parte del ADN o del ARN: muchos trabajan libres en la célula. El examen pide **funciones con ejemplos** (Andalucía, Asturias, Cantabria, La Rioja) y reconocer sus fórmulas.

Estructural

Los nucleótidos son los **monómeros** del ADN y del ARN. Los trifosfatos (ATP, GTP, CTP, UTP y los dNTP) son los **sustratos** de su síntesis.

Energética: ATP

Adenina + ribosa + tres fosfatos, unidos los fosfatos entre sí por **dos enlaces fosfoanhidro** ricos en energía. Su hidrólisis a ADP + Pi libera unos **30,5 kJ/mol** en condiciones estándar y la célula la acopla a reacciones que necesitan energía (síntesis, transporte activo, contracción). Se regenera por fosforilación a nivel de sustrato, oxidativa y fotofosforilación (Temas 13 y 14). El **GTP** también aporta energía, por ejemplo en la traducción.

Mensajero: AMPc

El **AMP cíclico** (3',5'-AMP cíclico) lo forma la **adenilato ciclasa** a partir del ATP cuando una hormona (adrenalina, glucagón) se une a su receptor. Es un **segundo mensajero**: lleva la señal dentro de la célula y activa enzimas.

Coenzimas

NAD^+ y $NADP^+$ (nicotinamida, de la vitamina B_3) y **FAD** (flavina, de la vitamina B_2) son dinucleótidos que transportan electrones e hidrógenos en las oxidorreducciones. La **coenzima A** (contiene ácido pantoténico, vitamina B_5, y un ADP con un fosfato más en el C3') transporta grupos acilo, como en el **acetil-CoA**. Lo ves en los Temas 6 y 7.

Fórmula del ATP

Si te dan la fórmula del ATP, cuenta las piezas: una base de **dos anillos** (púrica: adenina), un anillo de cinco con oxígeno (ribosa, con –OH en 2' y 3') y **tres fosfatos** en fila en el C5'. En Madrid (2026) no valía decir «nucleótido» ni «coenzima»: había que escribir **adenosín trifosfato (ATP)**. Si tiene un solo fosfato unido a la vez al C3' y al C5', es el **AMPc**.

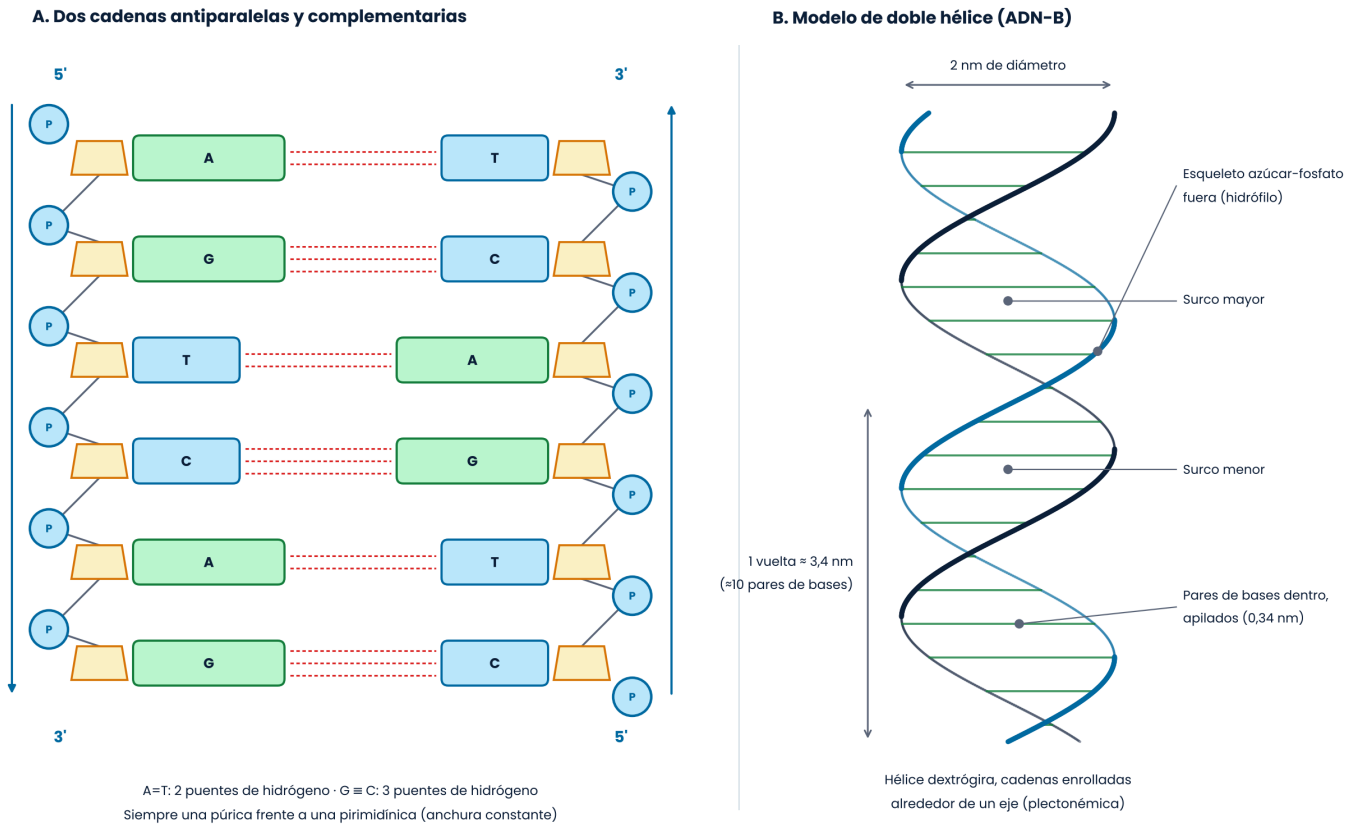
4 El ADN: de la secuencia a la doble hélice

