Proteínas

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

Última revisión: 9 de noviembre de 2026.

Escanea y haz el test del tema

LA IDEA EN 30 SEGUNDOS

Las **proteínas** son polímeros de **aminoácidos** unidos por **enlaces peptídicos**. Cada aminoácido tiene un **grupo amino**, un **grupo carboxilo** y una **cadena lateral (R)** sobre el **carbono α**; por eso son **anfóteros**. La **secuencia** (estructura **primaria**) determina cómo se pliega la cadena: **hélice α** y **lámina β** (secundaria), forma en 3D (**terciaria**) y unión de varias cadenas (**cuaternaria**). La función depende de esa forma: si se pierde (**desnaturalización**), la proteína deja de funcionar. Son las biomoléculas más **versátiles**: catalizan, transportan, defienden, sostienen, contraen y regulan.

1 Qué es una proteína

Casi todas las comunidades empiezan igual: «defina proteína» o «indique su composición química». Es el punto de partida de los temas 6 (enzimas), 16 (traducción) y 21 (anticuerpos).

- **Proteína**: macromolécula formada por una o varias **cadenas polipeptídicas** (polímeros de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos) con una **conformación tridimensional** concreta de la que depende su función.
- **Composición**: siempre **C, H, O y N**; casi todas llevan también **S** (en los aminoácidos **cisteína** y **metionina**). Algunas tienen además P, Fe, Cu, Mg, I… en un grupo no proteico.
- **Péptidos**: cadenas cortas. Se llaman dipéptido (2 aminoácidos), tripéptido (3), **oligopéptido** (pocos, unos 10 como máximo) y **polipéptido** (más). La frontera entre polipéptido y proteína es una convención de los libros: en general se habla de proteína cuando la cadena es larga (más de unos 50 aminoácidos) y tiene una forma funcional.
- Son las biomoléculas orgánicas **más abundantes** en la célula después del agua y las **más diversas en función**: su versatilidad viene de que con 20 aminoácidos distintos se pueden formar secuencias casi infinitas.
- Se sintetizan en los **ribosomas** a partir de la información del ADN (lo ves en el Tema 16): la secuencia de bases del gen fija la secuencia de aminoácidos.

2 Los aminoácidos

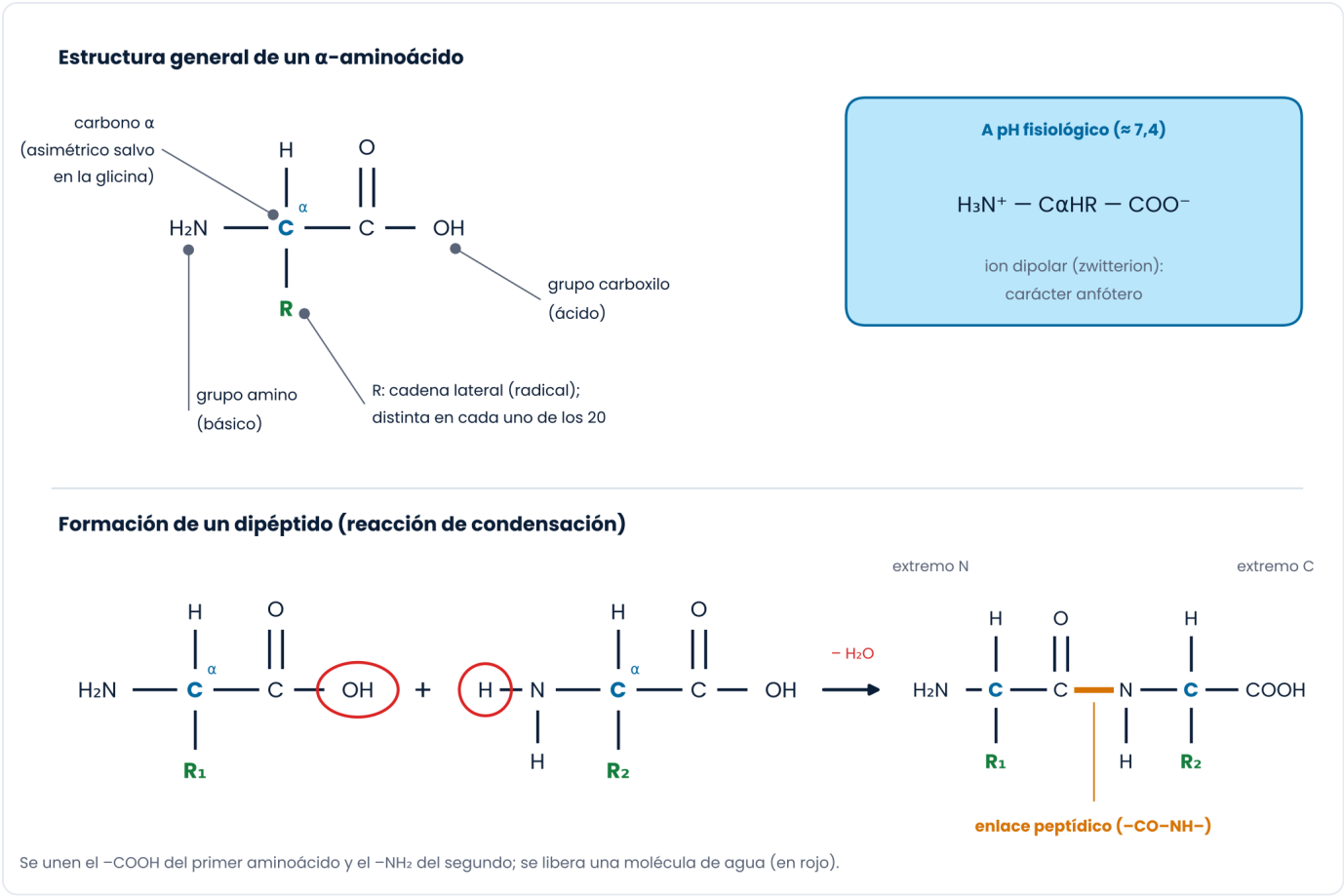
Te pueden pedir **escribir la fórmula general** (Madrid, Asturias, Galicia, Comunitat Valenciana), reconocerla entre otras fórmulas (Baleares, Cataluña, Castilla-La Mancha) o explicar a qué grupo pertenece un aminoácido dibujado.

