

SECUENCIA DIDÁCTICA
**“ENTRE LUCIFERINAS
Y OTRAS PROTEÍNAS:
BIOLUMINISCENCIAS
EN EL CANAL
BEAGLE”**

**PROF. MARÍA ALEJANDRA
MANSILLA**

CLASE N° 1

Objetivo: Reconocer a las proteínas como moléculas orgánicas capaces de desempeñar una multiplicidad de funciones en los procesos celulares.

La provincia de Tierra del Fuego Antártida e Islas del Atlántico Sur se encuentra ubicada en el extremo sur de la Argentina y presenta una riqueza biogeográfica que invita a conocerla.

En esta oportunidad, Lola nos lleva a aventurarnos en las profundidades del Canal Beagle con su programa de televisión "Misterios Submarinos" de la Dirección de Medios Audiovisuales de la UNTDF, para redescubrir la diversidad de especies que lo habitan.



ACTIVIDAD

Reunidos en grupos pequeños, realicen en sus carpetas o en un Documento compartido de Google Drive (ver tutorial en el link <https://www.youtube.com/watch?v=ztNySpzxCuo&feature=youtu.be>), la siguiente actividad:



Lola, conductora de Misterios Submarinos

1- Identifiquen en el Episodio "Bichos Raros" de Misterios Submarinos (link <https://www.youtube.com/user/UNTDFMEDIOS/playlists>), los diferentes organismos que hacen a la biodiversidad del Canal Beagle y realicen un mapa conceptual con las características que se mencionan.

2- ¿Cuál fue el desafío de Lola? ¿Consideran que fue resuelto? ¿Por qué?

LA BIOLUMINISCENCIA



Ctenóforos

Animales, plantas, y otros organismos suelen ser bioluminiscentes.



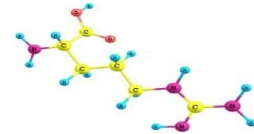
Accede al siguiente link para reconocer la bioluminiscencia en la naturaleza.
<https://twitter.com/Reforestemos/status/532579768810889216?s=08>

Pero, ¿cuál es la causa del fenómeno?



Lee el artículo: “Brillando con luz propia” de Roxana Margarita López-Martínez (2019) en el siguiente link https://scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=brillando+con+luz+propia&btnG=, y a continuación responde:

- a- ¿Cuáles son, según López- Martínez, los “ingredientes” que intervienen en la bioluminiscencia?
- b- ¿Por qué se considera que la bioluminiscencia, es una característica ventajosa para los organismos que la poseen?



FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas presentan gran diversidad y alta especificidad de funciones en los sistemas biológicos y esto es debido a su compleja estructura química.



Identifica las funciones en el siguiente link: <https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/proteintypes/> y, a continuación, realiza la actividad.

- 1- Completa el cuadro sinóptico, especificando las funciones y ejemplos de las proteínas.



Actividad de cierre

Acorde a la actividad inicial sobre el capítulo “Bichos Raros” del programa Misterios Submarinos, se te plantea crear un documento compartido de Google Drive (ver tutorial en el link



<https://www.youtube.com/watch?v=ztNySpxzCuo&feature=youtu.be>), o responder en grupo, en las carpetas, al siguiente desafío: ¿cómo le explicarían a Lola el fenómeno de la bioluminiscencia, teniendo en cuenta la

multiplicidad de funciones de las proteínas?

CLASE N° 2

Objetivo: Reconocer que cada proteína se caracteriza por poseer una estructura molecular particular, definida según las instrucciones contenidas en el ADN.



Entre tantos artículos industriales ¿pensaron alguna vez que podrían tener dinosaurio vivo?

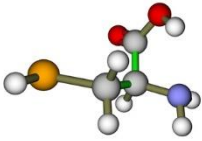


Accedan al siguiente link: <https://microbiologiageneraluvg.wordpress.com/2013/09/04/dinosaurios-o-dinoflagelados-un-dino-fantastico/>, y a

continuación, acorde lo analizado en las actividades anteriores, expliquen:

- a- ¿Por qué se considera que el juguete está vivo?





