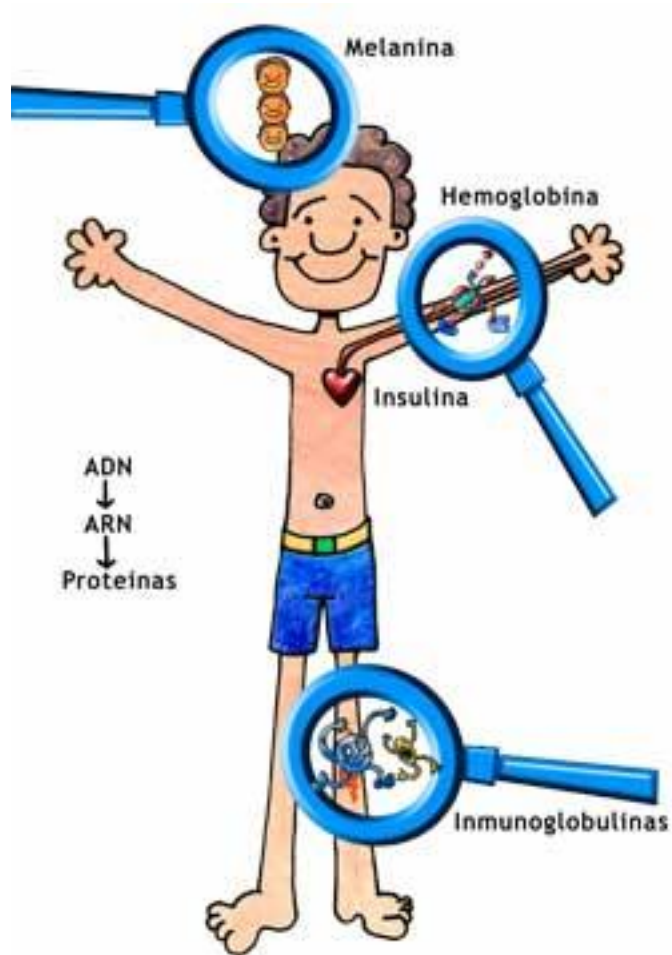


# Proteínas



Autor: SANTUCHO CORDOBA, Micaela Anahí

## Índice

Resumen .....	Pág. 3
Introducción .....	Pág. 4
Las proteínas en los seres vivos.....	Pág. 5
Clasificación de las proteínas .....	Pág. 5
Los aminoácidos.....	Pág. 6
Secuencia de aminoácidos en una proteína .....	Pág. 6
Tipos de estructura en la proteína .....	Pág. 7
Clasificación estructural de las proteínas .....	Pág. 8
Propiedades de las proteínas .....	Pág. 8
Las enzimas .....	Pág. 9
¿Cómo funcionan las enzimas?.....	Pág. 9
Las proteínas como resultado de la expresión genética .....	Pág. 10
Resumen .....	Pág. 11
Bibliografía.....	Pág. 12

Las proteínas son los componentes a partir de los cuales se ensamblan las células, y representan la mayor parte de su masa seca. Pero, además de proporcionarle forma y estructura a la célula, las proteínas también realizan la mayor parte de innumerables funciones. Las enzimas promueven las reacciones químicas intracelulares. Las proteínas incluidas en la membrana plasmática forman los canales y las bombas que controlan el pasaje de nutrientes y de otras moléculas mas pequeñas hacia en interior o exterior de la célula. Otras proteínas llevan mensajes de una célula a otra, o actúan como integradoras de señales que transmiten información desde la membrana hacia el núcleo de una célula. Incluso otras son como pequeñas maquinas moleculares con partes móviles. Las proteínas especializadas también actúan como anticuerpos, toxinas, hormonas, fibras elásticas o generadores de luminiscencia. Antes de intentar comprender como actúan los genes, como se contrae el músculo, como conducen los nervios la electricidad, como se desarrolla un embrión o como funciona nuestro cuerpo, se deben conocer las proteínas.