- **Estructura primaria**: la **secuencia de nucleótidos** de cada cadena, leída de 5' a 3'. Ahí está la información genética.
- **Estructura secundaria**: el **modelo de doble hélice** de **James Watson y Francis Crick** (*Nature*, 25 de abril de 1953). Se apoyó en los datos de difracción de rayos X de **Rosalind Franklin** (con Raymond Gosling) y de **Maurice Wilkins** en el King's College de Londres, y en las **reglas de Chargaff**.
- **Dos cadenas antiparalelas**: corren en sentidos opuestos (una 5'→3' y la otra 3'→5').
- **Complementarias**: las bases se emparejan por **puentes de hidrógeno**, siempre una púrica con una pirimidínica: **A con T (dos puentes)** y **G con C (tres puentes)**. Así la anchura de la hélice es constante y la secuencia de una cadena determina la de la otra.
- **Hélice dextrógira** y **plectonémica** (las cadenas no se separan sin desenrollarlas): el esqueleto azúcar-fosfato, hidrófilo y con cargas negativas, queda **fuera**; las bases, **dentro**, apiladas y casi perpendiculares al eje. Quedan dos surcos, **mayor y menor**.
- Medidas del **ADN-B** (el modelo de Watson y Crick): unos **2 nm de diámetro**, **0,34 nm entre pares de bases** y unos **10 pares por vuelta** (**3,4 nm** por vuelta). Medido en disolución sale algo más: **unos 10,5 pares por vuelta**.
- **Otras formas** (solo si te las piden, como en Castilla-La Mancha, que pide el modelo B): el **ADN-A**, dextrógiro, más corto y ancho (unos 11 pares por vuelta), aparece con poca agua y en híbridos ADN-ARN; el **ADN-Z** es **levógiro** (unos 12 pares por vuelta), con el esqueleto en zigzag.

- **Estructura terciaria**: el empaquetamiento (sección de más abajo). En procariotas, mitocondrias y cloroplastos el ADN es **circular** y está superenrollado.

Por qué la estructura explica la función

La **complementariedad** permite copiar el ADN usando cada cadena como **molde** (Watson y Crick lo dijeron en su artículo de 1953: el emparejamiento «sugiere inmediatamente un posible mecanismo de copia»). La **secuencia** guarda la información, y el esqueleto hacia fuera con las bases dentro protege esa información. Andalucía lo pide así: relaciona estructura y función.



La doble hélice. A la izquierda, las dos cadenas antiparalelas con sus extremos 5' y 3' y los puentes de hidrógeno (dos entre A y T, tres entre G y C); a la derecha, la hélice dextrógira con sus medidas (modelo B) y los surcos mayor y menor.

5 Reglas de Chargaff, desnaturalización e hibridación

- **Reglas de Chargaff** (ADN de doble cadena): **%A = %T** y **%G = %C**; por tanto, **purinas = pirimidinas** (A + G = T + C = 50 %). La proporción (A + T)/(G + C) **cambia de una especie a otra**.
- Cómo se aplica: si te dan una base, sacas las otras tres. Con **17 % de A** (Madrid 2025): T = 17 %, y G + C = 100 − 34 = 66 %, así que **G = C = 33 %**.
- **No se cumple** en el **ADN monocatenario** (algunos virus, como el fago φX174), en **una sola hebra** de ADN ni en el **ARN**: si A ≠ T o G ≠ C, el ácido nucleico es de una cadena.
- **Desnaturalización**: el calor (o un pH extremo) rompe los **puentes de hidrógeno** y separa las dos cadenas; los enlaces fosfodiéster no se rompen. Se detecta porque **aumenta la absorción de luz ultravioleta a 260 nm** (efecto hipercrómico).
- **Temperatura de fusión (Tm)**: la temperatura a la que se ha desnaturalizado la **mitad** del ADN. Es **más alta cuanto más G + C** tiene, porque cada par G≡C tiene tres puentes de hidrógeno (y además sus bases se apilan con más fuerza).

- **Renaturalización**: si se enfría despacio, las cadenas complementarias se vuelven a emparejar. **Hibridación**: el emparejamiento de cadenas complementarias de distinto origen (ADN-ADN o ADN-ARN). En ella se basan la **PCR** (los cebadores hibridan con el molde, Tema 20), las **sondas** y la comparación de especies.

Una hebra no es una molécula

Si el problema da la composición de **una hebra**, la complementaria tiene **las cifras cruzadas** (su A es la T de la primera, su G es la C…), pero en una sola hebra A no tiene por qué ser igual a T. Y si te piden el ARNm, cambia T por **U**.

6 Problema resuelto (I): Chargaff y temperatura de fusión

COMUNITAT VALENCIANA · PAU 2025 EXTRAORDINARIA (JULIO) · PREGUNTA 1, APARTADOS A Y B

Hasta el trabajo de Erwin Chargaff, se creía que el ADN estaba compuesto por cantidades iguales de las cuatro bases nitrogenadas. Sin embargo, Chargaff estudió con detalle la composición de bases del ADN bicatenario en distintas especies llegando a la conclusión de que la proporción de bases púricas es aproximadamente igual a la proporción de bases pirimidínicas.

