



fichas de Trabajo

BIOLOGÍA

5^{to}

SECUNDARIA

PROTEÍNAS, ENZIMAS Y ÁCIDOS NUCLEICOS

PROTEÍNAS

DEFINICIÓN

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por **carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno**.

Pueden además contener azufre y en algunos tipos de proteínas: fósforo, hierro, magnesio y cobre, entre otros elementos.

Pueden considerarse polímeros de unas pequeñas moléculas que reciben el nombre de aminoácidos y serían por tanto los monómeros unidad. Los aminoácidos están unidos mediante enlaces peptídicos.

Son las sustancias que componen las estructuras celulares y las herramientas que hacen posible las reacciones químicas del metabolismo celular. En la mayoría de los seres vivos (a excepción de las plantas que tienen más celulosa) representan más de un 50% de su peso en seco. Una bacteria puede tener cerca de 1000 proteínas diferentes, en una célula humana puede haber 10000 clases de proteínas distintas.



IMPORTANCIA BIOLÓGICA

- ✧ La tensión de la piel y huesos se debe a la presencia de una proteína llamada **colágeno**.
- ✧ Por otro lado, la **elastina** es una proteína más elástica que permite a tejidos como arterias y pulmones la posibilidad de estirarse sin causar daño. Estos dos extremos ilustran la enorme versatilidad de propiedades físicas que muestran las proteínas.
- ✧ Las **glucoproteínas** que forman parte de las membranas.
- ✧ Las **histonas** que forman parte de los cromosomas.
- ✧ La **queratina** de la epidermis.

A. Estructural

Son las más numerosas y especializadas.
Actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas.

B. Enzimática

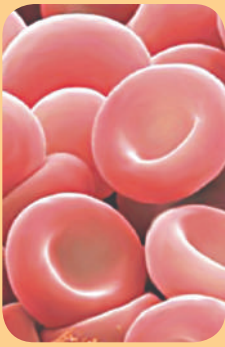
Las proteínas están encargadas también de la regulación y control de muchos de los procesos biológicos. Por ejemplo, muchas hormonas son proteínas.

- ◆ Insulina y glucagón
- ◆ Hormona del crecimiento
- ◆ Calcitonina
- ◆ Hormonas tropas

C. Hormonal



*Importancia biológica
estructural*



Hemoglobina

D. Defensiva

El sistema inmune, responsable de defendernos contra organismos foráneos, requiere de la precisa interacción de cientos de proteínas. Un tipo de proteínas del sistema inmune son los **anticuerpos** que proveen la llamada respuesta humoral.

- ♦ Inmunoglobulina
- ♦ Trombina y fibrinógeno

E. Transporte

Por ejemplo, el oxígeno que respiramos es transportado en la sangre al resto del organismo por una proteína llamada **hemoglobina**.

- ♦ Hemocianina
- ♦ Citocromos

F. Reserva

- ♦ Ovoalbúmina, de la clara de huevo.
- ♦ Gliadina, del grano de trigo.
- ♦ Lactoalbúmina, de la leche.

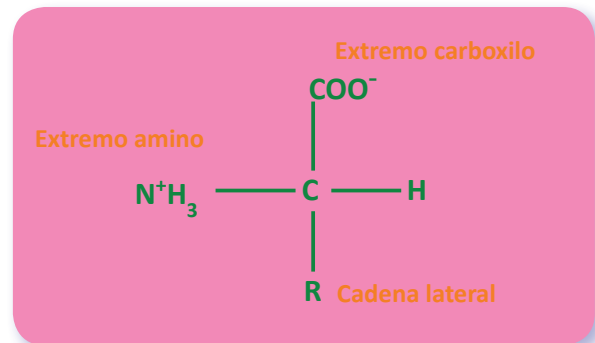


Importancia biológica de reserva



AMINOÁCIDOS

Es la molécula básica en la estructura de las proteínas. Son moléculas orgánicas pequeñas con un grupo amino ($-\text{NH}_2$) y un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$). Las otras dos valencias del carbono se saturan con un átomo de H y con un grupo variable denominado radical R.