LAS PROTEÍNAS



Las proteínas cumplen una diversidad de funciones pero, ¿qué son las proteínas? Responde accediendo al siguiente link:
<https://www.educ.ar/recursos/122985/proteinas>



Analiza el texto “Las proteínas” (ver Anexo), y a continuación, realiza la actividad.

- Describe la unidad química de la proteína.
 - ¿En qué consiste el proceso de síntesis de proteínas?
 - Realiza un mapa conceptual sobre el enlace peptídico y las diferentes nominaciones, según el número de aminoácidos. Ejemplifica. Puedes utilizar como modelo de trabajo, los siguientes esquemas.
- El concepto de Enlace peptídico.



- La nominación por enlaces peptídicos.

Según el enlace peptídico entre:



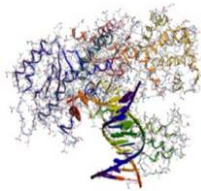


Actividad de cierre

Lean el artículo “Las proteínas, imprescindibles en la dieta básica diaria” en el link <https://www.gaceta.unam.mx/las-proteinas-imprescindibles-en-la-dieta-basica-diaria/> y enumeren en grupo, las diversas problemáticas que plantea el autor, y a continuación realicen una reflexión en sus carpetas o en un Documento compartido de Google Drive, teniendo en cuenta lo estudiado y su dieta básica diaria.

CLASE N° 3.

Objetivo: Reconocer que cada proteína se caracteriza por poseer una estructura molecular particular y definida según las instrucciones contenidas en el ADN

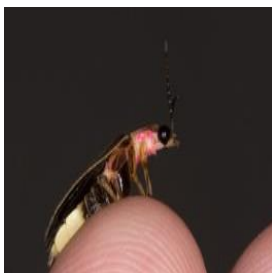


BIOLUMINISCENCIA Y BIOTECNOLOGÍA

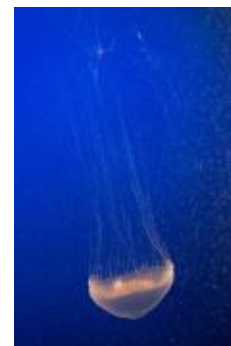
Realicen la lectura del artículo: “El brillo que ilumina a la ciencia” (link: <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=832>) y, a continuación, en sus carpetas o en un documento de Google Drive, respondan:



- 1- En relación a la bioluminiscencia, ¿cuál es la diferencia entre las luciérnagas y las medusas?
- 2- ¿Que determina la producción de la proteína verde fluorescente (GFP, por sus siglas en inglés) en la medusa Aequorea victoria?
- 3- ¿Cuál es la importancia de la GFP para la salud humana?



Luciérnaga



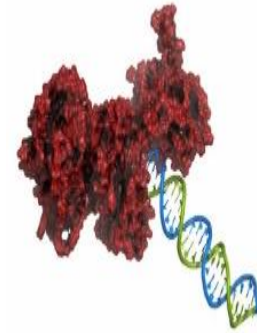
Medusa Aequorea victoria

ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

1- En sus carpetas o en un Documento compartido de Google Drive realicen una infografía (Ver Tutorial en el siguiente Link



<https://www.youtube.com/watch?v=rzok5p1liCE&feature=youtu.be>) sobre los diferentes Niveles de estructura de las proteínas (Ver Anexo). Consideren ampliar la información, a partir de los ejemplos que se mencionan en la bibliografía.



Proteínas- ADN

2- Fundamenten las siguientes oraciones, especificando primeramente, si las afirmaciones son correctas o falsas.

- Los puentes de hidrógeno entre aminoácidos producen las estructuras primarias de las proteínas.
- En el plegamiento de la estructura secundaria interviene el agua circundante.
- Cada proteína se caracteriza por poseer una composición definida de aminoácidos.
- El ADN no interviene en la conformación de la estructura molecular de la proteína



Actividad de cierre

Observen las siguientes infografías



<https://ar.pinterest.com/pin/539587599096211880/>

<https://ar.pinterest.com/pin/448389706644518881/>

Las mismas representan un modelo de trabajo que deberán presentar sobre la Bioluminiscencia en el Canal Beagle. Pueden hacerlas en sus carpetas o en un documento de Google Drive.