- **Aminoácido proteico**: molécula con un **grupo amino ($-NH_2$)** y un **grupo carboxilo ($-COOH$)** unidos al mismo carbono, el **carbono α**, que lleva además un **H** y una **cadena lateral o radical (R)**. Son **α-aminoácidos**.
- Hay **20 aminoácidos** codificados por el código genético estándar; se distinguen solo por el **radical R**, que da a cada uno sus propiedades (tamaño, carga, polaridad).

- **Isomería**: el carbono α es **asimétrico** (cuatro sustituyentes distintos) en todos salvo en la **glicina** (su R es un H). Por eso hay formas **D** y **L** (enantiómeros). Las proteínas de los seres vivos están formadas solo por **L-aminoácidos**; los D aparecen en casos especiales, como el peptidoglucano de la pared bacteriana. En Castilla-La Mancha la isomería óptica de los aminoácidos **no entra**.
- **Aminoácidos esenciales**: los que nuestro cuerpo no puede sintetizar y hay que tomar en la dieta. En el adulto son **nueve**: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (FAO/OMS/UNU). Se amplía en el Tema 7.
- **Aminoácidos azufrados**: **cisteína** ($-CH_2-SH$) y **metionina** ($-CH_2-CH_2-S-CH_3$). Baleares los pide expresamente. Dos cisteínas pueden formar un **puente disulfuro** ($-S-S-$), clave en la estructura terciaria.
- Nomenclatura: abreviatura de tres letras (Gly, Ala, Cys…) o de una letra (G, A, C…); en Castilla-La Mancha se aceptan las dos.

Grupo (según el radical R)	Cómo es R	Ejemplos
Apolares (hidrofóbicos)	Cadenas de hidrocarburo o anillos sin cargas ni grupos polares; poco afines al agua	Glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, triptófano, prolina
Polares sin carga	Grupos –OH, –SH o amida que forman puentes de hidrógeno	Serina, treonina, cisteína, asparagina, glutamina, tirosina
Ácidos (carga negativa a pH 7)	Un segundo –COOH que se ioniza a $-COO^-$	Ácido aspártico, ácido glutámico
Básicos (carga positiva a pH 7)	Un segundo grupo amino o similar que capta H^+	Lisina, arginina, histidina

Clasificación habitual en los libros de Bachillerato. Nelson y Cox (Lehninger) separan además un grupo de aromáticos (fenilalanina, tirosina, triptófano), y la histidina a pH 7 solo está cargada en parte. En el examen basta con razonar por el radical; Castilla-La Mancha solo pide reconocer el grupo, no el nombre.



Fórmula general de un aminoácido y formación del enlace peptídico. Arriba, los cuatro sustituyentes del carbono α y la forma ionizada a pH fisiológico. Abajo, el –COOH del primer aminoácido y el $–NH_2$ del segundo se unen y se libera una molécula de agua ($– H_2O$ sobre la flecha); el dipéptido conserva un extremo amino (N) y un extremo carboxilo (C) libres.

3 Propiedades ácido-base: carácter anfótero y punto isoeléctrico

- **Carácter anfótero**: un aminoácido puede comportarse como **ácido** (su –COOH cede H^+) o como **base** (su $–NH_2$ capta H^+). Por eso amortigua los cambios de pH (efecto **tampón**).
- En disolución acuosa a pH neutro está como **ion dipolar o zwitterion**: $–NH_3^+$ y $–COO^-$ a la vez, con carga neta cero si su radical no tiene carga.
- En medio **ácido** (mucho H^+) capta protones y queda con **carga positiva**; en medio **básico** los cede y queda con **carga negativa**.
- **Punto isoeléctrico (pI)**: pH en el que la **carga neta es cero**. En un campo eléctrico, a ese pH el aminoácido (o la proteína) no se desplaza; por debajo del pI va hacia el polo negativo y por encima, hacia el positivo. A su pI una proteína es **menos soluble**.
- Las proteínas también son anfóteras por los radicales ácidos y básicos de su superficie: por eso un cambio de pH altera sus cargas, sus enlaces iónicos y su forma (desnaturalización).

Anfótero no es anfipático

Anfótero (aminoácidos): actúa como ácido y como base. **Anfipático** (fosfolípidos, ácidos grasos): tiene una parte polar y otra apolar. La Rioja preguntó los dos términos juntos en su modelo 2025–26.

4 El enlace peptídico

Es la pregunta de dibujo más repetida del tema: Navarra (2026), Cataluña (2025 y 2026), Castilla y León (2025 y 2026), Cantabria (2025 y 2026), Andalucía y Galicia. Practica hasta hacerlo sin pensar.

- **Enlace peptídico**: enlace **covalente de tipo amida (–CO–NH–)** entre el **grupo carboxilo** de un aminoácido y el **grupo amino** del siguiente, con **liberación de una molécula de agua** (reacción de **condensación**). Su ruptura con agua es una **hidrólisis**.
- En la célula lo forma el **ribosoma** durante la traducción; la actividad que lo cataliza es la **peptidil transferasa**, que reside en el **ARN ribosómico** de la subunidad mayor (es una **ribozima**). Se amplía en el Tema 16.
- Tiene **carácter parcial de doble enlace** (resonancia entre el C=O y el C–N): es **más corto** que un enlace C–N sencillo y **no puede girar**.
- Por eso los seis átomos del grupo peptídico (Cα, C, O, N, H y el Cα siguiente) quedan en un **mismo plano**, casi siempre en configuración **trans**. La cadena solo puede girar por los enlaces del **carbono α**: es como una cadena de **planos rígidos articulados**.
- Una cadena polipeptídica tiene **polaridad**: un **extremo N-terminal** ($-NH_2$ libre, el primer aminoácido) y un **extremo C-terminal** (–COOH libre). La secuencia se escribe siempre del N al C.

1. Dibuja los dos aminoácidos

En forma no ionizada, con el –COOH del primero a la derecha y el $-NH_2$ del segundo a la izquierda. Pon sus radicales (R_1, R_2 o los reales).

2. Marca lo que se va

Rodea el **–OH** del carboxilo del primero y un **H** del amino del segundo: forman el **H_2O**.

3. Une C y N

Dibuja el dipéptido con el enlace **C–N** entre el carbono carboxílico del primero y el nitrógeno del segundo; el C sigue unido a su =O y el N a su H.