La gran cantidad de proteínas que se conocen están formadas únicamente por 20 aminoácidos diferentes.

Se conocen otros 150 que no forman parte de las proteínas.

Alanine	Valine	Leucine	Isoleucine	Proline
Methionine	Phenylalanine	Tryptophan	Glycine	Serine
Threonine	Cysteine	Asparagine	Glutamine	Tyrosine
Aspartic Acid	Glutamic Acid	Lysine	Arginine	Histidine

Superior = aminoácidos hidrófobos
Intermedio = aminoácidos polares
Inferior izquierda = aminoácidos ácidos
Inferior derecha = aminoácidos básicos.

ENLACE PEPTÍDICO

Los péptidos están formados por la unión de aminoácidos mediante un enlace peptídico. Es un enlace covalente que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, dando lugar al desprendimiento de una molécula de agua.

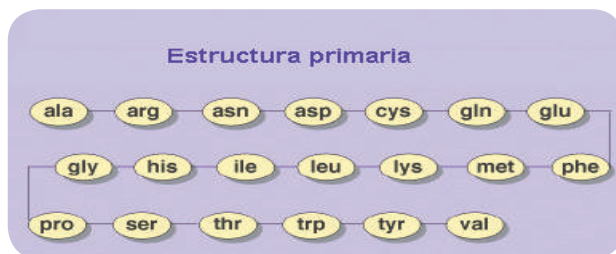


ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

La organización de una proteína viene definida por cuatro niveles estructurales, denominados: estructura primaria, estructura secundaria, estructura terciaria y estructura cuaternaria. Cada una de estas estructuras informa de la disposición de la anterior en el espacio.

A. Estructura Primaria

La estructura primaria es la secuencia de aminoácidos de la proteína. Es la más importante, los aminoácidos se ordenan como las perlas de un collar. Nos indica qué aminoácidos componen la cadena polipeptídica y el orden en que dichos aminoácidos se encuentran. La función de una proteína depende de su secuencia y de la forma que ésta adopte. Un cambio de un solo aminoácido puede producir grandes cambios biológicos.



B. Estructura Secundaria

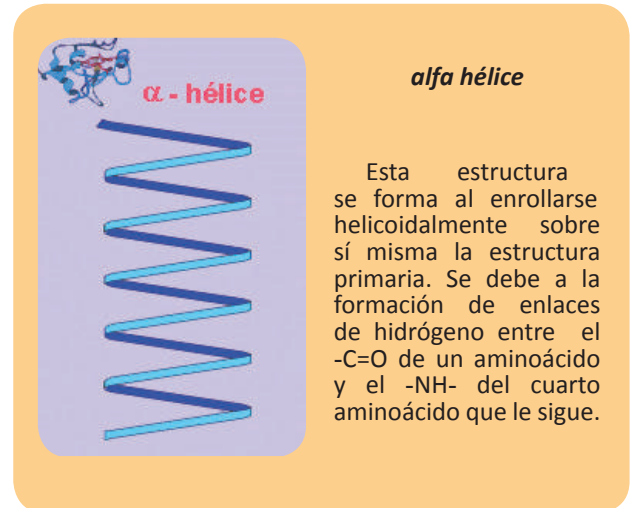
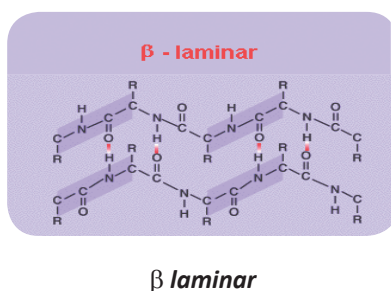
La estructura secundaria es la disposición de la secuencia de aminoácidos en el espacio. Los aminoácidos, a medida que van siendo enlazados durante la síntesis de proteínas y gracias a la capacidad de giro de sus enlaces, adquieren una disposición espacial estable, la estructura secundaria.

Existen dos tipos de estructura secundaria:

1. La alfa hélice.
2. La conformación hoja plegada.

En esta disposición los aminoácidos no forman una hélice sino una cadena en forma de zigzag, denominada disposición en lámina plegada.