La multiplicidad de funciones que desempeñan las proteínas es el resultado del enorme número de formas que adoptan: la estructura dicta en la función. Por lo tanto, la descripción de estas notables macromoléculas se inicia con el análisis de sus estructuras tridimensionales y de las propiedades que éstas confieren.

*Desde el punto de vista químico, las proteínas son moléculas conocidas de mayor complejidad estructural y refinamiento funcional. Esto quizás no sea sorprendente si se considera que la estructura y la actividad de cada proteína ha sido desarrollada y puesta a punto durante millones de años de historia evolutiva. Se comienza por considerar de que manera la posición de cada aminoácido de la larga cadena que constituye una proteína determina su forma tridimensional, una estructura estabilizada por interacciones no covalentes entre distintas partes de la molécula. El conocimiento de la estructura de la proteína en el nivel atómico permitirá descubrir como la forma precisa de cada proteína determina su función en la célula.*

## Las proteínas en los seres vivos:

Las proteínas tienen gran importancia biológica, ya que prácticamente, no existe proceso biológico en el que no esté presente al menos una proteína.

La miosina y actina son proteínas que permiten los movimientos celulares, y esto hace posible la contracción de los músculos. Se encuentran, también, en células flageladas, como los espermatozoides. En la membrana plasmática de las células hay distintos tipos de proteínas: están las que fijan el citoesqueleto, las que facilitan el pasaje de sustancias a través de la membrana, las que reciben las señales de otras moléculas y también las que traducen las señales que reciben las receptoras. Determinadas respuestas de los seres vivos están a cargo de hormonas, la mayoría de las cuales son proteínas.

De este modo podríamos seguir mencionando muchas proteínas, pero el objetivo es conocerlas más, analizando todos sus aspectos.

## La clasificación funcional de las proteínas.

Cada célula contiene miles de proteínas diferentes que realizan diversas funciones, por esto es necesario clasificarlas según sus funciones principales.

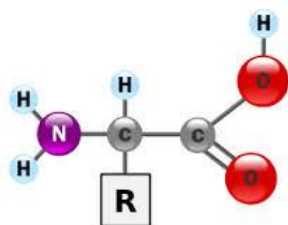
- **Estructural:** Aporta soporte mecánico a células y tejidos. Forman los tejidos de protección y de sostén, parte del tejido conectivo, la piel, el cabello, etc., dándoles fuerza y elasticidad. Ejemplos: el *colágeno* de los cartílagos y tendones, la *elastina* de los ligamentos y la *queratina* del pelo y las uñas.
- **Contráctil:** genera movimiento en células y tejidos. Por ejemplo, la *miosina* y la *actina* son proteínas contráctiles que permiten la contracción de las fibras musculares. Otras, como la *flagelina* (del flagelo bacteriano), permiten la movilidad celular.
- **Transporte:** transporta moléculas pequeñas o iones. Ciertas proteínas transportan sustancias de un lugar a otro, como la *hemoglobina*, que lleva el oxígeno y el dióxido de carbono en la sangre; la *mioglobina*, que cumple una función similar en los músculos, y las *lipoproteínas*, que transportan lípidos en la sangre. También se incluyen las proteínas que regulan el paso de las moléculas a través de la membrana celular.
- **Enzimática:** cataliza la formación o la rotura de enlaces covalentes, disminuyendo la velocidad de reacción. Las *lipasas*, por ejemplo, secretadas por el páncreas, actúan sobre los lípidos durante el metabolismo, degradándolos para luego poder ser absorbidos por el epitelio intestinal.
- **Hormonal:** las hormonas regulan la actividad fisiológica y metabólica de las células. Por ejemplo la *insulina* y el *glucagón*, que regulan el metabolismo de la glucosa.
- **Inmunológica:** las principales proteínas que ejercen una función de defensa del organismo son las *inmunoglobulinas*, que constituyen los anticuerpos. Eliminan o neutralizan los agentes nocivos (antígenos) que ingresan en el organismo. En esta función debemos incluir la *trombina*, la *fibrina* y el *fibrinógeno*, que participan en la coagulación de la sangre.
- **Reserva:** almacena moléculas pequeñas o iones. El hierro se almacena en el hígado mediante la unión a la pequeña proteína *ferritina*; la *ovoalbúmina* de la clara del huevo se utiliza como una fuente de aminoácidos para el desarrollo del embrión de ave; la *caseína* de la leche es una fuente de aminoácidos para las crías de mamíferos.
- **Señal:** transporta señales entre distintas células. Muchas de las hormonas y los factores de crecimiento que coordinan las funciones fisiológicas en los animales son proteínas, el factor de crecimiento nervioso estimula el crecimiento de axones

