UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA MEDICINA
BIOQUÍMICA I

# UNIDAD III: LAS ENZIMAS

## 3.1. ENZIMAS
## 3.1.1 Importancia Biomédica
## 3.1.2 Propiedades, clasificación y nomenclatura de las enzimas
## 3.1.3 Especificidad enzimática

## 3.1.1. Importancia Biomédica

Las enzimas son moléculas proteicas de estructura globular (polímeros biológicos) que tienen funciones de catalizadores biológicos, aceleran la velocidad de una reacción sin consumirse durante la misma. Hacen posible la vida tal como la conocemos (Laguna). Con excepción de las ARN (ribosimas) (Campbell, 2016).

Participan en todos los procesos biológicos que requieren suministro o construcción de energía, para descomposición de nutrientes, participan en el ensamblaje de proteínas, ADN, membranas, células tejidas. Impulsan la motilidad celular y muscular, la contracción.

"La capacidad para valorar la actividad de enzimas específicas en la sangre, otros líquidos hísticos, o extractoscelulares, ayuda en el diagnóstico y el pronóstico de enfermedad. Las deficiencias de la cantidad o la actividad catalítica de enzimas clave pueden sobrevenir por defectos genéticos, déficit nutricionales o toxinas. Las enzimas defectuosas pueden producirse por mutaciones genéticas o infección por virus o bacterias patógenos (p. ej., Vibrio cholerae). Los científicos médicos abordan desequilibrios de la actividad de enzimas al utilizar fármacos para inhibir enzimas específicas, y se continúa investigando la terapia génica como un medio para corregir déficit de la concentración de enzimas o la función de las mismas" (Harper, 2018)

## 3.1.2 Propiedades, clasificación y nomenclatura de las enzimas

***PROPIEDADES GENERALES DE LAS ENZIMAS (Laguna).-***

- Todas las reacciones químicas de las células son catalizadas por enzimas.
- Existen varios miles de enzimas, para varios miles de reacciones químicas.
- Las enzimas se encargan de actividades vitales: síntesis, degradación, oxidación, etc.
- Las enzimas son específicas, sólo catalizan un tipo de reacción o una reacción determinada (actúan sobre sustancias que tienen una configuración precisa, Ej: C α con orientación L, no actúa sobre la estructura D, son ***estereoespecíficas***.
- La actividad de las enzimas puede ser regulada de acuerdo a las necesidades biológicas.
- Las enzimas aumentan millones de veces la velocidad de la reacción, siempre que estas reacciones puedan darse espontáneamente, es decir que sean termodinámicamente posibles. Conforme lo cita (Campbell,2016) pueden incrementar la velocidad de una reacción en un factor

$10^{20}$ sobre las reacciones que no catalizadas. Catalizadores no enzimáticos aceleran en un factor de $10^2$ a $10^4$.

- Las enzimas no desvían la reacción, sólo acortan el tiempo de reacción.
- Disminuyen la energía de activación necesaria para determinada reacción química.
- Durante las reacciones químicas catalizadas por enzimas se desprende energía.
- Se diferencian de los catalizadores químicos en que las enzimas actúan en condiciones muy estables, a temperaturas por debajo de 70 grados C, a un pH alrededor de 7 y a una presión de una atmósfera.

***NOMENCLATURA***

El nombre sistemático de una enzima corresponde al nombre del o los sustratos que intervienen en la reacción química que cataliza, seguido del nombre de dicha reacción y se ***añade el sufijo "asa***". Ejemplo: fosfotransferasa, aminotransferasa, descarboxilasas, esterasas, lipasas. Entre paréntesis puede ir la información adicional que sea necesaria.

De acuerdo al "sistema de nomenclatura de la Unión Internacional de Bioquímica (IUB)" cada enzima se clasifica y se nombra en correspondencia con la reacción que cataliza. Se utilizan cuatro números y un nombre con dos partes (nombre sistémico). Los números van precedidos por las letras EC.

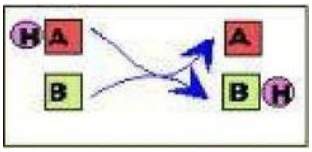
**EJEMPLO DE NOMENCLATURA DE UNA ENZIMA:**
**E.C. 2.7.1.1. D hexosa 6-fosfotransferasa (Nombre común: hexocinasa)**

| | |
|---|---|
| E.C. | •Clasificación de enzimas |
| 2. | •Clase: tipo de reacción (Ej. transferasa) |
| 7. | •Subclase (Ej. fosfotransferasa) |
| 1. | •Sub-subclase (el tipo de grupo que recibe el grupo transferido: el alcohol en el grupo aceptor del fosforilo) |
| 1. | •Enzima específica |

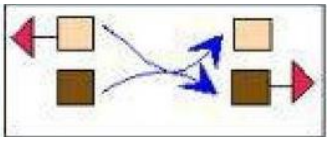
***Hexosa 6: El alcohol fosforilado está en el carbono 6 de una hexosa***

***CLASIFICACIÓN.*** - Existen seis clases principales de enzimas (Laguna):

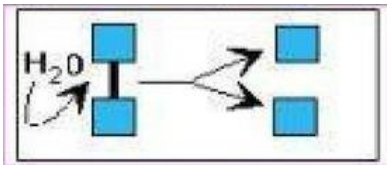
1. **Oxidorreductas**: Catalizan reacciones redox (transferencia de electrones), cambiando el estado de oxidación de uno o más átomos. Ej.: Deshidrogenasas, reductasas, oxidasas, peroxidasas, hidroxilasas y oxigenasas. Una molécula se oxida la otra se reduce