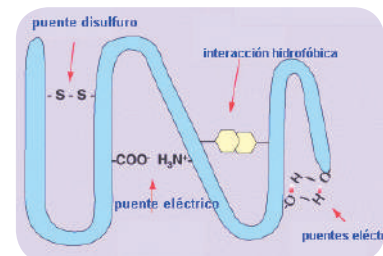
Presentan esta estructura secundaria la queratina de la seda o fibroína.



E. Estructura Terciaria

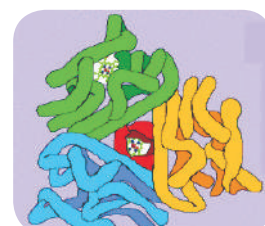
La estructura terciaria informa sobre la disposición de la estructura secundaria de un polipéptido al plegarse sobre sí misma, originando una conformación compacta. Es mantenida principalmente por débiles fuerzas interatómicas (fuerzas de Van der Waals) y puentes disulfuros.

En definitiva, es la estructura primaria la que determina cuál será la secundaria y por tanto la terciaria. Esta conformación compacta facilita la solubilidad en agua y así realiza funciones de transporte, enzimáticas, hormonales, etc.



E. Estructura Cuaternaria

Esta estructura informa de la unión, mediante enlaces débiles (no covalentes) de varias cadenas polipeptídicas con estructura terciaria, para formar un complejo proteico. Cada una de estas cadenas polipeptídicas recibe el nombre de protómero. El número de protómeros varía desde dos como en la hexoquinasa, cuatro como en la hemoglobina, o muchos como la cápsida del virus de la poliomielitis, que consta de 60 unidades proteicas.



CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

Se clasifican en:

1. **Proteínas Simples u Holoproteínas**
Formadas solamente por aminoácidos.
2. **Proteínas conjugadas o heteroproteínas**
Formadas por una fracción proteínica y por un grupo no proteínico, que se denomina "**grupo prostético**".

HOLOPROTEÍNAS

Globulares	Son compactas. * Prolaminas: Zeína (maíz), gliadina (trigo), hordeína (cebada). * Gluteninas: Glutenina (trigo), orizantina (arroz). * Albúminas: Seroalbúmina (sangre), ovoalbúmina (huevo), lactoalbúmina (leche). * Hormonas: Insulina, hormona del crecimiento, prolactina, tirotropina. * Enzimas: Hidrolasas, Oxidasas, Ligasas, Liasas, Transferasas, etc.
Fibrosas	Son alargadas * Colágenos: en tejidos conjuntivos y cartilaginosos. * Queratinas: en formaciones epidérmicas: pelos, uñas, plumas y cuernos. * Elastinas: en tendones y vasos sanguíneos. * Fibroínas: en hilos de seda (arañas e insectos).

HETEROPROTEÍNAS

Glucoproteínas	* Ribonucleasa * Munoproteínas * Anticuerpos * Hormona Luteinizante
Lipoproteínas	* De alta, baja y muy baja densidad, transportan lípidos en la sangre.
Nucleoproteínas	* Nucleosomas de la cromatina. * Ribosomas.
Cromoproteínas	* Hemoglobina, hemocianina, mioglobina, transportan oxígeno. * Citocromos, que transportan electrones.

ENZIMAS

DEFINICIÓN

Las reacciones químicas en sistemas biológicos raramente ocurren en ausencia de un catalizador. Estos catalizadores se denominan **enzimas**. Las enzimas son biocatalizadores y son casi en su totalidad moléculas de naturaleza proteica. Un **catalizador** es una sustancia que **acelera una reacción química** hasta hacerla instantánea o casi instantánea.

PROPIEDADES

- ❖ El reconocimiento de la enzima con el reactivo a procesar (denominado **sustrato**) es altamente específico.
- ❖ No sufren modificaciones químicas irreversibles durante la catálisis. Es decir que luego de la reacción enzimática, las moléculas de enzimas que reaccionaron son indistinguibles de las que no lo han hecho, (la estructura de la molécula se mantiene, al principio y al final de la reacción, exactamente igual).

CARACTERÍSTICAS DE LA ACCIÓN ENZIMÁTICA

La característica más sobresaliente de los enzimas es su elevada especificidad. Ésta es doble y explica que no se formen subproductos.