4. Rotula

Señala el **enlace peptídico**, el **extremo N** y el **extremo C**, y escribe **+ H_2O** a la derecha de la flecha.

5 Problema resuelto: dibujar un dipéptido (Cataluña)

CATALUÑA · PAU 2025 ORDINARIA · EJERCICIO 3, APARTADO D

La espirulina seca tiene un alto contenido proteico (entre el 60 % y el 70 %). La proteína más abundante es la C-ficocianina. Observe la siguiente imagen, donde están representados los aminoácidos más abundantes en la espirulina, y responda a las cuestiones que hay a continuación. [0,5 puntos]

[Figura: fórmulas desarrolladas de la valina, con radical $-CH(CH_3)_2$, y del ácido glutámico, con radical $-CH_2-CH_2-COOH$.]

a) Dibuje la fórmula del dipéptido resultante de la unión de estos dos aminoácidos. (0,3 puntos)

b) Indique el nombre del enlace que les une. (0,2 puntos)

Apartado a)

1. Elige el orden: el enunciado no lo fija, así que vale Val-Glu o Glu-Val. Tomamos **Val-Glu** (la valina pone su –COOH y el glutámico su $-NH_2$).
2. Se eliminan el –OH del carboxilo de la valina y un H del amino del ácido glutámico (**H_2O**).
3. El carbono carboxílico de la valina queda unido al nitrógeno del glutámico:

$$H_2N-CH(R_{Val})-CO-NH-CH(R_{Glu})-COOH$$

   con $R_{Val} = -CH(CH_3)_2$ y $R_{Glu} = -CH_2-CH_2-COOH$.
4. Ojo: el –COOH del **radical** del glutámico no participa; el enlace se forma con el –COOH unido al carbono α.

SOLUCIÓN Dipéptido **valil-glutamato** (Val-Glu):

$$H_2N-CH[CH(CH_3)_2]-CO-NH-CH(CH_2CH_2COOH)-COOH$$

con su extremo N en la valina y su extremo C en el glutámico.

Apartado b)

1. Es un enlace covalente de tipo amida entre el –CO– de un aminoácido y el –NH– del siguiente.

SOLUCIÓN **Enlace peptídico**.

Lo que puntúa. Criterios de Cataluña: 0,3 por la fórmula del dipéptido (también es correcto añadir que se genera agua) y 0,2 por nombrar el enlace peptídico. En el tripéptido de 2026 daban 0 si el enlace se hacía con los radicales.

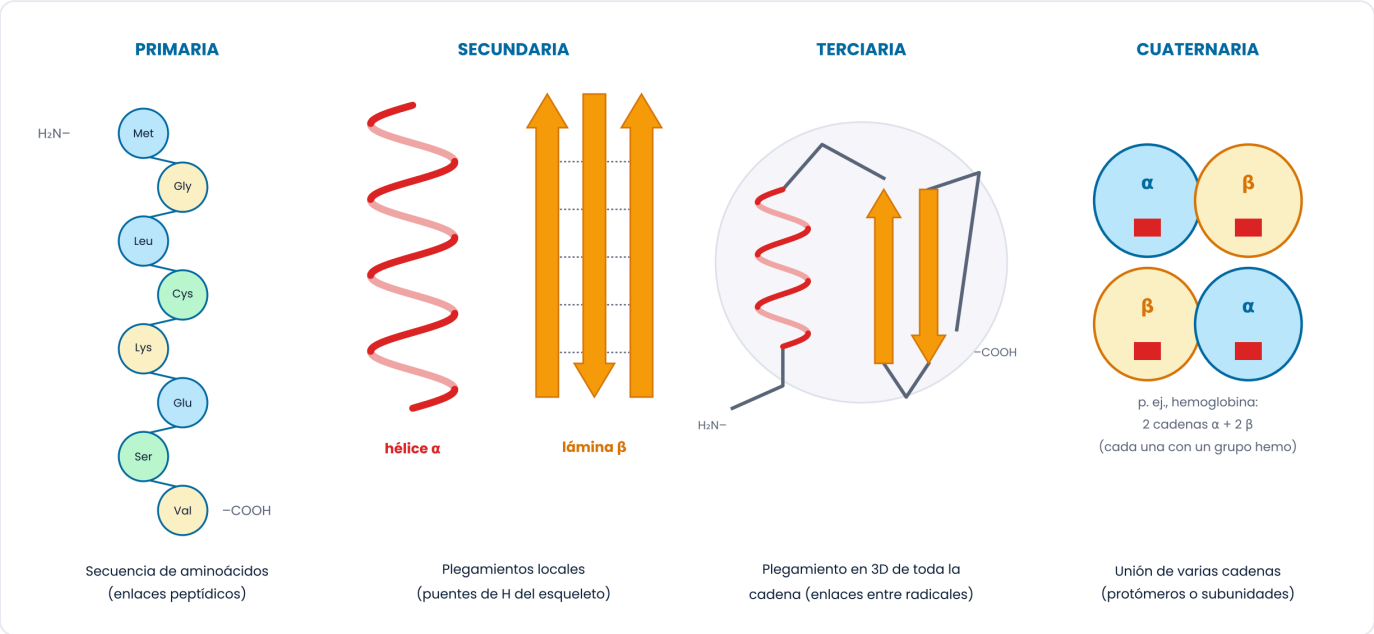
Error típico que te quita puntos. Unir los aminoácidos por el carboxilo del radical del glutámico o por los radicales; olvidar el agua cuando piden la reacción; dibujar O=C–O–N (eso no existe).

6 Niveles de estructura: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria

Se pregunta en todas las comunidades: describir los niveles, decir qué enlaces los mantienen y reconocerlos en un esquema (Andalucía, Asturias) o en un modelo 3D (Cataluña, 2025).