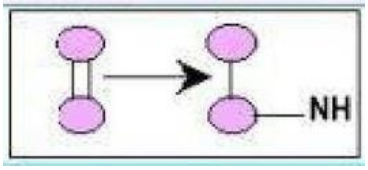

2. **Transferasas**: Catalizan la transferencia de grupos de una molécula donadora a una aceptora así el amino, carboxilo, carbonilo, metilo, fosforilo y acilo. Ej.: aciltransferasas, fosfotransferasas, glicotransferasas, fosforribosiltransferasas, pirofosfotransferasas, metiltransferasas, transaminasas.



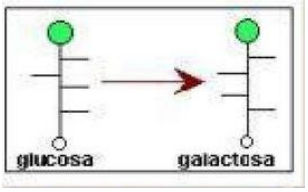
3. **Hidrolasas**: Catalizan la ruptura o división de un determinado enlace introduciendo una molécula de agua, a nivel de los enlaces éster, glucosídicos, peptídicos, C-N, C-O, O-P. Ej.: esterasas, amidasas, peptidasas, fosfatasas y glucosidasas.



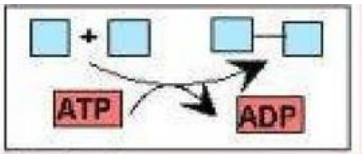

4. **Liasas**: Catalizan reacciones en las que se eliminan grupos, así el $H_2O$, $CO_2$, $NH_3$, formando dobles enlaces o se añaden a un doble enlace Ej. Aldolasas, descarboxilasas, deshidratasas, sintetasas y desaminasas.




5. **Isomerasas**: Catalizan la interconversión de isómeros ópticos o de posición (reordenamientos intramoleculares) Ej. Isomerasas, racemasas, epimerasas y mutasas. (epimerasas catalizan la inversión de átomos de carbono simétricos y las mutasas catalizan la transferencia intramolecular de grupos funcionales).



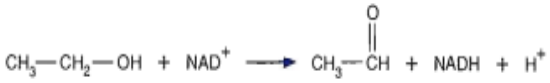
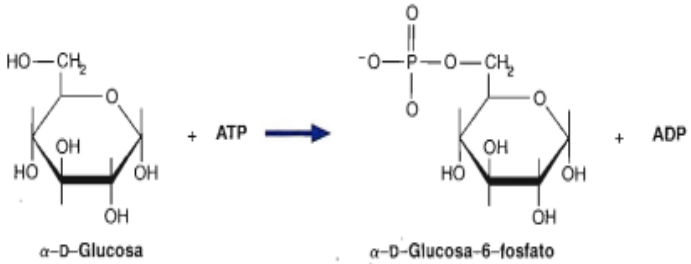
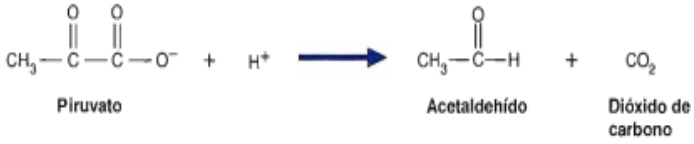
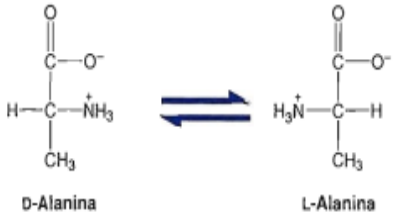
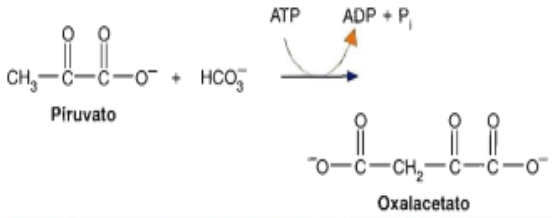
6. **Ligasas**: Catalizan la formación de un nuevo enlace como C-O, C-S y C-N; requiere la utilización de la energía de la hidrólisis del ATP u otro donador de energía. Ej: sintetasas, carboxilasas, etc.




| Clase | Tipo de reacción | Subclases importantes |
|---|---|---|
| 1 Oxidorreductasas | ○ = equivalentes reductores<br>$A_{red}$ + $B_{ox}$ ⇌ $A_{ox}$ + $B_{red}$ | Deshidrogenasas<br>Oxidasas, peroxidasas<br>Reductasas<br>Monooxigenasas<br>Desoxigenasas |
| 2 Transferasas | A–B + C ⇌ A + B–C | Transferasas $C_1$<br>Glucosil-transferasas<br>Aminotransferasas<br>Fosfotransferasas |
| 3 Hidrolasas | A–B + $H_2O$ ⇌ A–H + B–OH | Esterasas<br>Glucosidasas<br>Peptidasas<br>Amidasas |
| 4 Liasas ("sintasas") | A + B ⇌ A–B | Liasas C-C<br>Liasas C-O<br>Liasas C-N<br>Liasas C-S |
| 5 Isomerasas | A ⇌ Iso-A | Epimerasas<br>Isomerasas *cis-trans*<br>Transferasas intramoleculares |
| 6 Ligasas ("sintetasas") | B + A + X=A,G,U,C XTP ⇌ A–B + XDP | Ligasas C-C<br>Ligasas C-O<br>Ligasas C-N<br>Ligasas C-S |

https://www.google.com/search?q=catalisis+de+ligasas&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjbuo7AprzqAhUqhuAKHTqmB-IQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1025&bih=491#imgrc=rDKsVo9QrnQgQM