Especificidad de sustrato. El sustrato (S) es la molécula sobre la que el enzima ejerce su acción catalítica.

Especificidad de acción. Cada reacción está catalizada por un enzima específico.

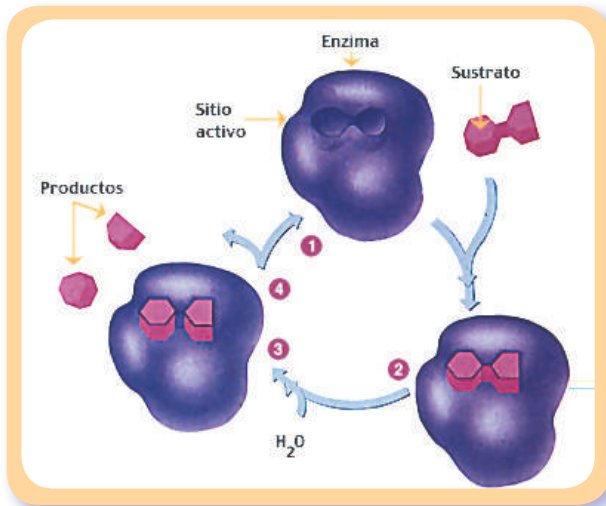
La acción enzimática se caracteriza por la formación de un **complejo** que representa el estado de transición.



Donde enzima (E), sustrato (S) y el producto (P).

Secuencia de una reacción enzimática:

1. La enzima está disponible, con su sitio activo libre.
2. El sustrato se une a la enzima.
3. El sustrato es pro-cesado (hidrólisis en este ejemplo).
4. Los productos de la reacción son liberados.

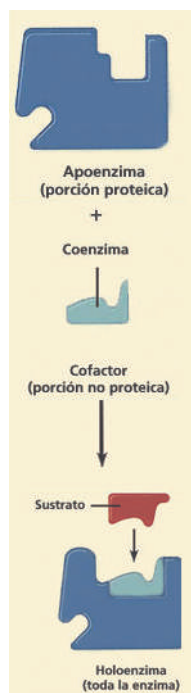


El sustrato se une al enzima a través de numerosas interacciones débiles como son: puentes de hidrógeno, electrostáticas, hidrófobas, etc., en un lugar específico, el **centro activo**. Este centro es una pequeña porción del enzima, constituido por una serie de aminoácidos que interaccionan con el sustrato.

Algunas enzimas actúan con la ayuda de estructuras no proteicas. En función de su naturaleza se denominan:

1. Cofactor. Cuando se trata de iones o moléculas inorgánicas.

2. Coenzima. Cuando es una molécula orgánica. Aquí se puede señalar, que muchas vitaminas funcionan como coenzimas; y realmente las deficiencias producidas por la falta de vitaminas responden más bien a que no se puede sintetizar un determinado enzima en el que la vitamina es el coenzima.



LA NUCLEÍNA

La primera noticia acerca de esta importantísima molécula se dio entre 1869 y 1870 cuando el médico alemán Friedrich Miescher, realizando el análisis de un leucocito o glóbulo blanco, que había obtenido al recolectar pus de una herida infectada de una de sus pacientes, descubrió una sustancia a la que en un primer momento llamó **nucleína** donde encontró fósforo.

Luego, en 1874 el científico francés **Piccard** halló las bases púricas: adenina y guanina, en el líquido seminal de los salmones. Por su parte Kossell, en las levaduras, descubre que existen carbohidratos relacionados con los ácidos nucleicos.

En 1950, **Chargaff** estudió la composición de las bases nitrogenadas del ADN. Por otro lado, Wilkins trabajó en la dispersión de los rayos X sobre el ADN; estas últimas investigaciones facilitaron que en 1953 **Watson y Crick** presentaran sus trabajos acerca de la formación en "doble hélice en espiral".

En la actualidad se ha conseguido terminar los primeros estudios completos acerca del **genoma humano**, pero aún no conocemos cuáles serán los eventos que esperan ser descubiertos a consecuencia de estas investigaciones.