- **Estructura primaria**: la **secuencia de aminoácidos** desde el extremo N hasta el C. Se mantiene por **enlaces peptídicos** (covalentes). Determina todas las demás. Frederick Sanger secuenció la primera proteína, la **insulina** (Nobel de Química de 1958).
- La forma depende de la secuencia, y la función, de la forma. Predecirla a partir de la secuencia valió el **Nobel de Química de 2024**: la mitad para **David Baker** («por el diseño computacional de proteínas») y la otra mitad para **Demis Hassabis** y **John Jumper** («por la predicción de la estructura de las proteínas», con AlphaFold). Salió en la Comunitat Valenciana y en Canarias en 2025.
- **Estructura secundaria**: plegamiento **local y regular** del esqueleto de la cadena, estabilizado por **puentes de hidrógeno** entre el **C=O** y el **N–H** de los enlaces peptídicos (no entre radicales). Las dos principales las propuso Linus Pauling en 1951 (la hélice α, con Robert Corey y Herman Branson; la lámina β, con Corey).
- **Hélice α**: la cadena se enrolla en una **hélice dextrógira** con **3,6 aminoácidos por vuelta**; cada C=O forma un puente de hidrógeno con el N–H del aminoácido **cuatro posiciones** más allá; los **radicales quedan hacia fuera**. Ejemplo: la **α-queratina** del pelo.
- **Lámina β (hoja plegada)**: tramos de cadena **extendidos en zigzag** que se colocan **uno al lado de otro** (paralelos o antiparalelos) unidos por puentes de hidrógeno **entre tramos**; los radicales quedan alternativamente por encima y por debajo. Ejemplo: la **fibroína** de la seda (Navarra preguntó la seda de araña en 2025).
- **Estructura terciaria**: la **forma tridimensional completa** de una cadena, con sus hélices, láminas y bucles plegados en el espacio. La estabilizan **enlaces entre radicales** que pueden estar lejos en la secuencia: **puentes disulfuro** (covalentes), **enlaces iónicos**, **puentes de hidrógeno**, **interacciones hidrofóbicas** y **fuerzas de Van der Waals**.
- Según su forma hay **proteínas globulares** (compactas, más o menos esféricas, **solubles**: enzimas, anticuerpos, albúmina, hemoglobina) y **fibrosas** (alargadas, **insolubles**, función estructural: colágeno, queratina, elastina, fibroína).

- **Estructura cuaternaria**: unión de **dos o más cadenas** (subunidades o protómeros) en una proteína funcional, por los mismos enlaces débiles y, a veces, puentes disulfuro. Ejemplos: **hemoglobina** (2 cadenas α + 2 cadenas β) y los **anticuerpos** (2 cadenas pesadas + 2 ligeras unidas por puentes disulfuro). **No todas** la tienen: la mioglobina es una sola cadena.
- **Colágeno**: cada una de sus cadenas forma una hélice especial, **levógira y más estirada que la hélice α** (unos tres aminoácidos por vuelta, rica en glicina y prolina), y **tres cadenas** se enrollan entre sí en una **triple hélice**. Como reúne varias cadenas, se considera **estructura cuaternaria** (Cataluña lo preguntó en la reserva de 2025; ojo: su criterio llama «hélice α» a la hélice del colágeno, y no lo es). La triple hélice del colágeno **no entra en Castilla-La Mancha** («por falta de consenso en su estructura»).



Los cuatro niveles de estructura de las proteínas. La primaria es la secuencia; la secundaria, plegamientos locales (hélice α y lámina β) unidos por puentes de hidrógeno del esqueleto; la terciaria, el plegamiento en 3D de toda la cadena; la cuaternaria, la unión de varias cadenas, como las 2 α y 2 β de la hemoglobina, cada una con su grupo hemo (rectángulo rojo).

7 Los enlaces que mantienen la forma

Enlace o interacción	Entre qué	Fuerza	Nivel que mantiene
Enlace peptídico	–COOH de un aminoácido y $-NH_2$ del siguiente	Covalente (fuerte)	Primaria
Puente de hidrógeno del esqueleto	C=O y N–H de enlaces peptídicos	Débil	Secundaria
Puente disulfuro (–S–S–)	Grupos –SH de dos cisteínas	Covalente (fuerte)	Terciaria y cuaternaria
Enlace iónico (puente salino)	Radicales ácidos ($-COO^-$) y básicos ($-NH_3^+$)	Débil	Terciaria y cuaternaria
Puentes de hidrógeno entre radicales	Radicales polares (–OH, $-NH_2$, C=O…)	Débil	Terciaria y cuaternaria
Interacciones hidrofóbicas y de Van der Waals	Radicales apolares, que se agrupan en el interior	Débiles (pero muy numerosas)	Terciaria y cuaternaria

Los enlaces débiles son muchos y, sumados, estabilizan la forma; por eso el calor o un cambio de pH, que los rompen, bastan para desnaturalizar.

PREGUNTA RESUELTA

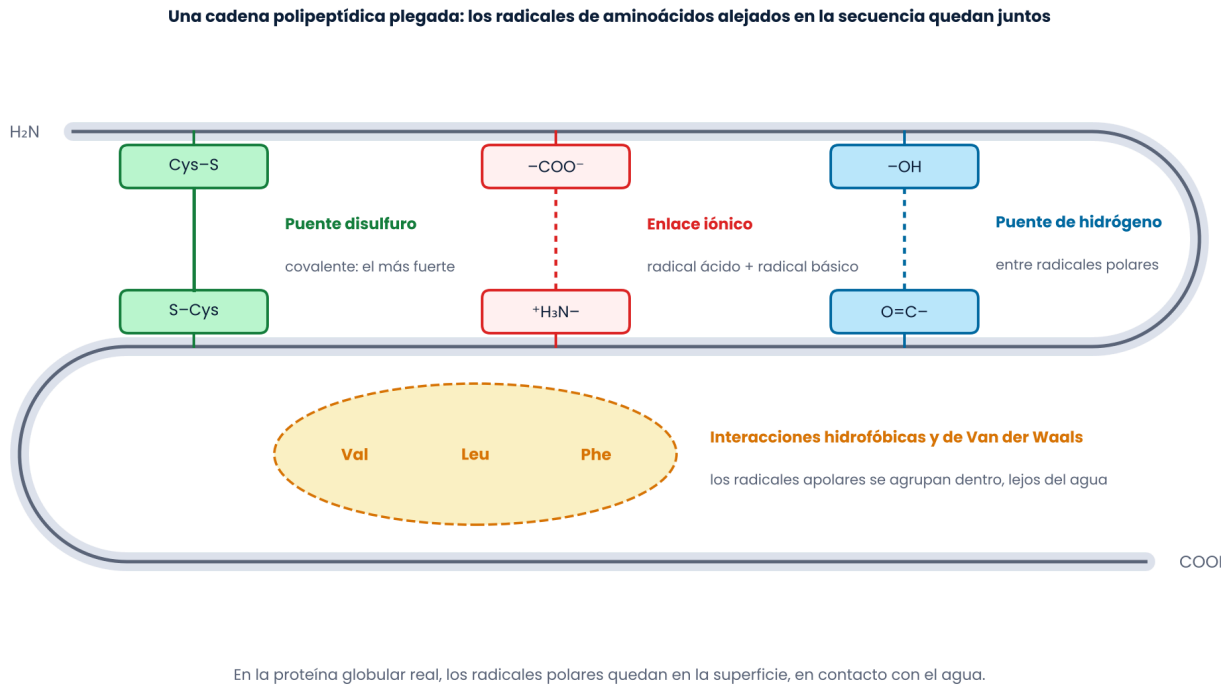
Asturias · PAU 2026 ordinaria · Pregunta 1, opción B.2: «Enumera los tipos de uniones o enlaces que determinan la estructura terciaria de una proteína. Indica cuál de estos enlaces es el último en romperse durante el proceso de desnaturalización por calor. Justifica tu respuesta» (1 punto).