La infografía debe responder al desafío planteado en la primera actividad: ¿cómo le explicarían a Lola el fenómeno de la bioluminiscencia?, y para ello, deberán tener en



cuenta las funciones, la estructura de las proteínas, la implicancia genética y el fenómeno de bioluminiscencia.

Evaluación de la secuencia didáctica

La evaluación se entiende como un proceso continuo, en proceso, enfatizando en las actividades de cierre de cada clase.

En relación a las actividades grupales, se propone el uso de rúbricas, como instrumentos que permiten la orientación y la evaluación de los y las estudiantes, en la práctica educativa.

ANEXOS

LAS PROTEÍNAS

Las proteínas ocupan un lugar de máxima importancia entre las moléculas constituyentes de los seres vivos. En los vertebrados, las proteínas son los compuestos orgánicos más abundantes, pues representan alrededor del 60% del peso seco de los tejidos. Prácticamente todos los procesos biológicos dependen de la presencia y/o aplicación de sustancias. Bastan algunos ejemplos para dar idea de la variedad y trascendencia de funciones a ellas asignadas. Son proteínas casi todas las enzimas, catalizadoras de reacciones químicas en organismos vivientes; muchas hormonas, reguladores de actividades celulares; las hemoglobinas y otras moléculas con funciones de transporte en la sangre; anticuerpos, encargados de acciones de defensa natural contra infecciones o agentes extraños; los receptores de las células, a los cuales se fijan moléculas capaces de desencadenar una respuesta determinada; la actina y la miosina, responsables finales del acortamiento del músculo durante la contracción; el colágeno, integrantes de fibras altamente resistente en tejidos resistentes. Todas las proteínas contienen carbono, hidrógeno y nitrógeno y casi todas poseen también azufre. Si bien hay ligeras variaciones en diferentes proteínas, el contenido de nitrógeno representa el término medio de la masa total de la molécula; es decir, cada 6,25 gr. de proteína contiene un gramo de nitrógeno.

Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos. Las proteínas son moléculas de enorme tamaño; pertenecen a la categoría de macromoléculas, constituidas por gran número de unidades estructurales. En otros términos se tratan de polímeros (poli: muchos; mero: partes). Por hidrólisis, las moléculas proteínicas se escinden en numerosos compuestos relativamente simples, de pequeño peso, que son las unidades fundamentales, constituyentes de la macromolécula. Estas unidades son los aminoácidos. Cientos o miles de estos aminoácidos pueden participar en la formación de la gran molécula de una proteína. Los aminoácidos son los bloques unitarios o "ladrillos" con los cuales se construye el gran edificio molecular de las proteínas. Todos los aminoácidos tienen la misma estructura fundamental (FIGURA 3-18), que consiste en un carbono central unido a cuatro grupos funcionales distintos: un grupo amino nitrogenado ($-\text{NH}_2$); un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$); un hidrógeno; y un grupo que varía entre los diferentes aminoácidos (R).

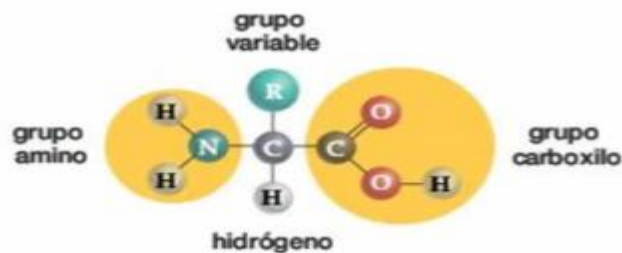


FIGURA 3-18 Estructura de los aminoácidos

Aminoácido (Fuente: Audesirk y col, 2008)

El grupo R puede ser desde un simple hidrógeno hasta una cadena carbonada más o menos compleja. Este grupo es lo que diferencia un aminoácido de otro.

Los aminoácidos se unen para formar cadenas mediante síntesis por deshidratación.