Ejemplos de reacciones catalizadas por enzimas:

| Clase enzimática | Ejemplo | Reacción catalizada |
|---|---|---|
| Oxidorreductasa | Deshidrogenasa alcohólica |  |
| Transferasa | Hexocinasa |   |
| Hidrolasa | Quimiotripsina | |
| Liasa | Descarboxilasa de piruvato |   |
| Isomerasa | Racemasa de alanina |   |
| Ligasa | Carboxilasa de piruvato |   |

http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/Bioquimica/09-O.pdf

### 3.1.3 Sistema enzimático

***EL SISTEMA ENZIMÁTICO.* -** El sistema enzimático comprende las sustancias que participan en la reacción que es catalizada por enzimas, generalmente en un medio acuoso.

**Sustrato (s)**: Constituyen la molécula o moléculas sobre las cuales actúa la enzima. El número máximo de sustratos para una determinada enzima es de 3. La transformación del sustrato o sustratos está condicionada por la acción de la enzima. El sustrato se consume durante la reacción enzimática.

**Producto**: Es la molécula resultante de la acción de la enzima sobre el o los sustratos. Puede haber varios productos que resulten de una sola reacción y una sola enzima.

**Apoenzima**: Es la parte proteica (enzima propiamente dicha), peso molecular elevado, no dializable y termolábil, catalíticamente inactiva.

**Cofactor:** Son:
Inorgánicos (iones metálicos Fe, Cu, Mg, etc)
Orgánicos (coenzimas)

**Coenzima**: Son cofactores orgánicos no proteicos, tienen peso molecular bajo, dializable. Está unida débilmente a la apoenzima, pudiendo separarse fácilmente de ella. Ejemplo:

$NAD^+$ (nicotinamida adenin dinucleótido oxidado)

NADH (nicotinamida adenin dinucleótido reducida)

$NADP^+$ (nicotinamida adenin dinucleótido fosfato)

FMN (mononucleótido de riboflavina)

FAD (dinucleótido de flavina y adenina)

CoA (Coenzima A)

CoQ (Conenzima Q)

CoB12 (Coenzima B12)

TPP (pirofosfato de tiamina)

Vitamina C

PLP (fosfato de piridoxal)

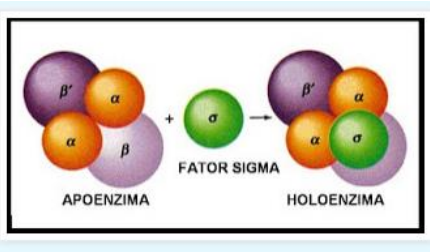
PMP) (fosfato de pridoxamina)

FH4 (ácido tetrahidrofólico)

Biocitina

Ácido lipoico

**Holoenzima**: Enzima formada de apoenzima y un cofactor.

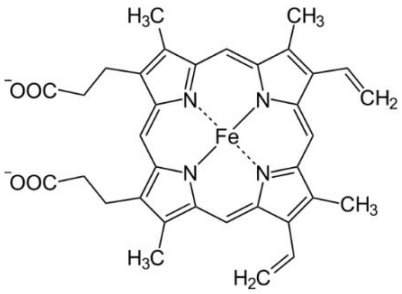



https://images.app.goo.gl/5BLTu4A65S4WXQB96

**Grupo prostético**: Es el componente no aminoacídico que forma parte de las heteroproteínas o proteínas conjugada, de características similares a la coenzima, pero está ligado muy íntimamente a la apoenzima.

Los grupos prostéticos y las coenzimas cumplen un papel de gran relevancia en la reacción enzimática, ya que ceden y reciben de manera alternada parte de los productos que resultan de la misma.

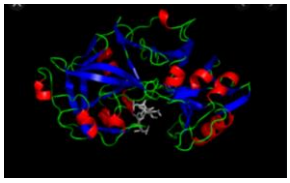
Los grupos prostéticos y las coenzimas se diferencian de los sustratos en que no se consumen durante la reacción. Ejemplo grupo Hemo, biotina..




https://images.app.goo.gl/kxVydUam2N93UHex6

**Cosustrato**: Son similares a las coenzimas, de las cuales se diferencian en que sí se consumen durante la actividad enzimática, además no posee una vitamina en su estructura. Se requieren en grandes cantidades. Son el ATP (adenosín trifosfato), UDPG (uridín difosfato de glucosa), y otros. Los cosustratos necesitan la captación de energía para recuperar los grupos perdidos en la reacción.

**Proenzima** (zimógeno): Son los precursores de las enzimas, que carecen de actividad catalítica. Para activarse deben eliminar un péptido de su molécula. Ej: el pepsinógeno gástrico, precursor de la pepsina.



https://images.app.goo.gl/RoiUUGKALURvnRTh9

**Isoenzima**: Formas moleculares de las enzimas, generadas en diferentes tejidos y que catalizan una misma reacción. Están formadas por aminoácidos diferentes, tienen propiedades físicas diferentes y velocidades de reacción diferentes.