Teniendo en cuenta los datos de la siguiente tabla, responda a las preguntas:

Composición de bases nitrogenadas en el ADN de diferentes organismos (adenina, guanina, timina y citosina, en %): *Saccharomyces* sp.: 30,3 · 19,7 · 30,3 · 19,7. *Escherichia coli*: 26,0 · 24,0 · 26,0 · 24,0. Bacteriófago φX174: 24,3 · 20,5 · 32,5 · 22,7.

a) La regla de Chargaff citada en el texto ¿se cumple en todos los ejemplos de la tabla? Justifique su respuesta. (1 punto)

b) Entre los diferentes ejemplos de composición del ADN mostrados en la tabla ¿cuál tendrá una mayor temperatura de fusión? Razone su respuesta. (0,5 puntos)

Apartado a)

1. Púricas: A y G. Pirimidínicas: T y C. La regla dice que A + G = T + C (y, en el ADN bicatenario, A = T y G = C).
2. *Saccharomyces*: A + G = 30,3 + 19,7 = **50,0 %**; T + C = 30,3 + 19,7 = **50,0 %**. Además A = T y G = C. Se cumple.
3. *E. coli*: A + G = 26,0 + 24,0 = **50,0 %**; T + C = **50,0 %**; A = T y G = C. Se cumple.
4. Fago φX174: A + G = 24,3 + 20,5 = **44,8 %**; T + C = 32,5 + 22,7 = **55,2 %**. Y A (24,3) ≠ T (32,5), G (20,5) ≠ C (22,7). **No se cumple**: sus bases no están emparejadas, así que su ADN es **monocatenario**.

SOLUCIÓN Se cumple en *Saccharomyces* y en *E. coli* (ADN bicatenario), pero **no en el fago φX174**, cuyo ADN es de una sola cadena.

Apartado b)

1. La temperatura de fusión depende del porcentaje de G + C: cada par G≡C tiene **tres puentes de hidrógeno** y cada par A=T, **dos**; cuanto más G + C, más energía hace falta para separar las cadenas.
2. G + C: *Saccharomyces* 19,7 + 19,7 = **39,4 %**; *E. coli* 24,0 + 24,0 = **48,0 %**; fago 20,5 + 22,7 = 43,2 %.

3. El fago no tiene doble hélice que separar, así que no tiene temperatura de fusión: se compara solo entre los dos bicatenarios.

SOLUCIÓN La mayor temperatura de fusión la tiene el ADN de ***E. coli*** (48,0 % de G + C).

Lo que puntúa. En a), los criterios aceptan la regla en la forma A + G = T + C o en la forma A = T y C = G; lo que da el punto es **hacer las sumas** y **deducir que el fago tiene ADN monocatenario**. En b) piden relacionar la temperatura de fusión con los **tres puentes de hidrógeno** de G-C y dar los porcentajes. (El apartado c, sobre ADN y ARN polimerasa, lo tienes en los Temas 15 —ADN polimerasa— y 16 —ARN polimerasa—.)

Error típico que te quita puntos. Decir que el fago «no cumple Chargaff porque es un virus» (no es la razón: es que su ADN es de una cadena) o elegir el fago en b) por tener más G + C que la levadura.

7 Problema resuelto (II): bases nuevas y temperatura de fusión

MADRID · MODELO DE EXAMEN PARA 2027 · PREGUNTA 2, APARTADO A (0,6 PUNTOS)

En el año 2253, una nave espacial en misión científica envía al planeta Tierra muestras celulares y material genético desde el planeta Rosalind, donde ha sido descubierta vida vegetal. Como genetista molecular, usted analiza ese material y demuestra que las células vegetales rosalindnianas son de tipo eucariótico terrestre y cumplen con el dogma central de la biología molecular. Asimismo, usted demuestra que el ADN genómico de esta especie vegetal forma una doble hélice que, además de las bases adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T), incluye dos nuevas bases nitrogenadas, lulina (L), de tipo purina y rowina (R), de tipo pirimidina, que se aparean entre sí mediante dos puentes de hidrógeno.

a) Considerando dos fragmentos de ADN de la misma longitud de secuencia, responda justificando sus respuestas: ¿qué ADN tendría una temperatura de fusión más baja, uno terráqueo con 20% de adeninas y 30% de citosinas o uno rosalindniano con 15% de adeninas, 25% de citosinas y 10% de rowinas? ¿Cuál de los dos ADN sería más rico en purinas? (0,6 puntos)

Apartado a)

1. Las dos son dobles hélices, así que cada base tiene su complementaria en la misma proporción: A = T, G = C y, en Rosalind, **L = R**.
2. ADN terráqueo: A = T = 20 % → pares A=T = **40 %**; G = C = 30 % → pares G≡C = **60 %**.
3. ADN rosalindniano: A = T = 15 % → pares A=T = **30 %**; G = C = 25 % → pares G≡C = 50 %; L = R = 10 % → pares L=R = **20 %** (comprobación: 30 + 50 + 20 = 100 %).
4. Pares con **dos** puentes de hidrógeno: terráqueo 40 %; rosalindniano 30 + 20 = **50 %**. Pares con tres puentes: 60 % frente a 50 %. El rosalindniano tiene menos puentes de hidrógeno en total, así que se separa a menor temperatura.
5. Purinas: terráqueo A + G = 20 + 30 = **50 %**; rosalindniano A + G + L = 15 + 25 + 10 = **50 %**. En toda doble hélice cada purina se aparea con una pirimidina, así que siempre son el 50 %.

SOLUCIÓN Tiene la **temperatura de fusión más baja el ADN rosalindniano** (50 % de pares con dos puentes de hidrógeno frente a 40 %). Los dos tienen la **misma proporción de purinas, el 50 %**.

Lo que puntúa. Los criterios dan hasta 0,4 por razonar con los pares de dos puentes de hidrógeno (30 % A-T + 20 % L-R frente a 40 % A-T) y 0,2 por ver que ambas moléculas tienen un 50 % de purinas y un 50 % de pirimidinas.

Error típico que te quita puntos. Contar solo las citosinas (25 % frente a 30 %) sin tener en cuenta que el par L-R también tiene dos puentes, o contestar que el rosalindniano tiene más purinas «porque tiene una purina más».