Respuesta modelo

La estructura terciaria se mantiene por enlaces entre los radicales de los aminoácidos: **puentes de hidrógeno**, **enlaces iónicos** (entre radicales ácidos y básicos), **interacciones hidrofóbicas** (y fuerzas de Van der Waals) entre radicales apolares y **puentes disulfuro** entre dos cisteínas.

El último en romperse son los **puentes disulfuro**, porque son **enlaces covalentes**, mucho más fuertes que los demás. El calor rompe primero las uniones débiles; los puentes disulfuro resisten (para romperlos hacen falta agentes reductores, como el β-mercaptoetanol).

Por qué puntúa. Por qué puntúa: los criterios de Asturias dan 0,5 por nombrar los cuatro tipos y 0,5 por decir que el último es el puente disulfuro **porque es covalente**; si no se justifica, solo 0,25.



Enlaces que estabilizan la estructura terciaria. Al plegarse, radicales alejados en la secuencia quedan juntos: dos cisteínas forman un puente disulfuro (covalente), un radical ácido y uno básico un enlace iónico, dos radicales polares un puente de hidrógeno, y los radicales apolares se agrupan dentro por interacciones hidrofóbicas.

8 Propiedades: solubilidad, especificidad, desnaturalización

- **Solubilidad**: las **globulares** son solubles en agua porque dejan sus radicales polares en la superficie, que forman puentes de hidrógeno con el agua (dispersiones coloidales). Las **fibrosas** son insolubles: de ahí su papel estructural (Murcia relaciona expresamente solubilidad con función).
- **Especificidad**: cada proteína reconoce y se une a moléculas concretas gracias a su forma (enzima-sustrato, anticuerpo-antígeno, hormona-receptor). También hay especificidad de especie (proteínas que hacen lo mismo tienen secuencias algo distintas en especies distintas) e incluso **entre individuos** de la misma especie: las diferencias en las proteínas del **MHC** de cada persona son la base del rechazo de trasplantes (Tema 22).
- **Desnaturalización**: pérdida de las estructuras **secundaria, terciaria y cuaternaria** por rotura de los **enlaces débiles** (y a veces de puentes disulfuro), **sin romper los enlaces peptídicos**: se **conserva la**

estructura primaria. La proteína pierde su forma y su **función** y suele volverse insoluble y precipitar.

- **Agentes desnaturalizantes**: **temperatura alta**, **cambios de pH**, disolventes orgánicos, detergentes, urea, sales de metales pesados, agitación intensa.
- Ejemplos de examen: la clara de huevo que se vuelve blanca y sólida al cocinarla; el **flan** que cuaja con el calor y el **ceviche**, en el que el limón (pH ácido) «cocina» el pescado sin calor (La Rioja, 2026); la caseína de la leche que precipita al bajar el pH en el **yogur** (Andalucía, 2026); la fiebre muy alta que inactiva enzimas.
- **Renaturalización**: si el cambio ha sido suave y se retira el agente, algunas proteínas **recuperan su forma y su actividad**. Si la desnaturalización es intensa (huevo cocido) es **irreversible**.
- **Experimento de Anfinsen**: trató la **ribonucleasa A** con **urea** y **β-mercaptoetanol** (que rompe sus puentes disulfuro); se desplegó y perdió la actividad. Al quitar ambos reactivos se volvió a plegar sola y **recuperó la actividad**. Conclusión: **la estructura primaria contiene toda la información para el plegamiento**. Christian Anfinsen recibió media parte del **Nobel de Química de 1972**.

Si te piden un nivel concreto

«Una proteína pierde su actividad al separarse sus cadenas aunque cada una conserve su plegamiento» (Extremadura, 2026): se altera la **cuaternaria** y se conservan primaria, secundaria y terciaria. La función depende de la forma completa: en la hemoglobina, por ejemplo, la unión del oxígeno depende de la interacción entre subunidades.



Desnaturalización y renaturalización (experimento de Anfinsen). Con urea y β-mercaptoetanol la ribonucleasa se despliega, sus puentes disulfuro se reducen a grupos –SH y pierde la actividad, pero conserva la secuencia. Al retirar los reactivos por diálisis vuelve a su forma nativa y a funcionar. La enzima real tiene cuatro puentes disulfuro; aquí se dibuja uno.

9 Clasificación: holoproteínas y heteroproteínas

Canarias (2025), Galicia (2026) y Castilla-La Mancha (en su programa) lo piden con ejemplos.

Holoproteínas

Formadas **solo por aminoácidos**. **Globulares**: albúminas (seroalbúmina), globulinas, histonas, enzimas como la ribonucleasa. **Fibrosas**: colágeno, queratina, elastina, fibroína.

Heteroproteínas

Tienen una parte proteica (**apoproteína**) y otra no proteica (**grupo prostético**). Se nombran según ese grupo.

Glucoproteínas

Grupo prostético: **glúcido**. Anticuerpos, muchas hormonas (FSH, LH), proteínas de membrana del glucocáliz, mucinas del moco.

Lipoproteínas

Con **lípidos**: **LDL**, **HDL**, quilomicrones, que transportan lípidos por la sangre (Tema 7).