Tomado de https://temasdebioquimica.wordpress.com/2008/07/09/hello-world/ tenemos:

**Glucoquinasa y Hexoquinasa** son ejemplos típicos de isoenzimas.

Cuatro Hexoquinasas: I, II, III y IV.

Hexoquinasa I, presente en todos los tejidos

Hexoquinasa IV, conocida como Glucoquinasa, presente en el hígado, el páncreas y el cerebro

**Deshidrogenasa Láctica (LDH)**

Esta enzima esta formada por la asociación de cinco cadenas peptídicas de dos diferentes tipos de monómeros: M y H.

Las variantes encontradas en el ser humano son:

LDH1: M M M M (abundante en el corazón, el cerebro y los eritrocitos; alrededor del 33 % de la LDH en el suero humano es de este tipo)

LDH2: M M M H (abundante en el corazón, el cerebro y los eritrocitos; alrededor del 45 % de la LDH en el suero humano es de este tipo)

LDH3: M M H H (abundante en el cerebro, los riñones y los pulmones; constituye alrededor del 18 % de la LDH en suero humano)

LDH4: M H H H ((abundante en el hígado, musculo esquelético y el tejido renal; constituye alrededor del 3 % de la LDH sérica)

LDH5: H H H H ((abundante en el tejido hepático, musculo esquelético y el íleum; apenas hasta 1 % de la LDH del suero humano es LDH5)

En el infarto del miocardio, la LDH total en suero aumenta, y debido a que el musculo cardiaco contiene mas LDH1 que LDH2, el nivel de LDH1 en suero se hace mayor que el de LDH2 entre 12 y 24 horas despues del infarto, por lo que el radio LDH1/LDH2 se hace mayor y se mantiene invertido durante varios dias.

Se observa un aumento de LDH5 en diversas patologías hepáticas como la cirrosis, hepatitis y otras. Un aumento de LDH5 durante una enfermedad cardiaca sugiere congestión hepática secundaria.

**Creatin Kinasa :**

Creatin Kinasa (CK) ó Creatin fosfoquinasa (CPK)
Tres isoenzimas de CK formadas cada una por la combinación de diferentes subunidades:

CK1 (BB) abunda en el cerebro y en la musculatura lisa (esta prácticamente ausente del suero)
CK2 (MB) abunda en el corazón y aparece en ciertas cantidades en el músculo esquelético (prácticamente está ausente del suero)

CK3 (MM) abunda en el músculo esquelético y el cardiaco y constituye el 100 % de la CK sérica.

Los estudios de CK son útiles fundamentalmente en el diagnóstico de infarto del miocardio, donde se constata un aumento de la variante MB, pero también puede usarse para estudiar otras condiciones, como enfermedades y traumas musculares (MM y MB) y traumas y cirugía del cerebro (BB).

CK2 aparece en el suero dentro de las 6 horas siguientes a un infarto del miocardio y desaparece después de 24 a 48 horas. La persistencia de CK2 en suero indica extensión del infarto a otras áreas o el desarrollo de otro infarto.

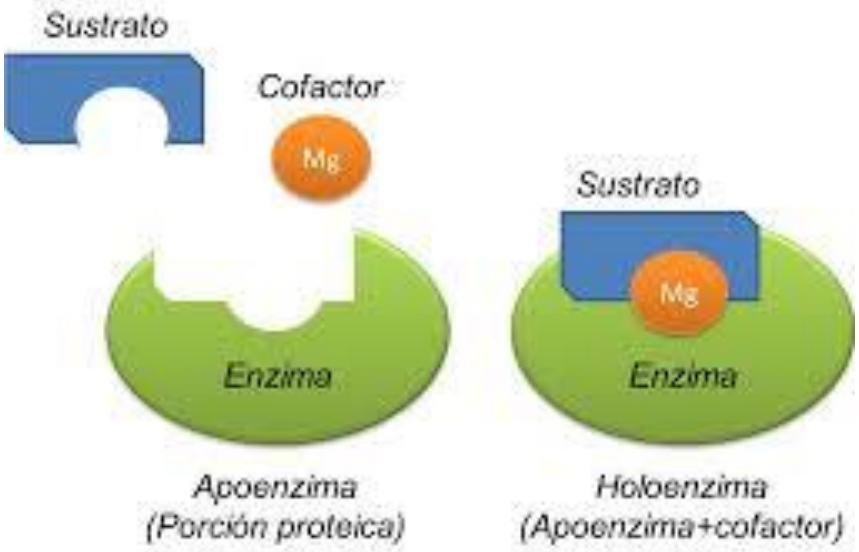
**Activadores**: Los activadores habitualmente son iones como $Mg^{2+}$, $Mn^{2+}$, $Ca^{2+}$, $K^{+}$, $Na^{+}$). Aceleran la actividad de la enzima y la velocidad de la reacción y a veces son indispensables para iniciarla. Para actuar en la reacción, generalmente se unen a los sustratos o la coenzima, pero también se pueden unir a la apoenzima.

**Inhibidores**: Disminuyen la velocidad de la reacción, uniéndose en sitios específicos de la enzima.

**Moduladores**: Actúan sobre las proteínas oligoméricas o multiméricas, con características de cooperatividad funcional. Pueden ser positivos si estimulan la reacción o negativos si la detienene.