DEFINICIÓN

Son las sustancias de mayor complejidad en los seres vivos. Se les encuentra en el núcleo de una célula, aunque también en organoides del citoplasma como los ribosomas, las mitocondrias y los cloroplastos.

a) **Estructura Molecular:** Sus monómeros se denominan nucleótidos, los que están conformados por un azúcar de 5 carbonos o pentosa, una molécula de ácido fosfórico y una base nitrogenada. Los nucleótidos se unen entre sí por enlaces fosfodiéster.

b) **Funciones Biológicas de la molécula de ADN:**

- ☐ Almacena la información hereditaria.
- ☐ Transmite la información de los caracteres hereditarios, debido a la capacidad molecular de la autoduplicación. Los progenitores pueden transmitir una copia de su información genética heredable, así continuará la vida, generación tras generación.
- ☐ Permite evolucionar a los seres vivos, pues cuando se copian o se transmiten los ácidos nucleicos, pueden ocurrir errores o accidentes, los cuales se manifiestan en las características de los organismos, aumentando su variabilidad y con ella la variedad de los seres vivos.
- ☐ La síntesis de ADN permite transmitir genes.
- ☐ La síntesis de proteína permite expresar los genes.

Nucleótido

Es la unidad estructural o monomérica de los ácidos nucleicos. Está constituida por la unión de una base nitrogenada que puede ser una purina o una pirimidina, un azúcar pentosa y un ácido fosfórico.

CLASIFICACIÓN

Son las sustancias de mayor complejidad en los seres vivos. Se les encuentra en el núcleo de una célula, aunque también son organoides del citoplasma como los ribosomas, las mitocondrias y los cloroplastos.

A. Ácido Desoxirribonucleico o ADN o DNA

Contiene el código genético del individuo, son macromoléculas constituidas por dos cadenas de desoxirribonucleótidos. En 1953 James **Watson** y Francis **Crick** propusieron las estructuras en doble hélice para el ADN.

Características del ADN

Biomolécula constituida por dos cadenas de polidesoxirribonucleótidos, que son antiparalelas entre sí, complementarias y están espiraladas.

- ❖ **Antiparalelas:** Sus uniones 3' - 5' fosfodiéster se encuentran en direcciones opuestas, es decir mientras que una cadena "sube", la otra cadena "baja".
- ❖ **Complementarias:** Las cadenas son diferentes, por ejemplo: donde hay una adenina, en la otra cadena al mismo nivel existe una timina; si hubiera una citosina, en la otra cadena existiría guanina, entre la adenina y la timina se establecen 2 puentes de hidrógeno, mientras que entre la citosina y guanina se establecen 3 puentes.
- ❖ **Espiraladas:** Una cadena se enlaza con la otra, dando la apariencia de ser una "escalera de caracol".
- ❖ **Polimerización:** Consiste en la reunión de miles de nucleótidos a través de enlaces fosfodiéster.
- ❖ **Enlace Fosfodiéster:** Es el enlace representativo de los ácidos nucleicos, que resulta de la reacción entre el ácido fosfórico de un nucleótido y el grupo oxhidrilo de la pentosa del otro nucleótido adyacente, esto da la formación y liberación de una molécula de agua. El enlace queda formado entre los carbonos 3' y 5'.

B. Ácido Ribonucleico o ARN o RNA

Son macromoléculas constituidas por ribonucleótidos, expresan los genes en la síntesis de proteínas, que consta de dos procesos consecutivos: la **transcripción** y la **traducción**. A pesar de saber de la existencia de por lo menos 6 variedades, se estudian básicamente tres tipos de

1. ARN Mensajero (ARNm)

Presente en un promedio del 5 al 10%. Se forma a partir del "molde" del ADN (transcripción).

Es una molécula de conformación lineal constituida por ribonucleótidos con una secuencia de bases nitrogenadas, donde cada tres bases consecutivas reciben el nombre de **codon** y forman el código genético. El **ARNm** es copia de la información del **ADN**.

2. ARN Ribómico (ARNr)

Se encuentra presente en un promedio de 75 - 80%. Es una molécula de conformación globular, presente en los ribosomas y se encuentra asociado a proteínas globulares. El ARNr llega a los ribosomas para ser "leído" (**traducción**).