Cromoproteínas

Con un pigmento: **hemoglobina** y mioglobina (**grupo hemo** con Fe^{2+}, que une el O_2), citocromos, rodopsina.

Fosfoproteínas y nucleoproteínas

Fosfoproteínas: con ácido fosfórico, como la **caseína** de la leche. **Nucleoproteínas**: asociaciones de proteínas con ácidos nucleicos, como las **histonas con el ADN** en la cromatina (Tema 8).

10 Funciones de las proteínas, con ejemplos

Pregunta fija: «cite cuatro funciones con un ejemplo de cada una» (Asturias puntúa 0,25 por pareja función-ejemplo) o «relacione cada proteína con su función» (Comunitat Valenciana, 2026).

Función	Ejemplos
Catalítica (enzimática)	Casi todas las enzimas: amilasa, lipasa, pepsina, ADN polimerasa, RuBisCO (Tema 6)
Estructural	Colágeno (tendones, huesos), queratina (pelo, uñas), elastina, histonas, tubulina y actina del citoesqueleto
Transporte	Hemoglobina (O_2 en la sangre), seroalbúmina (ácidos grasos, fármacos), lipoproteínas, proteínas transportadoras y canales de membrana
Defensa	Anticuerpos o inmunoglobulinas, proteínas del complemento, fibrinógeno y trombina de la coagulación
Hormonal y reguladora	Insulina, glucagón, hormona del crecimiento, parathormona; factores de transcripción
Contráctil y de movimiento	Actina y miosina del músculo, dineína de cilios y flagelos
Reserva	Ovoalbúmina de la clara de huevo, caseína de la leche, gluten (gliadinas y gluteninas) del trigo
Reconocimiento y señalización	Receptores de membrana, proteínas del MHC, glucoproteínas del glucocáliz
Homeostática y tampón	Mantienen el pH y el equilibrio osmótico de la sangre (albúmina)

Las proteínas solo se usan como fuente de energía en caso de necesidad (ayuno prolongado): su función energética es secundaria.

Biuret (Andalucía)

El **reactivo de Biuret** (sulfato de cobre en medio básico) se vuelve **violeta** si hay proteínas o péptidos, porque el cobre forma un complejo con los enlaces peptídicos (hacen falta al menos dos: aminoácidos libres y dipéptidos no dan la reacción); si no los hay, queda **azul**. Andalucía lo pide interpretando resultados, «sin necesidad de conocer su fundamento químico». Los demás ensayos (Benedict o Fehling, lugol, Sudán III) los ves en los temas 3 y 4.

Conceptos clave

Proteína

Macromolécula formada por una o varias cadenas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, con una conformación tridimensional concreta de la que depende su función.

Aminoácido

Molécula con un grupo amino y un grupo carboxilo unidos al mismo carbono (carbono α), que lleva además un hidrógeno y un radical R variable. Es el monómero de las proteínas.

Aminoácido esencial

Aminoácido que el organismo no puede sintetizar en cantidad suficiente y debe tomar en la dieta; en el adulto humano son nueve.

Carácter anfótero

Capacidad de un aminoácido o una proteína de comportarse como ácido (cediendo H^+ del grupo carboxilo) o como base (captando H^+ en el grupo amino) según el pH del medio.

Zwitterion (ion dipolar)

Forma de un aminoácido en disolución a pH neutro, con el grupo amino como $–NH_3^+$ y el carboxilo como $–COO^-$ a la vez.

Punto isoeléctrico

Valor de pH en el que un aminoácido o una proteína tiene carga neta cero, por lo que no se desplaza en un campo eléctrico.

Enlace peptídico

Enlace covalente de tipo amida entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, con liberación de una molécula de agua. Tiene carácter parcial de doble enlace y es plano y rígido.

Estructura primaria

Secuencia de aminoácidos de una cadena polipeptídica, desde el extremo N-terminal al C-terminal, mantenida por enlaces peptídicos.

Hélice α

Estructura secundaria en la que la cadena se enrolla en una hélice dextrógira de 3,6 aminoácidos por vuelta, estabilizada por puentes de hidrógeno entre el C=O de un aminoácido y el N–H del que está cuatro posiciones más allá.

Lámina β

Estructura secundaria formada por tramos de cadena extendidos en zigzag, colocados en paralelo o antiparalelo y unidos por puentes de hidrógeno entre ellos.

Estructura terciaria

Conformación tridimensional completa de una cadena polipeptídica, estabilizada por enlaces entre los radicales: puentes disulfuro, iónicos, de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas.

Estructura cuaternaria

Asociación de dos o más cadenas polipeptídicas (subunidades) para formar una proteína funcional, como la hemoglobina.

Puente disulfuro

Enlace covalente –S–S– entre los grupos –SH de dos cisteínas; estabiliza la estructura terciaria y cuaternaria.

Desnaturalización

Pérdida de la conformación nativa (estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria) de una proteína por factores como el calor o un pH extremo, sin romper los enlaces peptídicos; la proteína pierde su función (una enzima desnaturalizada deja de catalizar).

Renaturalización

Recuperación de la conformación nativa y de la función de una proteína desnaturalizada al eliminar el agente desnaturalizante, si la desnaturalización no fue intensa.

Proteína globular

Proteína de forma compacta, más o menos esférica y soluble en agua, con funciones dinámicas (enzimas, anticuerpos, transporte).

Proteína fibrosa

Proteína alargada e insoluble en agua, con función estructural (colágeno, queratina, elastina).

Heteroproteína

Proteína formada por una parte proteica (apoproteína) y otra no proteica (grupo prostético), como la hemoglobina con su grupo hemo.

Grupo prostético

Parte no proteica, unida de forma estable, de una heteroproteína.

MODO PAU

Seis claves que valen puntos

Fórmula general

Carbono α con **–NH_2**, **–COOH**, **H** y **R**. Es lo que te piden «escribir» o «reconocer».

Dipéptido

–COOH del primero + **–NH_2** del segundo → **–CO–NH–** + **H_2O**. Rotula el enlace y los extremos N y C.

Enlace peptídico

Covalente tipo **amida**, **parcial doble enlace**, **plano y rígido**, casi siempre **trans**.

Niveles y enlaces

Primaria → **peptídico**; secundaria → **puentes de H del esqueleto**; terciaria y cuaternaria → **disulfuro, iónicos, puentes de H, hidrofóbicas**.