en algunos tipos de células nerviosas; el *factor de crecimiento epidérmico* (EGF) estimula el crecimiento y la división de las células epiteliales.

- **Receptora:** detecta señales y las trasmite a la maquinaria de respuesta de la célula. La *rodopsina* de la retina detecta la luz; el receptor de *acetilcolina* de la membrana de una célula muscular recibe señales químicas liberadas desde una terminación nerviosa.
- **Reguladora de genes:** se une al ADN y activa o desactiva los genes. El *repressor de la lactosa* de las bacterias silencia a los genes de las enzimas que degradan al azúcar lactosa.
- **Propósitos especiales:** altamente variable. Los organismos fabrican muchas proteínas con propiedades altamente especializadas. Estas moléculas ilustran el extraordinario rango de funciones que pueden cumplir las proteínas. Las proteínas *anticongelantes* de los peces del Ártico y de la Antártida protegen su sangre del congelamiento; la proteína *fluorescente verde* de la medusa, que emite una luz verde.

### Los aminoácidos son las subunidades de las proteínas.

Los aminoácidos son un grupo heterogéneo de moléculas con una propiedad característica: todos tienen un grupo ácido carboxilo y un grupo amino; ambos unidos al mismo átomo de carbono llamado carbono  $\alpha$ . Se diferencian entre sí por su cadena lateral, que también está unida al carbono  $\alpha$ . Las células utilizan los aminoácidos para fabricar las *proteínas*, que son polímeros de aminoácidos unidos cabeza con cola en una larga cadena que luego se pliega en una estructura tridimensional única para cada tipo de proteína.



De todos los aminoácidos que se conocen, alrededor de 150, solo unos veinte forman parte de las proteínas de cualquier ser vivo.

La mayoría de los aminoácidos pueden sintetizarse unos a partir de otros en el organismo, pero existen algunos que no. A esos se los llama *aminoácidos esenciales*.

Los aminoácidos *esenciales*

Todos los aminoácidos (excepto la glicina) existen como isómeros ópticos en las formas D y L. Sin embargo solo las formas L se encuentran en las proteínas.

Los aminoácidos se agrupan según las propiedades de sus cadenas laterales. Los aminoácidos con cadenas laterales no polares son *hidrófobos*, en tanto que aquellos con cadenas laterales polares son *hidrófilos*. Los aminoácidos *ácidos* tienen cadenas laterales con un grupo carboxilo. En el pH celular, el grupo carboxilo se disocia de manera que el grupo R tiene una carga negativa. Los aminoácidos *básicos* tienen carga positiva debido a la disociación del grupo amino en su cadena lateral. Las cadenas laterales ácidas o básicas son iónicas y por lo tanto son hidrófilas.