8 Problema resuelto (III): de una hebra al ARNm

PAÍS VASCO · PAU 2026 ORDINARIA · OPCIÓN 4B, APARTADOS A Y B

Una hebra de ADN posee la siguiente composición de bases nitrogenadas:

A = 21 %; G = 30 %; C = 26 %; T = 23 %

Dicha hebra es replicada por la ADN polimerasa, y la cadena resultante es utilizada como modelo para sintetizar un ARNm.

a) Indica cuál será la composición de bases que tendrá el ARNm producido. Razona tu respuesta. (0,5 puntos)

b) Escribe los componentes de un nucleótido. (0,6 puntos)

Apartado a)

1. Hebra 1 (la del enunciado): A 21 %, G 30 %, C 26 %, T 23 %.
2. La ADN polimerasa sintetiza la **hebra complementaria** (hebra 2): frente a cada A pone T, frente a cada T pone A, frente a G pone C y frente a C pone G. Hebra 2: **T = 21 %, C = 30 %, G = 26 %, A = 23 %**.
3. La hebra 2 sirve de **molde** para el ARNm, que es complementario de ella: frente a T pone A, frente a A pone **U** (no hay timina en el ARN), frente a C pone G y frente a G pone C.
4. ARNm: A = 21 % (frente a la T de la hebra 2), G = 30 %, C = 26 %, **U = 23 %**.

SOLUCIÓN ARNm: **A = 21 %, G = 30 %, C = 26 %, U = 23 %**: la misma composición que la hebra de partida, con U en lugar de T.

Apartado b)

1. Una **pentosa**: ribosa (ARN) o desoxirribosa (ADN).
2. Una **base nitrogenada**: A, G, C y T (ADN) o U (ARN).
3. Un **grupo fosfato** (ácido fosfórico), unido al C5' de la pentosa.

SOLUCIÓN Pentosa + base nitrogenada + grupo fosfato.

Lo que puntúa. En a) puntúa **razonar los dos pasos** (replicación: hebra complementaria; transcripción: ARN complementario del molde) y el cambio de **T por U**. En b), 0,2 por cada componente.

Error típico que te quita puntos. Dar el ARNm complementario de la hebra del enunciado (A 23 %, U 21 %…), saltándose que el molde es la hebra nueva, o escribir T en un ARN.

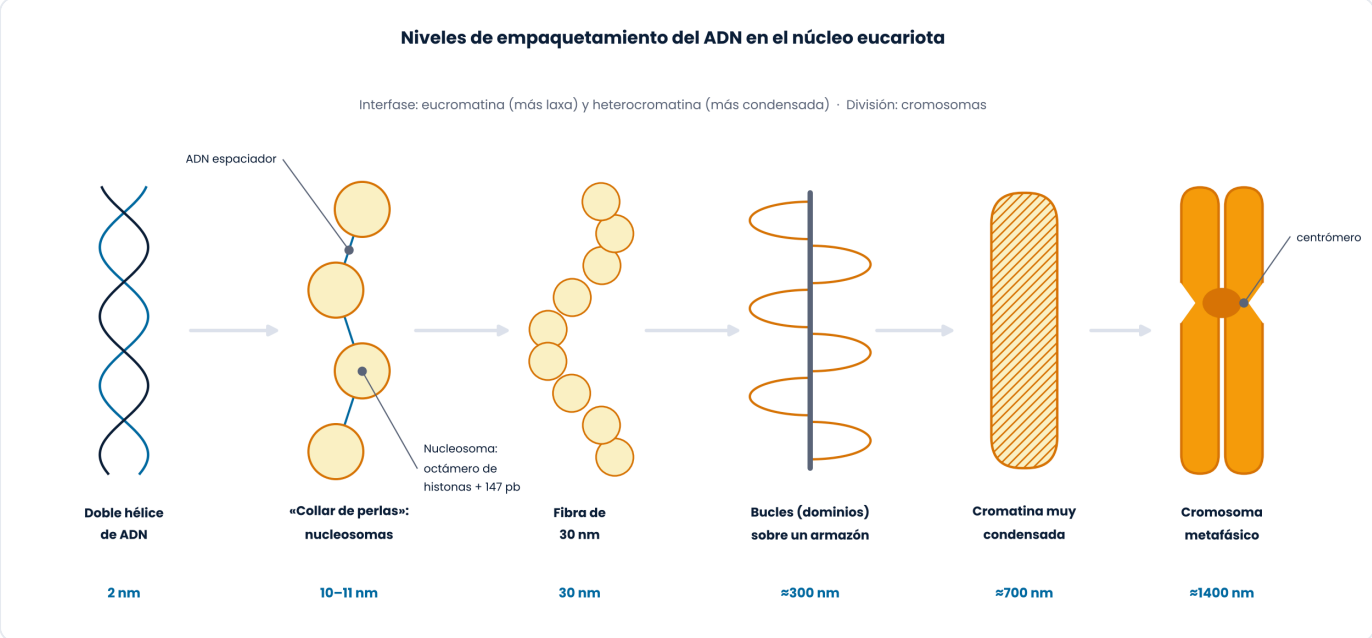
9 El empaquetamiento del ADN

Una célula humana tiene unos **2 m de ADN** dentro de un núcleo de pocos micrómetros. Para que quepa, y para poder repartirlo en la división sin enredos, se pliega en varios niveles.

- **Doble hélice** (2 nm). En eucariotas se asocia a **histonas**: proteínas pequeñas, **básicas** y con carga positiva por su riqueza en **lisina y arginina**, que se unen al ADN (negativo por los fosfatos).
- **Nucleosoma** (fibra de 10–11 nm o **«collar de perlas»**): **147 pares de bases** dan unas **1,7 vueltas** alrededor de un **octámero de histonas** (dos de cada: **H2A, H2B, H3 y H4**). Entre nucleosoma y nucleosoma queda un tramo de **ADN espaciador** (*linker*) y la **histona H1** se une ahí.
- **Fibra de 30 nm**: los nucleosomas se apilan y se pliegan con ayuda de la H1. Es el nivel que piden los exámenes; ojo: hoy se discute que exista tal cual en la célula viva.
- **Bucles o dominios** (unos 300 nm) anclados a un **armazón proteico** (en interfase, la matriz nuclear).
- **Cromatina más condensada** (unos 700 nm) y, en la división, **cromosoma metafásico** (unos 1 400 nm de anchura), con dos **cromátidas** unidas por el **centrómero** (Tema 11).
- En la interfase hay **eucromatina** (más laxa, la que se transcribe) y **heterocromatina** (muy condensada, inactiva). El grado de condensación regula la expresión génica (Tema 16).
- En **procariotas** no hay histonas propiamente dichas: el ADN circular forma el **nucleoide**, plegado con proteínas parecidas a las histonas y superenrollado. En **espermatozoides**, las histonas se cambian por **protaminas**, todavía más básicas.