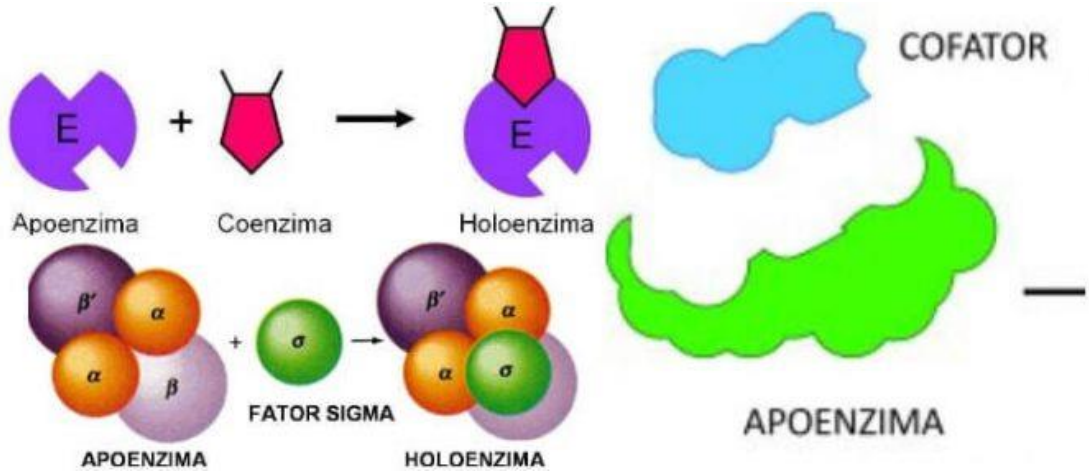
Algunos sistemas enzimáticos son muy simples (apoenzima + sustrato + producto). Otros son muy complejos (apoenzima + coenzima + cosustrato + activadores + sustratos + productos).

**Esquemas gráficos del Sistema Enzimático**




**Cofactor enzimático**

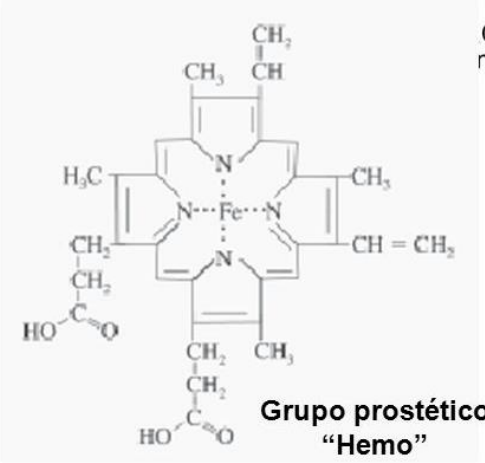
https://www.google.com.ec/search?biw=1366&bih=608&tbm=isch&sa=1&ei=YlsWXsySOP-90PEP2q-yyAw&q=cofactores+enzimaticos&oq=cofactor&gs_l=img.1.2.0l10.178253.179622..181338...0.0..0.155.1250.0j9.....0....1..gws-wiz-img.....0i67j0i10j0i7i30j0i30j0i5i30j0i24j0i131.371NrJnOdiY#imgdii=OrHfeFyh8-BLiM:&imgrc=Bj3vxXCos2srOM:

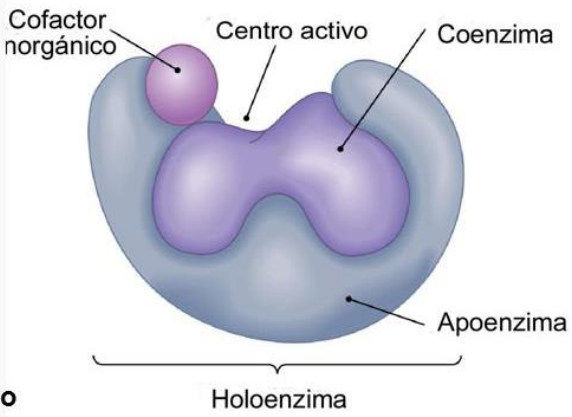



https://www.google.com.ec/search?biw=539&bih=587&tbm=isch&sa=1&ei=W1sWXovwKIHB7gKVrL6IBg&q=holoenzima&oq=holoenzim&gs_l=img.1.0.0l3j0i10j0j0i30l4j0i5i30.3426.4578..6415...0.0..0.234.1428.0j9j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i24j0i131.I5gdsxhzAEk#imgrc=ewH0uhB2rpowVM:

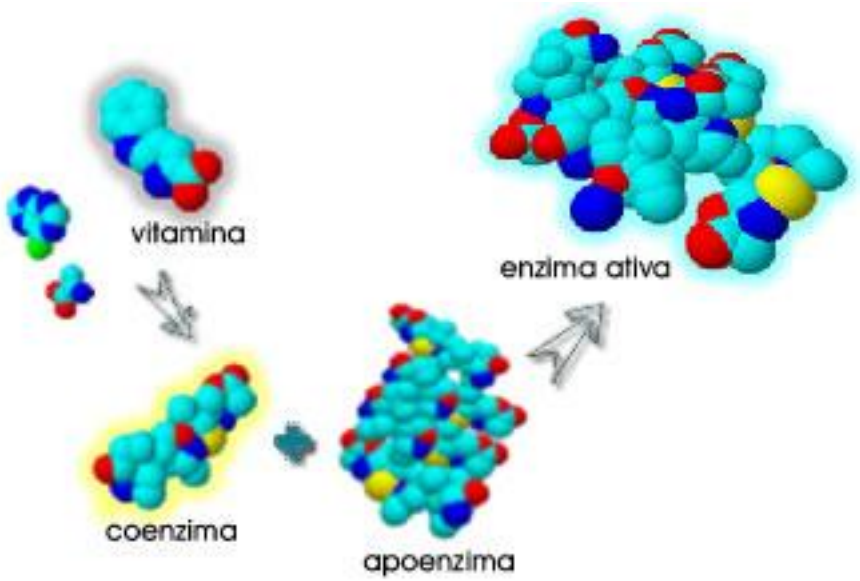
## Holoenzima = Apoenzima + Cofactor

- **Cofactores**

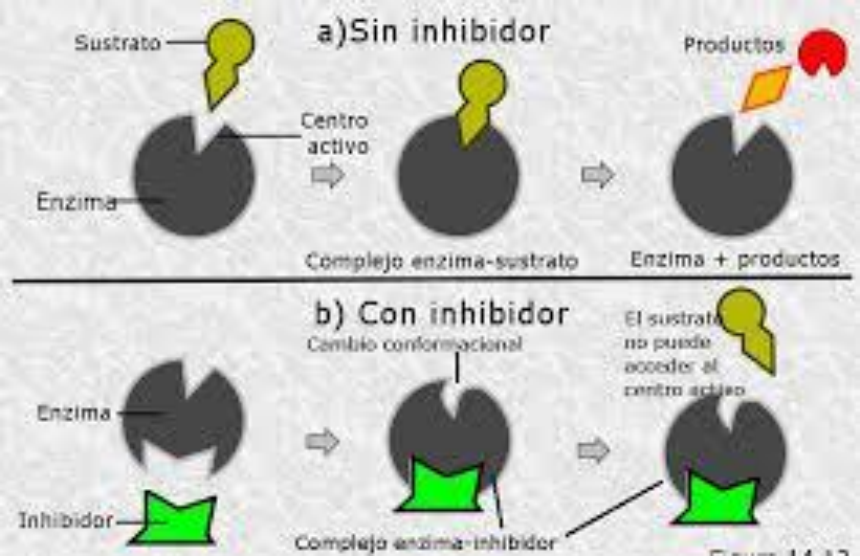



https://www.google.com.ec/search?biw=1366&bih=608&tbm=isch&sa=1&ei=YlsWXsySOP-90PEP2q-yyAw&q=grupo+prostetico&oq=grupo+proste&gs_l=img.1.0.0l3j0i5i30j0i24l6.3717.6421..7770...1.0..0.186.1968.0j14.....0....1..gws-wiz-img.....0i67j0i10j0i30j0i131.YPmv89engY8#imgrc=9qtFP319vGNziM:




https://www.google.com.ec/search?biw=539&bih=587&tbm=isch&sa=1&ei=W1sWXovwKIHB7gKVrL6IBg&q=holoenzima&oq=holoenzim&gs_l=img.1.0.0l3j0i10j0j0i30l4j0i5i30.3426.4578..6415...0.0..0.234.1428.0j9j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i24j0i131.I5gdsxhzAEk#imgdii=supDqMmynHGlgM:&imgrc=ewH0uhB2rpowVM:




https://www.google.com.ec/search?biw=1366&bih=608&tbm=isch&sa=1&ei=YlsWXsySOP-90PEP2q-yyAw&q=moduladores+enzimaticos&oq=moduladores+enz&gs_l=img.1.0.0i24.1580.4958..7651...0.0..0.211.2232.0j15j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i67j0j0i10j0j0i7i30j0i30j0i5i30j0i131j0i8i30j0i10i24.9pl2yW4J4Hk#imgrc=_gY7DSl_ciGfVM:

## 4.1.4 Especificidad enzimática

***ACTIVIDAD ENZIMÁTICA. -***

**Especificidad enzimática**: La mayoría de las enzimas tienen un alto grado de especificidad sobre el sustrato y el tipo y subclase de reacción catalizada. Pueden diferenciar isómeros L-D o cis-trans. Algunas enzimas hidrolíticas son menos específicas, porque reconocen el tipo de enlace. Otras actúan con una coenzima específica. Otras generan productos específicos. Ej: LDH, enzima que actúa sobre el piruvato y produce D-lactato (no L-lactato).

Las denominadas ***enzimas promiscuas***, son aquellas que producen metabolitos secundarios al actuar sobre varios sustratos.

**Centro o sitio activo**: Es el lugar donde el sustrato se liga a la enzima (de éste dependerá la especificidad). Desde el punto de vista estructural, una parte del centro activo es la cadena polipeptídica y la otra es el grupo prostético o la coenzima. Los sitios activos de las enzimas son grupos de varios aminoácidos, de 2nm, a veces distantes, por lo cual es necesario el arreglo tridimensional de la molécula de la enzima.

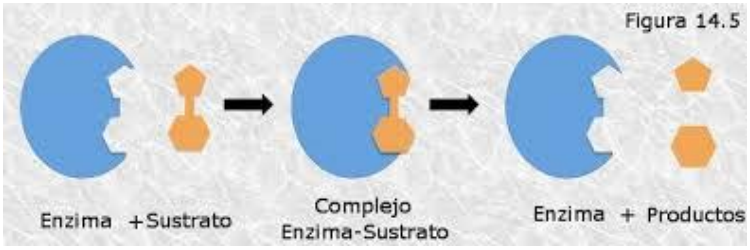
**Complejo enzima-sustrato.-** Corresponde a la unión de la enzima con el sustrato.