3. ARN de transparencia (ARNt)

Presente en un promedio del 10 - 15%. Molécula que posee una configuración en forma de hoja de trébol. Acepta y transporta aminoácidos hacia los ribosomas en la síntesis proteica. Existe por lo menos un ARNt para cada uno de los aminoácidos de nuestras cadenas polipeptídicas.

Importancia biológica

El ARN es el portador "copia" de la información presente en el ADN. Específicamente el ARN mensajero, al ser "traducido" por los ribosomas, sintetiza las proteínas que serían utilizadas en la construcción de alguna estructura o función celular.

Estructura

Esta molécula exhibe una sola cadena de polirribonucleótidos, constituidos por:

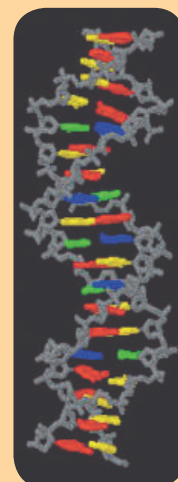
- a) Bases nitrogenadas:
 - ♦ Purinas: Adenina (A) y Guanina (G).
 - ♦ Pirimidinas: Citosina (C) y Uracilo (U).
- b) Azúcar pentosa: Ribosa
- c) Ácido fosfórico: Ácido fosfórico

Cromatina y Cromosomas

Un cromatina es una molécula de ADN muy larga que contiene una serie de genes. Un cromosoma está formado por dos cromátidas idénticas en sentido longitudinal. En cada uno de ellos hay un nucleofilamento de ADN replegado idéntico en ambas cromátidas. Por lo tanto podemos decir que cromatina y cromosoma es lo mismo, y el cromosoma sería un paquete de cromatina muy compacto.

ATCG

ADN



CUADRO COMPARATIVO ENTRE EL ADN Y EL ARN

CARACTERES	ADN	ARN
Pentosa	Desoxirribosa	Ribosa
Bases Nitrogenadas	Adenina Citocina	Guanina Citocina Uracilo
Número de cadenas	2 (Bicatenario)	1 (Unicatenario)
Función	Almacena la información biológica de los seres vivos.	Permite la expresión de la información biológica.
Ubicación	Nucleolo, mitocondria, cromatina, cloroplasto, cromosoma.	Nucleolo Ribosoma
Estructura	Doble hélice	Lineal, trébol, globular.

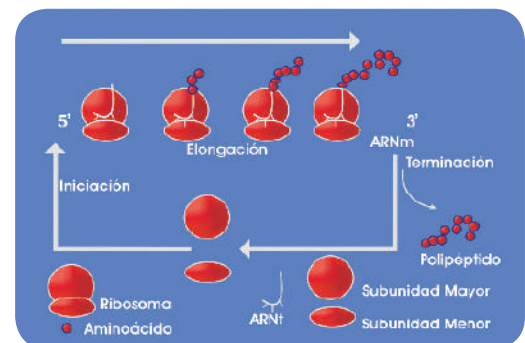
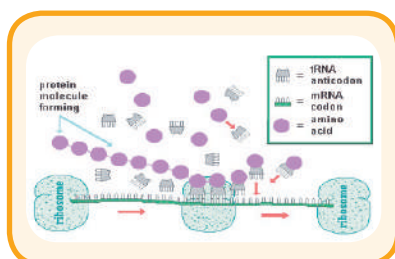
DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

Conjunto de procesos biológicos, que tiene por finalidad la síntesis de proteína, y que tiene como participantes a los ácidos nucleicos y las interacciones que entre ellos ocurren.