apolares	<chem>CC(C(=O)O)N</chem> Alanine	<chem>CC(C)C(C(=O)O)N</chem> Valine	<chem>CC(C)CC(C(=O)O)N</chem> Leucine	<chem>CC(C)C(C)C(C(=O)O)N</chem> Isoleucine	<chem>C1CCN(C1)C(=O)O</chem> Proline
	<chem>CSCC(C(=O)O)N</chem> Methionine	<chem>C1=CC=C(C=C1)CC(C(=O)O)N</chem> Phenylalanine	<chem>C1=CC=C2C(=C1)C=CN2C(C(=O)O)N</chem> Tryptophan	<chem>CNCC(C(=O)O)N</chem> Glycine	<chem>COC(C)C(C(=O)O)N</chem> Serine
polares sin carga	<chem>CC(O)C(C(=O)O)N</chem> Threonine	<chem>SCC(C(=O)O)N</chem> Cysteine	<chem>CC(=O)NC(C(=O)O)N</chem> Asparagine	<chem>CC(N)C(C(=O)O)N</chem> Glutamine	<chem>C1=CC=C(C=C1)C(C)C(C(=O)O)N</chem> Tyrosine
	<chem>OC(=O)C(C)C(C(=O)O)N</chem> Aspartic Acid	<chem>OC(=O)CC(C(=O)O)N</chem> Glutamic Acid	<chem>CC(C)C(C(=O)O)N</chem> Lysine	<chem>CC(C)C(C)C(C(=O)O)N</chem> Arginine	<chem>C1=CC=C2C(=C1)C=CN2C(C(=O)O)N</chem> Histidine
ácidos					básicos

### La forma de una proteína es especificada por su secuencia de aminoácidos

Las proteínas, se ensamblan a partir de un grupo de 20 aminoácidos diferentes, cada uno con distintas propiedades químicas. Una molécula de proteína está formada por una larga cadena

de esos aminoácidos, cada uno ligado a su vecino por un enlace. La unión covalente entre dos aminoácidos adyacentes en una cadena de proteínas se denomina *enlace peptídico*; la cadena de aminoácidos también se conoce como polipéptido. Los enlaces peptídicos se forman por reacciones de condensación en las que un aminoácido se une al siguiente. Independientemente de los aminoácidos específicos que lo componen, un polipéptido siempre tiene un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) en un extremo (su extremo *N-Terminal*) y un grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ) en el otro (su extremo *C-Terminal*). Esto le da a la proteína o al polipéptido una direccionalidad definida: una polaridad estructural.

Las cadenas polipeptídicas adoptan en el espacio diferentes ubicaciones. Esta forma o configuración depende de los aminoácidos que la integran. Entonces, una vez formado el polipéptido, se pliega y adquiere su estructura en el espacio, tridimensional, que le permitirá interactuar con otras moléculas y cumplir con su función específica. Solo cuando un polipéptido adquiere su estructura espacial definitiva, se habla de proteína.

Los aminoácidos se unen formando largas cadenas de secuencias diferentes, es decir, que pueden estar unidos en diferente orden. Y en ese orden o *secuencia* el que va a determinar la forma en que la proteína se plegará y, de acuerdo con esto, la función que va a cumplir. Si cambia la secuencia, es otra proteína y también se modifica su función.

Entonces, las largas cadenas polipeptídicas se combinan y se pliegan. Hay cuatro niveles de organización sucesivos: estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

### **Tipos de estructuras en la proteína**

- **Estructura primaria:** La estructura primaria es la secuencia lineal de los aminoácidos que forman la proteína. Esta determinada genéticamente. Indica que aminoácidos son y en que orden se encuentran en la cadena proteica. Las propiedades de la proteína van a estar dadas por el número y el orden o secuencia en que se enlazan los aminoácidos presentes. Es importante el orden en el que se alinean los aminoácidos, ya que si hay un cambio en la estructura primaria de una proteína, esta será diferente y no cumplirá su función biológica.
- **Estructura secundaria:** cuando la cadena se va formando, comienzan las interacciones entre los aminoácidos que la constituyen: estos se unen por medio de enlaces químicos y forman cadenas polipeptídicas que se pliegan y logran una disposición espacial estable. De esta manera, pueden constituir dos posibles conformaciones o estructuras:
  - la  $\alpha$ -hélice se forma a partir de la cadena primaria que se enrolla sobre si misma, en forma helicoidal, como un tirabuzón. Cada cuatro aminoácidos, se forma un enlace hidrogeno, que une el  $\text{C}=\text{O}$  de un enlace peptídico al  $\text{N-H}$  de otro. Esto da origen a una hélice regular con una vuelta completa cada 3,6 aminoácidos.
  - Las  $\beta$ -hoja plegada presenta una conformación en zigzag, donde las cadenas polipéptidos son paralelas o se cruzan uniéndose mediante enlaces puente hidrogeno entre segmentos adyacentes que le dan estabilidad, a la manera de un acordeón.  
Se la considera una *hoja  $\beta$  paralela* cuando la estructura consiste en cadenas polipeptídicas vecinas que corren en la misma orientación; cuando se forma a partir de una cadena polipeptídica que se pliega una y otra vez sobre si misma la estructura es una *hoja  $\beta$  antiparalela*.