**Sitio alostérico**: Son los lugares sobre las cuales actúan los moduladores (1 ó más). Provocan un cambio en la conformación estructural de la enzima que afecta el sitio activo, influyendo en la velocidad de la actividad de la enzima.

**Cambios conformacionales de las enzimas**: "La enzima es un molde tridimensional en negativo de los sustratos o reaccionantes que son un molde positivo" (Laguna), como el modelo de "la llave y la cerradura". Al unirse la enzima con el sustrato, el arreglo tridimensional de la enzima se modifica, causando un cambio en la conformación de la molécula. "Estos movimientos dinámicos de la enzima pueden abarcar desde residuos individuales de aminoácidos hasta un dominio proteico entero. Ocurren en diferentes escalas se tiempo (desde ***femtosegundos*** *[milbillonésima parte de un segundo, 1fs= 1x 10 $^{-15}$ s]* hasta segundos)" (Laguna).

Daniel Koshland ha modificado el modelo de "la llave y la cerradura", tomando en cuenta el cambio estructural que se produce en las enzimas; este modelo se denomina "***encaje inducido***". (Laguna).

**Estereoespecificidad**: Adhesión geométrica del sitio activo de la enzima con los sustratos. La unión solo se puede dar en una posición. Además, a parte de la estructura o forma, también influyen en la especificidad la carga eléctrica y las propiedades hidrofílicas o hidrofóbicas de los aminoácidos que conforman la enzima.




https://www.google.com.ec/search?biw=1366&bih=608&tbm=isch&sa=1&ei=ul0WXv3yLYvB0PEPkJaBuAM&q=comp%C3%A9lo+enzima+suystrato&oq=comp%C3%A9lo+enzima+suystrato&gs_l=img.3...66762.72979..73255...0.0..0.158.3462.0j25.....0....1..gws-wiz-img.....0i67j0j0i131j0i30.tBGLImfxYok&ved=0ahUKEwj9t8u9jPXmAhWLIDQIHRBLADcQ4dUDCAc&uact=5#imgrc=hUv_JqRbUruNjM:

## Análisis de enzimas para el diagnóstico de enfermedades: Enzimología clínica

***IMPORTANCIA BIOMÉDICA DE LAS ENZIMAS.-*** El estado de salud depende de que todas las reacciones y funciones se den de manera ordenada, lo que permite conservar la ***homeostasis***. En ciertas enfermedades, como ejemplo, la cirrosis hepática, determinadas enzimas están alteradas, afectando su actividad; lo que ocasiona una falla en la síntesis de la urea, lo que trae como consecuencia la acumulación de amoniaco tóxico y el coma hepático.

Cualquier alteración en la función de una enzima puede dar lugar a una enfermedad genética o a un error del metabolismo. Aunque existan miles de enzimas en el organismo, la falla de una de ellas puede dar lugar a una patología letal.

***ANÁLISIS DE ENZIMAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES: ENZIMOLOGÍA CLÍNICA***

Existen enzimas en el plasma sanguíneo, algunas de ellas son ***enzimas séricas funcionales***, mientras otras son ***enzimas séricas no funcionales***, las cuales pasan al suero porque existe destrucción o muerte celular. Si la destrucción de las células aumenta más de lo normal por causas patológicas o traumáticas, los valores de las enzimas no funcionales en el suero aumentan. Esto permite la detección de enfermedades y ha dado lugar a la ***enzimología clínica***.

"Después de lesión, la concentración plasmática de una enzima liberada puede aumentar en etapas tempranas o tardías, y declinar de manera rápida o con lentitud. Las proteínas del citoplasma tienden a aparecer con mayor rapidez que las de organelos subcelulares. La rapidez con la cual las enzimas y otras proteínas son eliminadas del plasma varía con su susceptibilidad a proteólisis y permeabilidad a través de los glomérulos renales" (Harper, 2018)

"El análisis ***cuantitativo de la actividad de las enzimas*** o de otras proteínas liberadas por lo general en plasma o suero, aunque también en orina o en diversas células ***proporciona información respecto al diagnóstico, el pronóstico y la respuesta al tratamiento***. En el análisis de la actividad enzimática de manera característica se emplean valoraciones cinéticas estándar de índices de reacción inicial" (Harper, 2018). Muchas enzimas no son específicas para la enfermedad.