Al igual que los lípidos y los polisacáridos, las proteínas se forman como resultado de la síntesis por deshidratación. El nitrógeno del grupo amino ($-\text{NH}_2$) de un aminoácido se une al carbono del grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) de otro aminoácido, con un enlace covalente sencillo (FIGURA 3-20). Este enlace se llama enlace peptídico y la cadena resultante de dos aminoácidos se conoce como péptido. Se agregan más aminoácidos, uno por uno, hasta que se completa la proteína. Las cadenas de aminoácidos en las células vivas varían en cuanto a longitud, desde tres hasta miles de aminoácidos. La palabra proteína o polipéptido se reserva a menudo para las cadenas largas, digamos, de 50 o más aminoácidos de longitud; en tanto que el término péptido se utiliza para referirse a cadenas más cortas. La unión de dos aminoácidos es un dipéptido. De la misma manera, si se unen tres aminoácidos, se forma un tripéptido, y así sucesivamente. Cuando se une un pequeño número de aminoácidos, hablamos de oligopéptido. Y cuando el número es mayor de diez, el producto es un polipéptido.

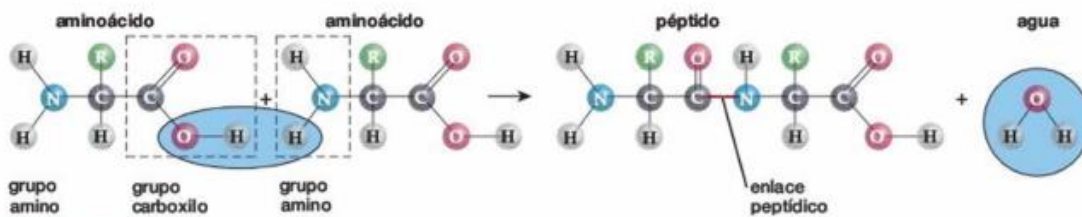


FIGURA 3-20 Síntesis de proteínas

En la síntesis de proteínas, una reacción de deshidratación une el carbono del grupo carboxilo de un aminoácido al nitrógeno del grupo amino de un segundo aminoácido, liberando agua en el proceso. El enlace covalente resultante entre aminoácidos se denomina un *enlace peptídico*.

Síntesis de una proteína (Fuente: Audesirk y col, 2008).

Cuando la cadena polipeptídica tiene una masa molecular mayor de 6.000 Da (daltons) Lo cual corresponde a polímeros de más de 50 unidades de aminoácidos, la molécula es considerada una proteína. Por debajo de esa masa, se acostumbra designar oligopéptidos o péptidos a estos compuestos. No hay un límite preciso entre péptidos y proteínas; el 6.000 Da es arbitrario y se ha elegido porque es la masa aproximada de insulina, hormona producida por el páncreas y primera proteína cuya estructura completa fue conocida con exactitud.

La insulina es una hormona polipeptídica formada por 51 aminoácidos, mientras que la enzima luciferasa que actúa sobre el sustrato luciferina en las luciérnagas *P.pyralis*, está formada por 62.000 Da, es decir, 550 aminoácidos.

En la síntesis de proteínas se utilizan 20 aminoácidos diferentes. Nuestras células carecen de los mecanismos bioquímicos para producir todos los aminoácidos; pueden fabricar sólo 11 de los 20

necesarios para la síntesis de proteínas; los nueve restantes deben ser ingeridos en la dieta y se denominan aminoácidos esenciales. Los aminoácidos se representan por lo general con dos símbolos para cada aminoácido (cuadro 1-1). Uno de ellos consta de las tres primeras letras del aminoácido y son relativamente fáciles de recordar; el otro se compone de una sola letra usado para mostrar la composición y la secuencia de los aminoácidos, además de facilitar la comunicación y escribir secuencias de proteínas grandes en espacios pequeños. Los aminoácidos esenciales son: Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano, Valina, Arginina, Histidina, Fenilalanina.