Los aminoácidos que se encuentran en estructuras secundarias diferentes pueden interactuar aunque estén alejados entre si.

- **Estructura terciaria:** la estructura terciaria se forma por plegamientos de cadenas de estructura secundaria en las que interactúan los grupos R de los aminoácidos.
  - Puentes hidrogeno, entre los grupos  $-\text{R}$  de la subunidades de aminoácidos en zonas adyacentes de la misma cadena de polipéptidos.
  - Atracción iónica entre grupos R con carga positiva y aquellos con carga negativa.
  - Interacciones hidrofóbicas derivadas de la tendencia de los grupos  $-\text{R}$  no polares para asociarse hacia el centro de la estructura globular, lejos del liquido que las rodea.

- Los enlaces disulfuro, que son covalentes, unen los átomos de azufre de a dos cisternas. Estos enlaces pueden unir dos porciones de una misma cadena o dos cadenas distintas.

Es el modo en que las cadenas secundarias se pliegan tridimensionalmente en el espacio formando una estructura más compleja que la secundaria. En muchas proteínas, esta estructura otorga una forma *globular*, en cambio en otras son *fibrosas*. Las proteínas en estructura terciaria son las que realizan la mayoría de las funciones biológicas.

- **Estructura cuaternaria:** muchas proteínas presentan una estructura cuaternaria en la que se combinan y se interconectan varias cadenas polipeptídicas de estructura terciaria, que forman un *complejo proteico*. Estas proteínas se llaman multimericas y, según el número de cadenas polipeptídicas que la forman, tienen otra denominación. Por ejemplo, la hemoglobina es un tetrámero, porque es una proteína formada por cuatro subunidades (cadenas) proteicas que tienen cada una su propia estructura terciaria.

En resumen, podemos decir que la cadena primaria no tiene funcionalidad; de la primaria a la terciaria, la molécula es cada vez mas compleja y esta mas plegada; la cuaternaria se forma con asociaciones de cadenas terciarias.

### La clasificación estructural de las proteínas

Las proteínas pueden clasificarse según diferentes criterios. Uno de ellos es según su tipo de estructura: *fibrosas* y *globulares*. Estas también dependen de la función que cumplen.

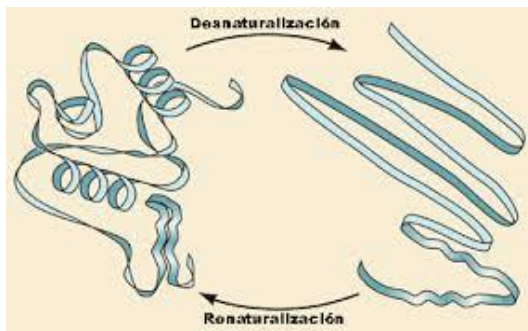
- Las **proteínas fibrosas** cumplen una función estructural y proporcionan elasticidad y resistencia mecánica a las células. Las principales proteínas fibrosas son: colágeno, queratina, elastina, fibrinógeno, miosina y actina, y fibroína. Sus cadenas se ordenan en filamentos largos que forman parte de tejidos, estructuras de sostén o protección. Son insolubles en agua.
- Las **proteínas globulares** son transportadoras de otras moléculas y regulan funciones celulares. Son solubles en agua. La mayoría de las enzimas, hormonas, anticuerpos, entre otras, son proteínas globulares.

Ahora, si se tiene en cuenta su composición química, hay proteínas: *simples* y *conjugadas*.