Dogma Central

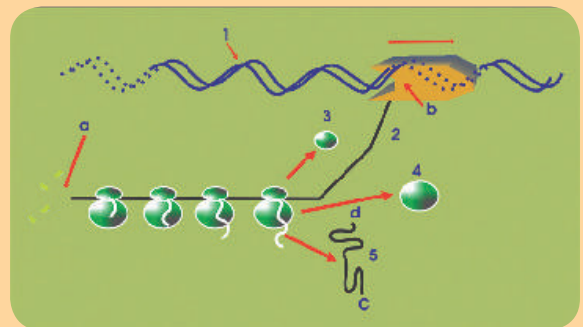
Enunciado inicialmente por Watson y Crick, establece que:

- ❖ El ADN es capaz de autorreplicarse, es decir formar nuevas copias de sí mismo. Siendo este evento el más importante dentro del proceso, ya que de él depende la fidelidad de la información de las células madres a las células hijas.
 - ❖ El ADN es capaz de transmitir información genética al ARN, sintetizando una molécula de ARN a partir de una cadena de ADN.
- A este proceso se le bautizó con el nombre de **transcripción**.
- ❖ El ARN es capaz de expresar la información genética recibida del ADN en forma de proteínas, de este proceso se le conoce como **traducción**.



ARN Mensajero

El ARN mensajero es una cadena simple, muy similar a la del ADN, pero difiere en que el azúcar que la constituye es ligeramente diferente (se llama ribosa, mientras que la que integra el ADN es desoxirribosa). Una de las bases nitrogenadas difiere en el ARN y se llama uracilo, sustituyendo a la timina.



CÓDIGO GENÉTICO

Se entiende por código genético al "Alfabeto Químico" que posee todo organismo del planeta, en donde se reúnen una serie de nucleótidos de ARN o también denominados "codones", los cuales, a su vez guardan una correspondencia especial con determinados aminoácidos (aa), los cuales al reunirse constituirán a una proteína específica. Las proteínas que logren formarse habrán de ser utilizadas con fines: estructurales, inmunológicos, hormonales, enzimáticos, contráctiles, etc.

		SEGUNDA BASE NITROGENADA					
		U	C	A	G		
PRIMERA BASE NITROGENADA	U	Fenilalanina Fenilalanina Leucina Leucina	Serina Serina Serina Serina	Tirosina Tirosina Alto Alto	Cisteína Cisteína Alto Tryptófano	U C A G	TERCERA BASE NITROGENADA
	C	Leucina Leucina Leucina Leucina	Prolina Prolina Prolina Prolina	Histidina Histidina Glutamina Glutamina	Arginina Arginina Arginina Arginina	U C A G	
	A	Isoleucina Isoleucina Isoleucina Metionina	Treonina Treonina Treonina Treonina	Asparagina Asparagina Lisina Lisina	Serina Serina Arginina Arginina	U C A G	
	G	Valina Valina Valina Valina	Alanina Alanina Alanina Alanina	Ac. Aspártico Ac. Aspártico Ac. Aspártico Ac. Glutámico	Glicina Glicina Glicina Glicina	U C A G	



¿Sabías qué?

Una enzima es una biomolécula capaz de catalizar (aumentar la rapidez) una reacción química. Su nombre proviene del griego *énzyme* (dentro de la levadura). Las enzimas son proteínas, algunos fragmentos de ARN también tienen capacidad de catalizar reacciones relacionadas con la replicación y maduración de los ácidos nucleicos, dichos fragmentos se denominan ribozimas.

Para ejercer su actividad las enzimas requieren a menudo moléculas auxiliares, que se ubican en el centro activo de la enzima; en el caso de moléculas orgánicas reciben el nombre de coenzimas, mientras que si son iones metálicos (generalmente oligoelementos) se llaman cofactores. El conjunto enzima + cofactor o coenzima se denomina holoenzima, mientras que la parte proteica propiamente dicha se conoce como apoenzima. Usualmente las llamadas coenzimas no son simples auxiliares de las enzimas sino verdaderos sustratos de las reacciones, pero que a diferencia del sustrato principal se regeneran fácilmente mediante reacciones simples.

Las enzimas son esenciales para la vida ya que, de otra forma, las reacciones en las células se darían con poca rapidez. Una malfunción en una enzima, provocada por una sobreproducción o subproducción, mutación, delección, etc., puede provocar enfermedades como la fenilcetonuria.