Cuadro 1-1 Simbología y propiedades de los aminoácidos		
Aminoácido	Símbolo de tres letras	Símbolo de una letra
Glicina	Gly (hidrófilo)	G
Alanina	Ala (hidrófobo) †	A
Valina	Val (hidrófobo) †*	V
Leucina	Leu (hidrófobo) †*	L
Isoleucina	Ile (hidrófobo) †*	I
Prolina	Pro (hidrófobo) †	P
Fenilalanina	Phe (hidrófobo) †*	F
Tirosina	Tyr (hidrófilo) ^δ *	Y
Triptófano	Trp (hidrófobo) †	W
Cisteína	Cys (hidrófilo) ^δ	C
Metionina	Met (hidrófobo) †*	M
Serina	Ser (hidrófilo) ^δ	S
Treonina	Thr (hidrófilo) ^δ *	T
Lisina	Lys (básico) *	K
Arginina	Arg (básico) *	R
Histidina	His (básico) *	H
Aspartato	Asp (ácido)	D
Glutamato	Glu (ácido)	E
Asparagina	Asn (hidrófilo) ^δ	N
Glutamina	Gln (hidrófilo) ^δ	G

^δPolares sin carga.

† No polares sin carga.

* Aminoácidos esenciales. La arginina se considera esencial en la población pediátrica

Tabla de Aminoácidos (Fuente: Beas, C., Ortuño, D. y Armendáriz Borunda, J., 2009).

REFERENCIAS

- Adúriz Bravo, A., Barderi, A. G., Bustos, D., Frid, D., Hardmeier, P. M. y Suárez, H. C. (2006). Biología. Anatomía y fisiología humanas. Genética. Evolución. Las proteínas. (pág. 48). Editorial Santillana.
- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. E. (2008) Biología. La Vida en la Tierra. (pp. 47- 48) Pearson Educación de México.
- Beas, C., Ortuño, D. y Armendáriz Borunda, J. (2009). Biología Molecular. Fundamentos y aplicaciones. Aminoácidos (págs. 6). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México, D, F

- Blanco, A. (2006). Química Biológica. Proteínas (págs. 21, 29). Editorial Ateneo.
- Salazar Montes, A., Sandoval Rodríguez, A. y Armendáriz Borunda, J. (2013). Biología Molecular. Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud. Insulina. Funciones de la Insulina. (pág. 207) McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V. México, D, F
- Ilyina, A. D.; Cerda, F. R.; Estrada, B.C.; Dukhovich, A. F.; Gaona, L. G. J.; Garza, G. Y.; Rodríguez, M.J. (1998). Sistema Bioluminiscente Luciferina-Luciferasa de las Luciérnagas. Parte I: Propiedades Bioquímicas y Catalíticas de la Enzima Luciferasa. (pág.105). Sociedad Química de México Distrito Federal, México. Journal of the Mexican Chemical Society, vol. 42, núm. 3. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47542301>

UNA PROTEÍNA PUEDE TENER HASTA CUATRO NIVELES DE ESTRUCTURA

Las proteínas adquieren diversas formas y los biólogos reconocen cuatro niveles de organización en la estructura de las proteínas. Una sola molécula de hemoglobina, la proteína portadora de oxígeno contenida en los glóbulos rojos de la sangre, presenta los cuatro niveles estructurales (FIGURA 3-21).

La **estructura primaria** es la secuencia de aminoácidos que constituyen la proteína (véase la figura 3-21a). En las moléculas de DNA los genes especifican esta secuencia. Los diferentes tipos de proteínas tienen distintas secuencias de aminoácidos.

Las cadenas de polipéptidos tienen dos tipos de estructuras secundarias simples que se repiten. Se pueden formar puentes de hidrógeno entre partes de moléculas polares que tienen cargas ligeramente negativas y positivas, las cuales se atraen mutuamente. Los puentes de hidrógeno entre aminoácidos producen las **estructuras secundarias** de las proteínas. Muchas proteínas, como la queratina del cabello y las subunidades de la molécula de hemoglobina (véase la figura 3-21 b), tienen una estructura secundaria enrollada, similar a un resorte, llamada hélice. Los puentes de hidrógeno que se forman entre los átomos de oxígeno del $-C=O$ en los grupos carboxilo (que tienen una carga parcialmente negativa) y los átomos de hidrógeno del $-N-H$ en los grupos amino (que tienen carga parcialmente positiva) mantienen unidas las vueltas de la hélice. Los puentes de hidrógeno que se forman entre los átomos de oxígeno del $-C=O$ en los grupos carboxilo (que tienen una carga parcialmente negativa) y los átomos de hidrógeno del $-N-H$ en los grupos amino (que tienen carga parcialmente positiva) mantienen unidas las vueltas de la hélice.