- Las **proteínas simples** están compuestas solo por aminoácidos y cumplen funciones por sí solas (son autosuficientes); es el caso del colágeno.
- Las **proteínas conjugadas** son las que, además de aminoácidos, contienen **grupos prostéticos**, moléculas no proteicas imprescindibles para poder funcionar. Por ejemplo, la hemoglobina es una proteína conjugada, de estructura cuaternaria, formada por una proteína llamada "globina" y un grupo prostético "hemo", que contiene hierro (Fe).

### Propiedades de las proteínas

Las proteínas pueden inactivarse al romperse las fuerzas que mantienen la forma tridimensional de la cadena por acción del calor, cambios en el pH o la agitación. En los tres ejemplos,



ocurre la **desnaturalización** y se trata de una variación de la conformación: los enlaces que mantienen su forma se rompen y se modifica el grado de plegamiento, las cadenas polipeptídicas se despliegan, por lo que se pierde su forma específica y, por lo tanto, su funcionalidad. La proteína se desnaturaliza. Como la desnaturalización no afecta a los enlaces peptídico, en algunos casos puede volver a ocurrir una **renaturalización** de las proteínas, es decir que pueden recuperar su conformación si las condiciones vuelven a su estado normal.



Otra propiedad de las proteínas es la **especificidad**, característica que hace que una proteína sea propia de una especie o bien exclusiva para una función determinada. Se pueden diferenciar dos tipos:

- **Especificidad de cada especie:** en una secuencia de aminoácidos, las proteínas presentan sectores estables (que están en todas las proteínas de este tipo) y sectores variables, en los que los aminoácidos pueden ser sustituidos por otros sin que se altere la funcionalidad de la molécula. Las proteínas que tienen una función similar o idéntica en diferentes especies se llaman “homologas” y resultan muy importantes en los estudios evolutivos, ya que las diferencias son mayores entre especies alejadas evolutivamente y escasas entre especies emparentadas. Es decir que la especificidad de las proteínas permite distinguir más íntimamente las diferentes especies.
- **Especificidad en la función:** es la capacidad por la cual cada proteína cumple con una única función, diferente de las que tienen las demás. Una proteína específica de membrana, por ejemplo, permite el paso de ciertas sustancias y no de todas. Además, si hablamos de especificidad, no se puede dejar de mencionar las enzimas, que actúan de forma específica sobre un sustrato. Cada una cataliza solo un tipo de reacción.

### Las enzimas:

En las reacciones químicas que ocurren en un ser vivo participan enzimas, un tipo particular de proteínas que fabrican las células y cuya intervención en el metabolismo es fundamental para permitir el funcionamiento eficiente del organismo.

Son proteínas altamente especializadas que funcionan como **catalizadores** de las reacciones de los sistemas biológicos. Tienen un gran poder catalítico. Poseen un elevado grado de especificidad respecto a sus sustratos, aceleran reacciones químicas específicas y funcionan en soluciones acuosas en condiciones muy suaves de temperatura y pH.

Las enzimas constituyen una de las claves para conocer de qué modo sobreviven y proliferan las células. Actuando en secuencias organizadas catalizan cientos de reacciones consecutivas en las rutas metabólicas mediante la que degradan nutrientes, se conserva y transforma la energía química y se fabrican las macromoléculas biológicas a partir de precursores sencillos. Algunas de las enzimas que participan en el metabolismo son **enzimas reguladoras** que pueden responder a diversas señales metabólicas cambiando adecuadamente su actividad catalítica.

Con la excepción de un pequeño grupo de moléculas de ARN catalítico (“ribozimas”), todas las enzimas son proteínas. Su **actividad catalítica depende de la integridad de su conformación proteica nativa**. Si se desnaturaliza o disocia una enzima en sus subunidades, se pierde completamente su actividad catalítica.