Practica dirigida N° 4

1. Es una proteína de función contractil:
 - a) Colageno
 - b) Actina
 - c) Queratina
 - d) Hemoglobina
 - e) Enzima
2. Son proteínas relacionadas con el metabolismo celular:
 - a) Anticuerpos
 - b) Enzimas
 - c) Citocromos
 - d) Miosina
 - e) Mioglobina
3. Son moléculas relacionadas directamente con la defensa de organismo frente a patógenos:
 - a) Anticuerpos
 - b) Insulina
 - c) Albumina
 - d) Hemocianina
 - e) Glucagón
4. Son partes del aminoácido, excepto:
 - a) Carbono α
 - b) Grupo amino
 - c) Grupo carboxilo
 - d) Grupo variable o radical
 - e) Grupo fosfato
6. El enlace que une aminoácidos se denomina:
 - a) Ester
 - b) Glucosidico
 - c) Peptidico
 - d) Puente hidrógeno
 - e) Fosfodiester
5. En la estructura terciaria de una proteína el enlace característico es el:
 - a) Puente hidrógeno
 - b) Covalente doble
 - c) Puente disulfuro
 - d) Covalente simple
 - e) Puente salino
7. Es considerado una proteína simple:
 - a) Colageno
 - b) Homoglobina
 - c) Citocromo
 - d) Hemocianina
 - e) Mioglobina
8. Las enzimas se caracterizan por, excepto:
 - a) Disminuyen la energía de activación.
 - b) Aceleran la reacción.
 - c) Actúan en bajas concentraciones.
 - d) Se desnaturalizan.
 - e) Son inespecíficas.
9. La información genética esta contenida en el:
 - a) ATP
 - b) ARN_m
 - c) ADN
 - d) ARN_r
 - e) ARN_t
10. Es la base nitrogenada exclusiva del ARN:
 - a) A
 - b) G
 - c) C
 - d) T
 - e) U

Tarea domiciliaria N° 4

1. El monómero de las proteínas es el:
 - a) Polipeptido
 - b) Monosacarido
 - c) Aminoácido
 - d) Triglicerido
 - e) Fosfolipido
2. En el hueso, cartílago, tendones y ligamentos encuentro al(a la):
 - a) Queratina
 - b) Miosina
 - c) Histona
 - d) Anticuerpo
 - e) Colageno
3. Es la proteína encargada de transportar gases como O_2 y CO_2 a las células:
 - a) Hemoglobina
 - b) Citocromo
 - c) Ferritina
 - d) Proteína Z
 - e) Albumina
4. Es la base nitrogenada exclusiva del ADN:
 - a) A
 - b) G
 - c) C
 - d) T
 - e) U
5. El nucleotido esta formado por:
 - a) Grupo fosfato + pentosa + base nitrogenada
 - b) Pentosa + base nitrogenada
 - c) Grupo fosfato + base nitrogenada
 - d) Glicerol + Ácido graso
 - e) Polipeptido + grupo prostético
6. La conformación α – Hélice de una proteína pertenece al nivel de estructura:
 - a) Primaria
 - b) Secundaria
 - c) Terciaria
 - d) Cuaternaria
 - e) Aminoacídica
7. La parte del aminoácido que cambia para determinar los 20 aminoácidos diferentes es el:
 - a) Grupo radical
 - b) Hidrógeno
 - c) Grupo carboxilo
 - d) Carbono asimétrico
 - e) Grupo amino
8. Dos nucleotidos se unen por medio del enlace:
 - a) Peptidico
 - b) Glucosidico
 - c) Fosfoester
 - d) Ester
 - e) Fosfodiester
9. El ARN_t es el encargado de transportar:
 - a) Proteínas
 - b) Codones
 - c) Aminoácidos
 - d) Bases nitrogenadas
 - e) El mensaje genético
10. El flujo correcto para formar una proteína es:
 - a) $ADN \rightarrow ARN \rightarrow PROTEÍNA$
 - b) $ADN \rightarrow GEN \rightarrow PROTEÍNA$
 - c) $ARN \rightarrow ADN \rightarrow PROTEÍNA$
 - d) $ARN_m \rightarrow ARN_t \rightarrow ARN_r$
 - e) $PROTEÍNA \rightarrow ARN \rightarrow ADN$