Si te preguntan para qué sirve

Tres ideas valen el apartado (criterios de Cantabria 2025): el empaquetamiento **permite guardar** mucho ADN en poco espacio, **reparte los cromosomas sin enredos** en la división y **regula la expresión génica** (el ADN muy condensado no se transcribe). Y si hay nucleosomas, la célula es **eucariota**.



Niveles de empaquetamiento del ADN eucariota. De la doble hélice al cromosoma metafásico; los números son el diámetro aproximado de cada nivel. Es el esquema que salió en Cantabria 2025 con los niveles numerados.

10 Los ARN: tipos y funciones

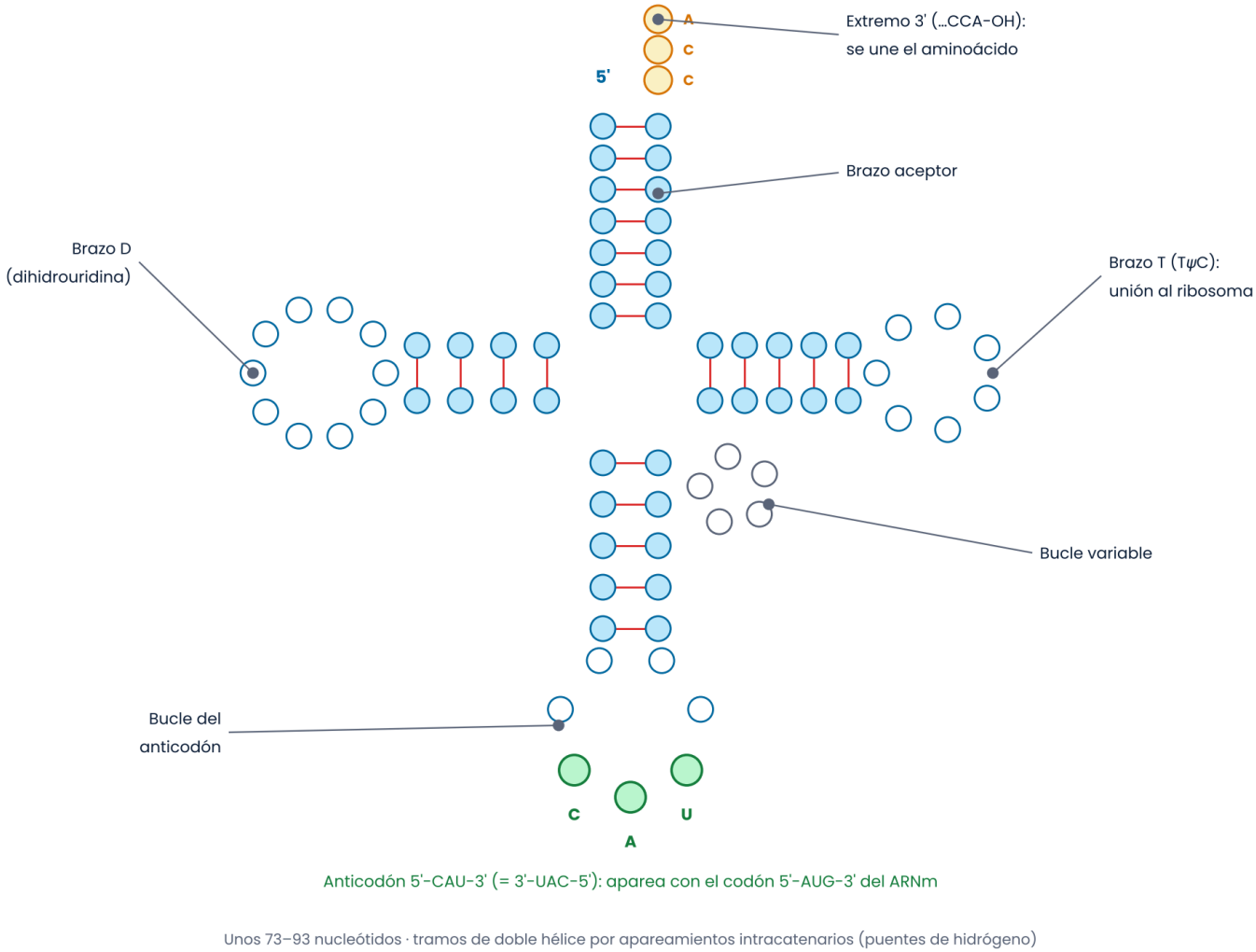
- El ARN es casi siempre **monocatenario**, pero puede plegarse sobre sí mismo formando **tramos de doble hélice** por emparejamiento de bases de la misma cadena (horquillas), con **A–U** y **G–C**. Se

sintetiza por **transcripción** del ADN (Tema 16).