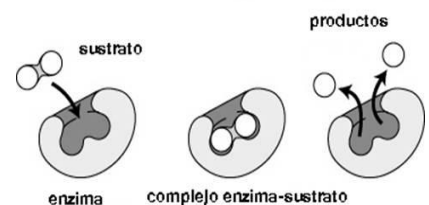
Muchas enzimas no requieren ninguna otra sustancia para desarrollar su actividad. Otras requieren un componente químico adicional llamado **cofactor**. Que puede ser uno o varios iones inorgánicos tales como  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  o  $Zn^{2+}$  o un complejo orgánico o metalorgánico denominado **coenzima**. Cuando la coenzima o el ion metálico están unidos covalentemente a la proteína enzimática el conjunto se denomina **grupo prostético**.

¿Cómo funcionan las enzimas?

Cada tipo de enzima tiene una forma particular que “encaja” exactamente con otra molécula (o ión) sobre la cual actúa, a la que se denomina **sustrato**, es decir que se especifica para cada sustrato y reacción. El reconocimiento espacial entre la enzima (E) y el sustrato (S) hace posible que la enzima cumpla su función.

El receptor para un determinado sustrato se encuentra en un lugar específico de la enzima, denominada **sitio activo**. Al reconocer el sustrato, se constituye un **complejo enzima-sustrato** que acelera la reacción química.

Como resultado de la reacción, el sustrato se convierte en el **producto**, que se separa de la enzima al finalizar el proceso.



En algunos casos, la enzima puede acelerar la degradación del sustrato en dos moléculas, los productos de la reacción. En otros, las enzimas aceleran la unión de sustancias.

Una vez finalizada la reacción, la enzima se recupera y puede volver a actuar.

En síntesis, la función de las enzimas es aumentar la velocidad de una reacción disminuyendo la energía de activación (energía necesaria para que una reacción suceda), sin modificar los equilibrios de la misma.

### **Las proteínas como resultado de la expresión genética**

Las proteínas se sintetizan en cada organismo. Cuando comemos, ingerimos proteínas que son degradadas a medida que avanzan por el tubo digestivo. Lo que llega a la sangre y pasa a las células son las unidades que forman las proteínas, “los aminoácidos”. Con esto aminoácidos nuestro organismo fabrica sus propias proteínas. Evidentemente hay “algo” que guía el proceso de síntesis de proteínas.

La que cuenta con toda la información para que cada organismo sea como es y tenga lo que tenga es el ADN. Las proteínas son, entonces la expresión de esa molécula de ADN. A su vez, el material genético de las células tiene mecanismos de control que evitan los errores en la transmisión de la información, aunque a veces puede fallar. Una alteración en el código genético provoca diferencias en la secuencia de aminoácidos que forman la proteína en cuestión. Resumiendo, el material genético contiene las “instrucciones” para producir las proteínas.

Las proteínas son macromoléculas esenciales en la química de la vida. Son componentes estructurales de las células y tejidos, de modo que el crecimiento, la restauración y el mantenimiento del organismo dependen del abastecimiento adecuado de estas sustancias.

Las proteínas constitutivas de cada célula son la clave de su estilo de vida. Cada tipo celular posee una distribución, cantidad y especie de proteínas que determina el funcionamiento y la apariencia de la célula.

La mayor parte de las proteínas son específicas para cada especie. De todos modos algunas proteínas son diferentes aún entre individuos de una misma especie, por lo que se considera que cada organismo es único, desde el punto de vista bioquímica. Solo individuos genéticamente idénticos (hermanos gemelos o cepas de organismos cultivados en relación muy estrecha) presentan proteínas idénticas.

### **Bibliografía:**

- ALBERTS-BRAY-HOPKIN-J.-L-R-R-W. "Introducción a la biología celular". 3<sup>ra</sup> edición. Editorial medica Panamericana.
- Alvarez, Balbiano, Franco, Godoy, Iglesias, Vida- "3 Biología.- El intercambio de información en los sistemas biológicos: relación, integración y control." Saberes claves, Santillana.
- Curtis, H. y N.S. Barnes (2000) "Biología". 6<sup>ta</sup> edición española. Editorial Médica Panamericana.
- Cooper, G.M. (2002). "La célula" 2<sup>da</sup> edición. Marbán Libros, S.L, España. (Traducido de la 2<sup>da</sup> edición inglesa, 2000).