| ENZIMA SÉRICA | UTILIZACIÓN DIAGNÓSTICA PRINCIPAL | VALORES SÉRICOS DE REFERENCIA A 37°C EN SUERO O PLASMA |
|---|---|---|
| Aminotransferasas<br>• Aspartato aminotransferasa o transaminasa glutámico oxalacética (AST o SGOT)<br>• Alanina aminotransferasa o transaminasa glutámico pirúvica (ALT O SGPT) | Hepatitis<br>Infarto de miocardio | hasta 40 U/L (0,67 µkat/L) |
| Amilasa | Pancreatitis aguda | < 86 U/L (1,43 µkat/L) |
| Lipasa | Pancreatitis aguda o crónica | Adultos sanos ≤ 38 U/L |
| Creatina cinasa (CC)<br>(CPK) (CK) | Trastornos musculares e infarto de miocardio | CK Hombres < 190 U/L (3,17 µkat/L)<br>CK Mujeres < 167 U/L (2,78 µkat/L)<br>CK-MB < 24 U/L (0,40 µkat/L)<br>% CK-MB 6-25% |
| Deshidrogenasa láctica (isozimas) (LDH)<br>• La LDH1 del corazón, músculos, y hematíes<br>• La LDH2 del sistema retículo endotelial y leucocitos<br>• La LDH3 de los pulmones<br>• La LDH4 de los riñones, placenta y páncreas.<br>• La LDH5 del hígado y músculo<br>(https://www.tuotromedico.com/temas/isoenzimas_ldh.htm) | Infarto de miocardio<br>Anemia hemolítica | 115 - 221 U/L (0,51 - 0,73 ukat/L) |
| γ-glutamil transpeptidasa<br>(γ-glutamil-transferasa, γ-GT, GGT, GGTP) | Varias enfermedades hepáticas | 9 - 58 U/L (0,15 - 0,99 µkat/L) |
| Fosfatasa ácida prostática | Carcinoma metastásico de próstata | Ácida total hasta 6,6 U/L (110 nkat/L)<br>Ácida prostática hasta 3,5 U/L (108 nkat/L) |
| Fosfatasa alcalina | Varios trastornos óseos, enfermedades hepáticas obstructivas | Niños, hasta 480 U/L (8,0 µktal/L)<br>Adultos, hasta 180 U/L (3,0 µktal/L) |

Datos de referencia recuperados de Métodos de LINEAR CHEMICALS S.L. Montgat, Barcelona, SPAIN, 2021

## Cuestionario 1 UNIDAD 3

1. ¿Qué son las enzimas y cuáles son las propiedades generales de las enzimas?
2. ¿En qué consiste la nomenclatura sistemática de las enzimas?
3. ¿Cómo se clasifican actualmente las enzimas?
4. ¿Qué es el sistema enzimático?
5. ¿Qué papel desempeñan cada uno de los componentes del sistema enzimático?
6. ¿Cuál es la importancia de las vitaminas en la actividad enzimática?
7. ¿En qué se diferencian las coenzimas, grupos prostéticos y cosustratos?
8. ¿Qué significado tiene la estereoespecificidad?
9. ¿Qué son el centro activo, el sitio alostérico y el complejo enzima-sustrato de las enzimas?
10. ¿Por qué se dan cambios conformacionales en las enzimas?
11. ¿Cómo se relacionan los modelos de "la llave y la cerradura" y "el encaje inducido" con la estereoespecificidad de la enzima?
12. ¿Cómo actúan las enzimas en el estado de salud o enfermedad?
13. ¿Explique la importancia biomédica de las enzimas?
14. ¿Qué tipo de moléculas se miden y cuál es la utilidad de la enzimología clínica?
15. ¿Cuál es la utilidad diagnóstica principal de las enzimas séricas?
16. Considerando un infarto de miocardio explique como actúan las enzimas. (referencia Bioquímica de Harper
17. Mediante ejemplos de reacciones demuestra las clases de enzimas (2 por cada una de las reacciones que catalizan)

## ACTIVIDADES GENERALES PARA DESARROLLAR

**Revisar el Módulo facilitado por la docente y ampliar la revisión teórica en la Bioquímica de Harper 29ª edición, CAPÍTULO 7, 8 y 9 y otros libros de soporte bibliográfico, para analizar los resúmenes y resolver las *Preguntas de examen de la Sección I de la Bioquímica de Harper*, relacionadas con los temas analizados.**

## *BIBLIOGRAFÍA:*


- Campbell, Mary K., and Shawn O. Farrell. Bioquímica. Vol. 1 (8a. ed.), CENGAGE Learning, 2016. ProQuest Ebook Central, https://ebookcentral.proquest.com/lib/unachlibsp/detail.action?docID=4675741.
- Harper Bioquimica ilustrada Murray Robert K. Mc (2012) Graw Hill Interamericana Editores
- Bioquímica de Laguna Laguna José Manual Moderno
- Feduchi, Blasco, Romero, Yañez (2010). Bioquímica, 1era Edición, https://slideplayer.es/slide/13328955/80/images/23/DESTINO+DE+LOS+ESQUELETOS+CARBONADOS+AMINO%C3%81CIDOS+GLUCOG%C3%89NICOS.jpg
  - www.wiener-lab.com.ar
  - www.esgentside.com
  - chemocare.com
  - labtestsonline.es
  - www.red-gdl.com
  - www.hepato.com
  - www.google.com.ec

- www.geosalud.com
- http://www.valoresnormales.com/
- https://www.tuotromedico.com/temas/isoenzimas_ldh.htm
- http://www.labinlab.com/pruebas-de-laboratorio/fosfatasa-acida-fraccion-prostatica
- http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/Bioquimica/09-O.pdf
- https://www.google.com.ec/search?q=clasificacion+enzimas&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjdvYfH-fTmAhWhna0KHf3OCREQ_AUoAXoECA8QAw&biw=1366&bih=608#imgdii=fkZUQyd4TzZDSM:&imgrc=OQMTMQXNMBIe7M:
- https://es.wikipedia.org/wiki/Coenzima