Otras proteínas, como la seda, consisten en muchas cadenas de polipéptidos que se pliegan una y otra vez, donde puentes de hidrógeno mantienen unidas cadenas adyacentes de polipéptidos en una disposición de lámina pliegada (FIGURA 3-22).

Estructura de las proteínas (Fuente: Audesirk y col, 2008)

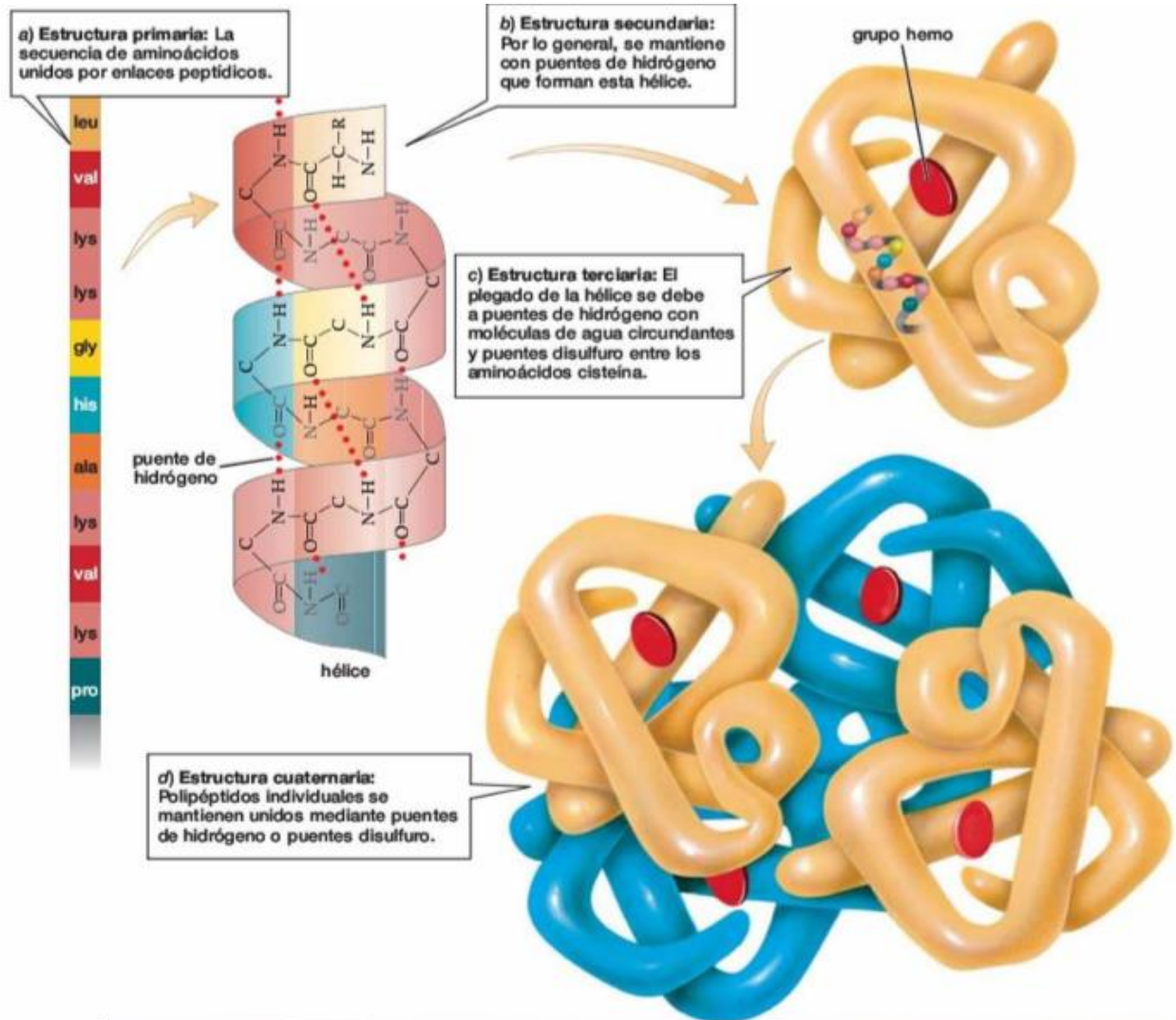


FIGURA 3-21 Los cuatro niveles de estructura de las proteínas

Los niveles de estructura de las proteínas se ejemplifican aquí con la hemoglobina, que es la proteína de los glóbulos rojos que transporta oxígeno (los discos rojos representan el grupo hemo que contiene hierro y que enlaza átomos de oxígeno). En general, los niveles de estructura de las proteínas están determinados por la secuencia de aminoácidos, las interacciones entre los grupos R de los aminoácidos y las interacciones entre los grupos R y su ambiente. **PREGUNTA:** ¿Por qué cuando se calientan, la mayoría de las proteínas pierden su capacidad de funcionamiento?

Además de sus estructuras secundarias, las proteínas adoptan estructuras terciarias tridimensionales complejas, que determinan la configuración definitiva del polipéptido (véase la figura 3-21c). Tal vez la influencia más importante sobre la **estructura terciaria** de una proteína sea su ambiente celular: específicamente, si la proteína está disuelta en el citoplasma acuoso de una célula o en los lípidos de las membranas celulares, o si abarca ambos ambientes.