- **ARN mensajero (ARNm)**: copia la información de un gen y la lleva a los **ribosomas**, donde se traduce. Lineal y de vida corta. En eucariotas se fabrica como **pre-ARNm** (o ARN heterogéneo nuclear, **ARNhn**) y madura en el núcleo: **caperuza en 5'**, **cola de poli-A** en 3' y eliminación de intrones (Tema 16).
- **ARN de transferencia (ARNt)**: pequeño (**unos 73–93 nucleótidos**), en el citosol, con muchas **bases modificadas** (dihidrouridina, pseudouridina…). Se pliega en **hoja de trébol** (estructura secundaria) y en el espacio en forma de **L**. Lleva cada **aminoácido**, unido a su extremo **3' (…CCA)** por la **aminoacil-ARNt sintetasa**, al ribosoma, y reconoce el codón del ARNm con su **anticodón**.
- **ARN ribosómico (ARNr)**: con proteínas forma los **ribosomas**; es el **más abundante** (alrededor del 80 % del ARN de la célula) y en eucariotas se fabrica casi todo en el **nucléolo** (el ARNr 5S se transcribe fuera de él). Además de estructural, es **catalítico**: el ARNr de la subunidad mayor forma el enlace peptídico (es una **ribozima**). Solo si te lo piden: 16S, 23S y 5S en los ribosomas 70S; 18S, 28S, 5,8S y 5S en los 80S.
- **Otros ARN** (Andalucía, Castilla-La Mancha y Galicia los citan): **ARN pequeño nuclear (ARNpn)**, que participa en el corte y empalme de intrones; **ARN pequeño nucleolar (ARNpno)**, que modifica los ARNr en el nucléolo; **microARN (miARN)**, de unos 22 nucleótidos, que se une a ARNm concretos y **frena su traducción o provoca su degradación** (Nobel de 2024 para Victor Ambros y Gary Ruvkun); y los **ARN de interferencia (siARN)**, con un efecto parecido (Tema 16).

El ARNt de Madrid 2026

Madrid pidió a qué se une cada parte del ARNt dibujado y sus criterios dan: **bucle D** → la **aminoacil-ARNt sintetasa**; **bucle del anticodón** → el **ARNm** (codón); **bucle T** → el **ribosoma**; **extremo 3'** → el **aminoácido**. Y dónde hay ARNt en una célula eucariota: **citosol, mitocondrias y cloroplastos**.



El ARNt en hoja de trébol. Brazo aceptor con el extremo 3' (…CCA), donde se une el aminoácido; brazo D; bucle del anticodón; bucle variable y brazo T. El ejemplo es el ARNt de la metionina: anticodón 5'-CAU-3', que aparea con el codón 5'-AUG-3'.

11 ADN frente a ARN

ADN

Ácido desoxirribonucleico

- Pentosa: **desoxirribosa**
- Bases: A, G, C y **T**
- Casi siempre **bicatenario** (doble hélice); cumple Chargaff
- Moléculas muy largas: lineales con histonas en el núcleo eucariota; **circulares** en bacterias, mitocondrias y cloroplastos
- En el **núcleo** (y en mitocondrias y cloroplastos); en el **nucleoide** y los plásmidos de las bacterias
- **Almacena y transmite** la información genética; muy estable (se puede recuperar de restos antiguos)

ARN

Ácido ribonucleico

- Pentosa: **ribosa** (–OH en 2', más reactiva)
- Bases: A, G, C y **U**
- Casi siempre **monocatenario**, con tramos plegados; no cumple Chargaff
- Moléculas más cortas y de muchos tipos (ARNm, ARNt, ARNr, ARN pequeños)
- Se forma en el **núcleo** (y nucléolo) y trabaja sobre todo en el **citoplasma**; también en mitocondrias y cloroplastos
- **Expresa** la información (y la guarda en algunos virus); algunos son catalíticos (ribozimas); se degrada con facilidad

Conceptos clave

Ácido nucleico

Polímero de nucleótidos unidos por enlaces fosfodiéster que almacena, transmite y expresa la información genética. Hay dos tipos: ADN y ARN.

Nucleósido

Molécula formada por una base nitrogenada y una pentosa (ribosa o desoxirribosa) unidas por un enlace N-glucosídico entre el C1' de la pentosa y un nitrógeno de la base. P. ej., la adenosina.

Nucleótido

Éster fosfórico de un nucleósido: base nitrogenada + pentosa + uno o varios grupos fosfato unidos al C5'. Es el monómero de los ácidos nucleicos; algunos actúan libres (ATP, AMPc, coenzimas).

Enlace N-glucosídico

Enlace entre el C1' de la pentosa y el N9 de una base púrica o el N1 de una pirimidínica, con salida de agua. Forma el nucleósido.

Enlace fosfodiéster

Enlace que une dos nucleótidos: el grupo fosfato del C5' de uno se une al –OH del C3' del otro, con salida de agua. Forma el esqueleto azúcar-fosfato y da a la cadena sus extremos 5' y 3'.

ATP (adenosín trifosfato)

Nucleótido de adenina, ribosa y tres fosfatos unidos por dos enlaces fosfoanhidro. Su hidrólisis a ADP + Pi libera energía que la célula usa en sus procesos; es la «moneda energética» celular.

Doble hélice

Estructura secundaria del ADN propuesta por Watson y Crick (1953): dos cadenas antiparalelas y complementarias enrolladas en una hélice dextrógira, con el esqueleto azúcar-fosfato fuera y las bases dentro, unidas por puentes de hidrógeno.

Reglas de Chargaff

En el ADN de doble cadena, la cantidad de adenina es igual a la de timina y la de guanina a la de citosina; por tanto, purinas = pirimidinas. La proporción (A + T)/(G + C) varía entre especies.

Desnaturalización del ADN

Separación de las dos cadenas por rotura de los puentes de hidrógeno, por calor o pH extremo, sin romper los enlaces fosfodiéster. Es reversible: al enfriar despacio, las cadenas se renaturalizan.

Temperatura de fusión (Tm)

Temperatura a la que se ha desnaturalizado la mitad de un ADN de doble cadena. Es mayor cuanto mayor es su contenido en G + C.

Histonas

Proteínas pequeñas y básicas, ricas en lisina y arginina, que se unen al ADN eucariota y lo empaquetan. Cuatro tipos (H2A, H2B, H3 y H4) forman el octámero del nucleosoma; la H1 se une al ADN espaciador.

Nucleosoma

Unidad básica de la cromatina: 147 pares de bases de ADN enrolladas unas 1,7 vueltas alrededor de un octámero de histonas. Los nucleosomas unidos por ADN espaciador forman el «collar de perlas» de 10–11 nm.