Desnaturalización

Se pierde la **forma** y la **función**; **la primaria se conserva**. Agentes: **calor, pH**, urea, detergentes. Puede ser reversible (Anfinsen).

Funciones

Da **función + ejemplo**: enzimática (amilasa), estructural (colágeno), transporte (hemoglobina), defensa (anticuerpos), hormonal (insulina), contráctil (actina, miosina), reserva (caseína).

Cómo te lo pueden preguntar

- **Asturias (2026 ordinaria):** «Enumera los tipos de uniones o enlaces que determinan la estructura terciaria de una proteína. Indica cuál de estos enlaces es el último en romperse durante el proceso de desnaturalización por calor. Justifica tu respuesta»
- **Extremadura (2026 extraordinaria):** «Una proteína pierde su actividad al separarse sus cadenas polipeptídicas, aunque cada una conserva su plegamiento. Indique qué nivel de estructura se altera, qué niveles se conservan y justifique por qué esa alteración puede comprometer la función biológica (0,5 puntos).»
- **Navarra (2026 ordinaria):** «Si la traducción funcionara correctamente, el ribosoma facilitaría la unión entre aminoácidos ¿Cómo se denomina este enlace? Dibuja el esquema de la formación de este enlace (puedes usar R1 y R2 para las cadenas laterales). Señala el enlace resultante. ¿Qué enzima cataliza esa reacción? (1 P)»
- **Castilla y León (2025 extraordinaria):** «Dados los siguientes aminoácidos: a) Escribir la fórmula del dipéptido que formarían. (0,5) b) ¿Presentan estos aminoácidos carbonos asimétricos? Razonar la respuesta. (0,5) c) ¿Qué tipos de enlaces intervienen en la estabilización de cada uno de los niveles estructurales de las proteínas? (1,0)» [Figura: fórmulas de dos aminoácidos.]
- **La Rioja (2026 extraordinaria):** «Es habitual la adición de limón o vinagre que acelera el “cocinado” del pescado en preparaciones como el ceviche. Explica por qué este proceso ocurre sin aplicación de calor y compáralo con la desnaturalización térmica desde el punto de vista molecular. (0,5 puntos)»
- **Comunitat Valenciana (2025 ordinaria):** «Explique brevemente los diferentes niveles de complejidad estructural que se pueden diferenciar en una proteína. ¿A cuál/es de ellos haría referencia el texto? Razone su respuesta (1,25 puntos).» [Texto: noticia sobre el Nobel de Química de 2024.]

- **Murcia (2026 extraordinaria):** «¿Tienen todas las proteínas estructura cuaternaria? Razone la respuesta (incluya en el razonamiento la descripción de la estructura cuaternaria). Mencione dos tipos de enlace implicados en el mantenimiento de la estructura cuaternaria de las proteínas (0,8 p.).»

No lo confundas

- **Desnaturalizar no es hidrolizar**: al desnaturalizar se rompen enlaces débiles y la secuencia queda intacta; en la hidrólisis (digestión) se rompen los enlaces peptídicos y la proteína se deshace en aminoácidos.
- Los **puentes de hidrógeno de la estructura secundaria** son entre los C=O y N–H del **esqueleto**; los de la terciaria, entre **radicales**.
- **Anfótero** (ácido y base a la vez: aminoácidos) **≠ anfipático** (parte polar y parte apolar: fosfolípidos).
- La **glicina** no tiene carbono asimétrico (su R es H): no tiene formas D y L.
- No todas las proteínas tienen estructura **cuaternaria**: solo las formadas por **varias cadenas**.
- El enlace peptídico **no gira**; los giros de la cadena se producen en los enlaces del **carbono α**.
- **Holoproteína ≠ holoenzima**: la holoproteína solo tiene aminoácidos; la holoenzima es la enzima completa con su cofactor (Tema 6).

Ponte a prueba

Asturias · PAU 2026 ordinaria · Pregunta 1, opción B.3: «Explica en qué se diferencia el aminoácido D-Alanina del aminoácido L-Alanina. Indica si ambos están presentes en el cuerpo humano o solo uno de ellos, indicando cuál.» (0,5 puntos)

Solución: Son **estereoisómeros (enantiómeros)**: tienen la misma fórmula, pero su **carbono α es asimétrico** (unido a cuatro grupos distintos: $-NH_2$, –COOH, –H y $-CH_3$) y los grupos se disponen en el espacio de dos maneras que son **imágenes especulares no superponibles**. En la proyección de Fischer, la **L** tiene el grupo amino a la izquierda y la **D**, a la derecha. Las proteínas humanas están formadas solo por **L-aminoácidos**, así que en nuestras proteínas está la **L-alanina** (los criterios dan 0 si no se explica). Es lo que pide el criterio; en rigor, en el cuerpo hay pequeñas cantidades de algunos D-aminoácidos **libres** (como la D-serina del sistema nervioso), pero nunca forman parte de las proteínas.

Andalucía · PAU 2025 extraordinaria · Pregunta 4.2 c y d: «c) Nombre los cinco tipos de enlaces que podrían estabilizar la estructura terciaria de una enzima [0,5]. d) En un laboratorio se está diseñando una enzima artificial para su uso en procesos industriales que requieren altas temperaturas. Dado que la estabilidad de las proteínas depende de varios tipos de enlaces, ¿cuál de estos enlaces sería más efectivo aumentar para mejorar la estabilidad térmica de la enzima? Explique su respuesta en función de las características de estos enlaces [0,4].»

Solución: c) **Puentes de hidrógeno**, **interacciones iónicas**, **fuerzas de Van der Waals**, **interacciones hidrofóbicas** y **puentes disulfuro**. d) Convendría aumentar los **puentes disulfuro**: son **enlaces covalentes**, mucho más fuertes que los demás, que son débiles y se rompen con el calor. Más puentes disulfuro «atan» mejor la cadena plegada y **elevan la temperatura de desnaturalización**.