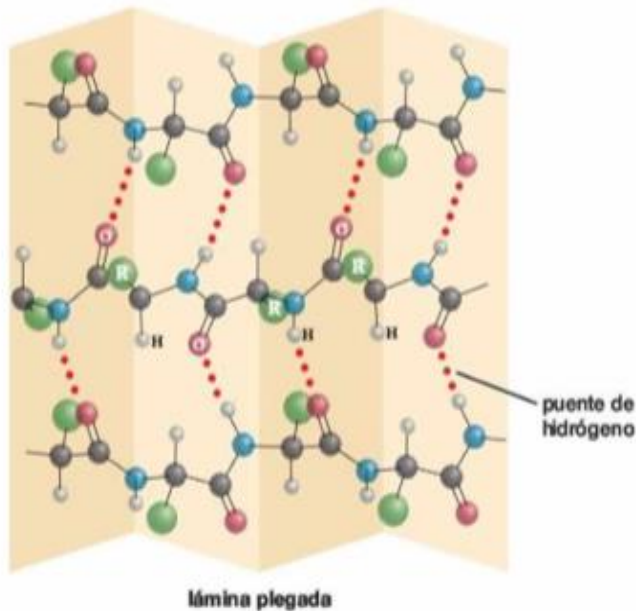


FIGURA 3-22 La lámina plegada es un ejemplo de estructura secundaria proteica

En una lámina plegada, una sola cadena peptídica se pliega una y otra vez (conectando porciones que no se muestran). Los segmentos adyacentes del polipéptido plegado se unen con puentes de hidrógeno (líneas punteadas) y crean una configuración semejante a una lámina. Los grupos R (en verde) se proyectan de forma alternada hacia arriba y hacia abajo de la lámina. A pesar de su aspecto de acordeón, originado por los modelos del enlace entre aminoácidos adyacentes, las cadenas peptídicas están completamente estiradas y no es fácil estirarlas más. Por tal razón, las proteínas de lámina plegada como la seda no son elásticas.

Los aminoácidos hidrofílicos pueden formar puentes de hidrógeno con moléculas de agua cercanas, lo cual no pueden hacer los aminoácidos hidrofóbicos. Por consiguiente, una proteína disuelta en agua se pliega de manera que expone sus aminoácidos hidrofílicos al ambiente acuoso externo y hace que sus aminoácidos hidrofóbicos queden agrupados en el centro de la molécula. Los puentes disulfuro también pueden contribuir con la estructura terciaria enlazando aminoácidos cisteína de las distintas regiones del polipéptido. En la queratina (FIGURA 3-23) los puentes disulfuro en los polipéptidos helicoidales individuales pueden deformarlos, creando así una estructura terciaria que hace que el cabello se alacie o se ondule.