ARN mensajero (ARNm)

ARN que copia la secuencia de un gen y la lleva a los ribosomas para traducirla a proteína. En eucariotas se sintetiza como pre-ARNm y madura en el núcleo.

ARN de transferencia (ARNt)

ARN pequeño (73–93 nucleótidos) plegado en hoja de trébol que transporta un aminoácido unido a su extremo 3' hasta el ribosoma y reconoce el codón del ARNm mediante su anticodón.

ARN ribosómico (ARNr)

ARN que, con proteínas, forma los ribosomas; es el más abundante de la célula y cataliza la formación del enlace peptídico (ribozima). En eucariotas se sintetiza en el nucléolo.

MODO PAU

Seis claves que valen puntos

Tres enlaces

Base-pentosa: **N-glucosídico** (C1'). Pentosa-fosfato: **éster fosfórico** (C5'). Entre nucleótidos: **fosfodiéster 3'→5'**, con salida de agua.

Chargaff

En ADN bicatenario **A = T, G = C** y purinas = pirimidinas = 50 %. Si no se cumple, el ácido nucleico es **monocatenario**.

Temperatura de fusión

Más **G + C** (tres puentes de hidrógeno) → **Tm más alta**. Te dan una tabla: suma G + C y compara solo los bicatenarios.

Doble hélice

Antiparalela, complementaria, dextrógira, bases dentro y esqueleto fuera; 2 nm de diámetro, 3,4 nm y unos 10 pares por vuelta. Cita a **Franklin** (Andalucía lo pide).

Empaquetamiento

Doble hélice → **nucleosomas** (octámero H2A, H2B, H3, H4 + 147 pb; H1 en el espaciador) → fibra de **30 nm** → bucles → cromosoma. Histonas = eucariota.

ARNt

Hoja de trébol: extremo **3' CCA** (aminoácido), **anticodón** (codón del ARNm), brazo D (aminoacil-ARNt sintetasa), brazo T (ribosoma).

Cómo te lo pueden preguntar

- **Madrid (2025 extraordinaria):** «¿Mediante qué tipo de enlace se unen estos monómeros para formar la biomolécula en cuestión? Explique cómo se forma este enlace (0,75 puntos).»
- **Madrid (2026 ordinaria):** «¿Qué tipo de base nitrogenada está representada en la molécula "D"? (0,2 puntos). d) Explique brevemente dos funciones diferentes de la molécula "D" (0,4 puntos).» [Figura: fórmulas de glucosa, desoxirribosa, ribosa y ATP]
- **Canarias (2026 ordinaria):** «Analizando el genoma de una bacteria, se sabe que contiene un 28% de citosina. ¿Cuáles serían los porcentajes de las restantes bases nitrogenadas del ADN bacteriano? [0,3 ptos.]»
- **Andalucía (2025, reserva 2):** «La temperatura de fusión (Tm) es aquella a la que el 50 % de la doble hélice se ha desnaturalizado. a) Explique de forma razonada si tendrá la misma temperatura de fusión un ADN en el que predomina la base nitrogenada citosina que otro ADN donde predomina la timina [0,6].»
- **Cantabria (2025 ordinaria):** «En la Figura 1 se representan los distintos niveles de empaquetamiento del ADN. a) Identifique los niveles 1, 2, 3 y 6, así como los elementos indicados con las letras A y B pertenecientes al nivel 2. b) Razone si se trata de una célula eucariota o procariota y explique la relevancia del proceso de empaquetamiento.»
- **Cataluña (modelo 2025, traducido del catalán):** «Hasta este momento se había conseguido recuperar y aislar ADN de algunos animales extinguidos, pero nunca ARN. a) Enumerad dos diferencias entre los componentes químicos de estos dos ácidos nucleicos (0,50 puntos).»
- **Castilla y León (2026 extraordinaria):** «Indique el nombre del enlace y qué grupos funcionales se unen para formar las siguientes biomoléculas: [...] d) Un dinucleótido. (0,5)»

No lo confundas

- **Nucleósido** (base + pentosa) no es **nucleótido** (base + pentosa + fosfato).
- **Enlace N-glucosídico** (base-pentosa) frente a **O-glucosídico** (entre monosacáridos, Tema 3) y **fosfodiéster** (entre nucleótidos).
- **Desnaturalizar** el ADN rompe **puentes de hidrógeno**, no enlaces fosfodiéster: la secuencia no cambia y el proceso es reversible.
- Las reglas de Chargaff valen para **la molécula bicatenaria**, no para **una hebra** ni para el **ARN**.

- **Antiparalelas** (sentidos opuestos) no es lo mismo que **complementarias** (A con T, G con C): la doble hélice es las dos cosas.
- La ribosa y la desoxirribosa se diferencian en el **C2'** (–OH frente a –H), no en el C3'.
- **Eucromatina** (laxa, activa) frente a **heterocromatina** (condensada, inactiva); **cromatina** (interfase) frente a **cromosoma** (división).
- El **anticodón** está en el **ARNt**; el **codón**, en el **ARNm**.

Ponte a prueba

Canarias · PAU 2026 ordinaria · 2.A d «Analizando el genoma de una bacteria, se sabe que contiene un 28% de citosina. ¿Cuáles serían los porcentajes de las restantes bases nitrogenadas del ADN bacteriano? [0,3 ptos.]»

Solución: El ADN bacteriano es bicatenario, así que cumple las reglas de Chargaff: G = C y A = T. **G = 28 %**. A + T = 100 − (28 + 28) = 44 %, luego **A = T = 22 %**.

Galicia · PAU 2025 ordinaria · 3.1 (y modelo 2027) «Tenemos dos moléculas de ADN (I y II) de doble cadena y de la misma longitud. Sometemos a ambas a altas temperaturas y observamos que el ADN I se desnaturaliza antes que el ADN II ¿Cuál de las dos moléculas de ADN tendrá mayor cantidad de guanina? Razone la respuesta. (1 punto).»