Comunitat Valenciana · PAU 2026 ordinaria · Pregunta 2.1 b: «Relacione cada una de las siguientes proteínas con la función que desempeña (1 punto): 1. Caseína 2. Colágeno 3. Actina 4. Seroalbúminas 5. Insulina / a. Hormonal b. Reserva c. Estructural d. Contráctil e. Transporte»

Solución: 1-b (caseína: reserva de la leche), **2-c** (colágeno: estructural, en tendones, cartílago y huesos), **3-d** (actina: contráctil, con la miosina en el músculo), **4-e** (seroalbúmina: transporte de ácidos grasos y otras sustancias por la sangre) y **5-a** (insulina: hormonal, baja la glucosa en sangre).

Cataluña · PAU 2026 extraordinaria · Ejercicio 4.4: «Todavía no se conoce la función de las oblinas, pero posiblemente ayudan a la replicación del ARN que constituye el obelisco. Dicha suposición se basa en que en su secuencia de aminoácidos aparece varias veces la combinación Arg-Lys-Lys, que es propia de proteínas que se unen a ácidos nucleicos como el ARN. Observe las fórmulas de estos dos aminoácidos y complete la tabla que hay a continuación. [0,5 puntos] […] Dibuje un tripéptido de secuencia NH2-Arg-Lys-Lys-COOH. La abundancia de secuencias ricas en aminoácidos como Arg y Lys favorece que determinadas proteínas se puedan unir, gracias a los radicales de estos aminoácidos, a ácidos nucleicos como el ARN. ¿Por qué estos radicales de la arginina y la lisina permiten a una proteína unirse al ARN?» [Figura: fórmulas de la arginina y la lisina.]

Solución: Tripéptido (con R de cada aminoácido):

$$\mathrm{H_2N{-}CH(R_{Arg}){-}CO{-}NH{-}CH(R_{Lys}){-}CO{-}NH{-}CH(R_{Lys}){-}COOH}$$

con dos enlaces peptídicos –CO–NH–. Radicales: $\mathrm{R_{Lys} = -(CH_2)_4{-}NH_2}$ y

$$\mathrm{R_{Arg} = -(CH_2)_3{-}NH{-}C(=NH){-}NH_2}$$

(grupo guanidino). El extremo N es la arginina y el C, la última lisina. Arginina y lisina son aminoácidos **básicos**: a pH celular sus radicales están **cargados positivamente** y se atraen con las **cargas negativas** de los **grupos fosfato** del ARN (enlaces iónicos). Los criterios de Cataluña daban 0 si el enlace se hacía con los radicales.

Andalucía · PAU 2026 reserva 1 · Ejercicio 5, opción 2 b: «Un edulcorante sintético utilizado como sustituto de la sacarosa está formado por ácido aspártico y fenilalanina. […] Nombre el enlace que se forma cuando se unen estas dos moléculas y cómo se denomina la molécula resultante [0,2]. Explique el proceso mediante el cual se forma dicho enlace [0,5].»

Solución: Se forma un **enlace peptídico** y la molécula resultante es un **dipéptido** (el aspartamo es, en concreto, el éster metílico de ese dipéptido). El **grupo carboxilo** del carbono α del primer aminoácido reacciona con el **grupo amino** del segundo; se libera una **molécula de agua** (condensación) y queda un enlace covalente –CO–NH– entre el carbono carboxílico y el nitrógeno.

La Rioja · PAU 2026 extraordinaria · Pregunta 2.B.2: «Es habitual la adición de limón o vinagre que acelera el "cocinado" del pescado en preparaciones como el ceviche. Explica por qué este proceso ocurre sin aplicación de calor y compáralo con la desnaturalización térmica desde el punto de vista molecular. (0,5 puntos)»

Solución: El limón y el vinagre **bajan el pH**. El exceso de H^+ cambia la **ionización de los radicales** ácidos y básicos de las proteínas del pescado: se rompen los **enlaces iónicos** y muchos **puentes de hidrógeno**, la proteína pierde su forma (**desnaturalización**), se despliega y se agrega; por eso la carne se vuelve opaca y firme sin calor. En la **desnaturalización térmica** el calor aumenta la agitación de las moléculas y rompe los **enlaces débiles** (puentes de hidrógeno, interacciones hidrofóbicas…). En los dos casos se pierden las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria y **se conserva la primaria** (no se rompen enlaces peptídicos); cambia solo el agente que desestabiliza la forma.

Fuentes

1. Nelson y Cox, *Lehninger. Principios de bioquímica*, 8.ª ed. (Omega, 2022), caps. 3 y 4
2. Alberts et al., *Molecular Biology of the Cell*, 4.ª ed., cap. 3 «Proteins» (NCBI Bookshelf)
3. Alberts et al., *Molecular Biology of the Cell*, 4.ª ed., «The Shape and Structure of Proteins» (NCBI Bookshelf)
4. FAO/OMS/UNU, *Protein and amino acid requirements in human nutrition*, WHO Technical Report Series 935 (2007)
5. Premio Nobel de Química 1972 (Anfinsen, Moore y Stein), nobelprize.org
6. Premio Nobel de Química 1958 (Sanger, estructura de la insulina), nobelprize.org
7. Pauling, Corey y Branson, «The structure of proteins; two hydrogen-bonded helical configurations of the polypeptide chain», *PNAS* 37: 205–211 (1951)
8. Premio Nobel de Química 2024 (Baker, Hassabis y Jumper), nobelprize.org
9. Universitat i Recerca (Generalitat de Catalunya), exámenes y criterios de corrección de Biología de la PAU
10. Universidad de Oviedo, información y criterios de la PAU de Biología 2025–2026
11. Distrito Único Andaluz, directrices y orientaciones de Biología 2026–2027 y exámenes anteriores
12. Universidad de Castilla-La Mancha, «Información PAU 2026 · Biología» y coordinación de materias
13. Conselleria de Educación (Comunitat Valenciana), exámenes y criterios de corrección de la PAU 2026

Imágenes: Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Nelson y Cox, Lehninger. Principios de bioquímica (8.ª ed.), cap. 3. · Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Alberts et al., Molecular Biology of the Cell (4.ª ed.), cap. 3, y Nelson y Cox, Lehninger (8.ª ed.), cap. 4. · Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Nelson y Cox, Lehninger (8.ª ed.), cap. 4. · Esquema propio: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia a partir de Nelson y Cox, Lehninger (8.ª ed.), cap. 4, y la reseña del Nobel de Química de 1972 (nobelprize.org).

Apuntes de Farmeando PAU · farmeandopau.com · Revisados frente a fuentes. Última revisión: 9 de noviembre 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.