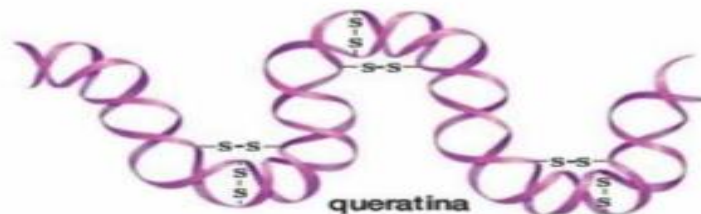


FIGURA 3-23 Estructura de la queratina.

En ocasiones, los péptidos individuales se enlazan y forman un cuarto nivel de organización proteica llamada estructura cuaternaria. La hemoglobina consta de cuatro cadenas de polipéptidos (dos pares de péptidos muy similares), que se mantienen unidas por puentes de hidrógeno (véase la figura 3-21d). Cada péptido sujeta una molécula orgánica que contiene hierro llamada hemo (los discos rojos de la figura 3-21c y d), que puede unirse a una molécula (dos átomos) de oxígeno.

ESTRUCTURA PRIMARIA

Cuando se somete una proteína a hidrolisis completa, quedan en libertad los aminoácidos constituyentes, los cuales pueden ser entonces identificados y su cantidad determinada.

Por ejemplo la insulina bovina, pequeña proteína de masa próxima a 6.000 Da, está constituida por 3 unidades de alanina, 1 de arginina, 3 de asparragina, 6 de cisteína, 3 de fenilalanina, 4 de glicina, 4 de ácido glutámico, 3 de glutamina, 2 de histidina, 1 de isoleucina, 6 de leucina, 1 de lisina, 1 de prolina, 3 de serina, 4 de tirosina, 1 de Treonina y 5 de valina. Es esta la composición global de aminoácidos, información de interés sin duda, pero que nada dice acerca de la manera en la cual las unidades se disponen en la cadena o, en otros términos, sobre su secuencia u ordenamiento. A esta secuencia nos referimos al hablar de estructura primaria.

Cada proteína se caracteriza por poseer una composición definida de aminoácidos y especialmente por la secuencia según la cual las unidades se ordenan. El ordenamiento de los aminoácidos en cada una de las proteínas sintetizadas por un organismo se realiza según instrucciones contenidas en los genes. El orden de las unidades constituyentes del material genético (nucleótidos del ADN) puede asimilarse a un “mensaje en código” que indica la secuencia en la cual deben ensamblarse los aminoácidos.

Veinte aminoácidos diferentes pueden constituir, al asociarse mediante enlaces peptídicos, moléculas de proteínas de cientos y hasta miles de unidades; el número de asociaciones diferentes teóricamente posible es enorme.

Importancia de la estructura primaria

La secuencia de aminoácidos de una proteína es el principal determinante de su conformación, propiedades y características funcionales.

Los requerimientos estructurales para que una proteína cumpla correctamente su papel fisiológico son muy rigurosos. No solo es necesario mantener el número y tipo de aminoácidos constituyentes, además, cada uno de ellos debe ocupar una posición definida en la cadena. Alteraciones en ese ordenamiento, o sustituciones de aminoácidos, pueden afectar la capacidad funcional de la molécula y hasta tornarla inútil.

Las células sintetizan sus proteínas ensamblando aminoácidos según instrucciones precisas. Estas instrucciones están contenidas en el ácido desoxirribonucleico (ADN) que forma el material genético. Modificaciones de ese material (mutaciones) pueden conducir a “errores” en la síntesis y a la producción de proteínas anormales. Existe un importante grupo de enfermedades hereditarias que reconoce este origen.

En general, la estructura primaria de una proteína encargada de una función determinada, es idéntica en todos los individuos de la misma especie, pero presenta diferencias con la proteína homóloga de otras especies. Sin embargo, existen proteínas que difieren aún entre individuos de una especie

REFERENCIAS

- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. E. (2008) Biología. La Vida en la Tierra. Una proteína puede tener hasta cuatro niveles de estructura (pp. 49- 50) Pearson Educación de México.
- Blanco, A. (2006). Química Biológica. Proteínas. Estructura molecular. (págs. 34- 36). Editorial Ateneo.