Solución: El **ADN II**. Desnaturalizar es romper los puentes de hidrógeno entre las bases. La guanina se empareja con la citosina mediante **tres puentes de hidrógeno**, y la adenina con la timina solo con dos. Cuantos más pares G-C tiene una molécula, más energía (más temperatura) hace falta para separar sus cadenas. Como el ADN II resiste más, tiene una temperatura de fusión mayor y, por tanto, más G-C: más guanina.

Andalucía · PAU 2025 ordinaria · Pregunta 2.2 «En relación con la figura adjunta: a) ¿Qué molécula está representada en la imagen? [0,2]. b) ¿Qué representan los números 1, 2, 3, 4 y el recuadro 5? [0,5]. c) Indique tres características que presente dicha molécula [0,6]. d) Indique el nombre del proceso de síntesis de esta molécula y el nombre de la enzima principal de dicho proceso [0,3]. e) Razone cómo afectaría a dicha enzima y a dicho proceso un incremento considerable de pH [0,4].» [Figura: dos cadenas de nucleótidos enfrentadas, con extremos 3' y 5', círculos (1), pentágonos (2) y bases con A y G emparejadas con 3 y 4; el recuadro 5 rodea un nucleótido.]

Solución: a) **ADN** (dos cadenas, con bases emparejadas A-3 y G-4). b) 1: **grupo fosfato**; 2: **desoxirribosa**; 3: **timina** (frente a la adenina); 4: **citosina** (frente a la guanina); 5: **desoxirribonucleótido**. c) Tres de estas: dos cadenas **complementarias** unidas por puentes de hidrógeno; **antiparalelas**; enrolladas en una **hélice dextrógira**; enrollamiento plectonémico; bases dentro y esqueleto fuera. d) Se sintetiza por **replicación** y la enzima principal es la **ADN polimerasa**. e) La ADN polimerasa es una **proteína**: un pH muy alto la **desnaturaliza** (cambia su estructura y su centro activo) y pierde su función, así que **no se realizaría la replicación**.

La Rioja · PAU 2026 extraordinaria · 4.B.1 (verdadero o falso, justificando) «El apareamiento de bases de Watson y Crick implica siempre dos enlaces de hidrógeno entre bases complementarias. (0,5 puntos)»

Solución: Falso. En el modelo de Watson y Crick la adenina se empareja con la timina mediante **dos** puentes de hidrógeno, pero la guanina se empareja con la citosina mediante **tres**. Por eso los ADN ricos en G-C son más estables y tienen mayor temperatura de fusión.

Madrid · PAU 2026 extraordinaria · 2.B [Figura: ARNt en hoja de trébol con los bucles numerados 1, 2 y 3] «b) ¿Qué tipo de monómeros constituyen la secuencia de este polímero? ¿Qué enlace se establece entre ellos para mantener la estructura primaria del ARNt? (0,4 puntos). c) Cite tres localizaciones intracelulares en las que se podría encontrar el ARNt en células eucariotas (0,6 puntos). d) El dibujo muestra tramos de doble cadena formados por emparejamientos intracatenarios con sus correspondientes enlaces. Cite el nombre de este tipo de enlace (0,2 puntos).»

Solución: b) **Ribonucleótidos** (de adenina, guanina, citosina y uracilo, además de bases modificadas) unidos por **enlaces fosfodiéster**. c) **Citosol** (citoplasma), **mitocondrias** y **cloroplastos**, que tienen su propia síntesis de proteínas. d) **Puentes de hidrógeno** entre bases complementarias de la misma cadena.

Fuentes

1. Watson, J. D. y Crick, F. H. C., «Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid», *Nature* 171, 737–738 (1953)
2. Franklin, R. E. y Gosling, R. G., «Molecular configuration in sodium thymonucleate», *Nature* 171, 740–741 (1953)
3. Nobel Prize Outreach, The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1962 (Crick, Watson y Wilkins)
4. Nobel Prize Outreach, «The discovery of the molecular structure of DNA – the double helix»
5. Nobel Prize Outreach, The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2024 (Ambros y Ruvkun, microARN)
6. Alberts, B. et al., *Molecular Biology of the Cell*, 4.ª ed. (Garland Science, 2002), caps. 4 y 6, en NCBI Bookshelf
7. Berg, J. M., Tymoczko, J. L. y Stryer, L., *Biochemistry*, 5.ª ed. (W. H. Freeman, 2002), en NCBI Bookshelf
8. Nelson, D. L. y Cox, M. M., *Lehninger. Principles of Biochemistry*, 8.ª ed. (W. H. Freeman, 2021), caps. 8 y 27
9. NHGRI (NIH), «Deoxyribonucleic Acid (DNA) Fact Sheet»
10. Comissió Gestora de les PAU (Generalitat Valenciana), examen y criterios de Biología, convocatoria de julio de 2025
11. Universidades públicas de Madrid, modelo de examen y criterios de Biología para 2027
12. UPV/EHU, examen y criterios de Biología, PAU 2026 convocatoria ordinaria

Imágenes: Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Nelson y Cox, *Lehninger. Principles of Biochemistry*, cap. 8. · Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Watson y Crick (1953) y Alberts et al., *Molecular Biology of the Cell*, cap. 4. · Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Alberts et al., *Molecular Biology of the Cell*, cap. 4 (cromatina). · Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Nelson y Cox, *Lehninger. Principles of Biochemistry*, cap. 27, y Berg et al., *Biochemistry*.

Apuntes de Farmeando PAU · farmeandopau.com · Revisados frente a fuentes. Última revisión: 24 de octubre de 2026. Licencia CC BY-NC-ND 4.0: puedes copiarlo y compartirlo citándonos, sin uso comercial ni cambios (las imágenes, con su propia licencia). ¿Un error? Avísanos desde la página del tema. Cómo los hacemos: farmeandopau.com/metodologia.