

Concurso de afiches de la IUPAC.  
Tema: "Es un mundo químico".  
Autora: Dong Y. Suh (13 Años), Corea.  
Obra: *El cuerpo humano es una planta química.*

Comenzamos la colección diciendo que todo lo que nos rodea es química, incluso nosotros mismos, y así lo hemos ido viendo a lo largo de los 36 fascículos que preceden esta última parte de la serie que hemos llamado *La química de la vida*. En este capítulo haremos un interesante viaje que, esperamos, te permitirá conocer un poco más sobre la química que está involucrada en el organismo humano y los efectos de algunas sustancias beneficiosas o nocivas para la salud. ¿Cuál es la constitución química del organismo humano? ¿Qué procesos químicos están presentes en el sostenimiento de la vida? ¿De qué manera podemos entender la química corporal?

En este capítulo trataremos de ir respondiendo estas preguntas y te daremos información que te ayudará a conocerte y a escoger criterios de comportamiento para una vida más sana.



# El mundo de la química

## La química de la vida



# La química corporal en construcción:

## Elementos químicos en el cuerpo humano

El cuerpo humano está compuesto al menos por veintiséis elementos que se encuentran en las biomoléculas y como iones en los fluidos corporales. En el capítulo III, se presentó una figura humana en la cual se destacaban algunos de estos elementos. ¿Sabes cuáles son las fuentes naturales por medio de las que tu organismo puede adquirir algunos de estos elementos? ¿Conoces las consecuencias que tiene sobre tu salud una deficiencia de ellos? Estudia la siguiente tabla y lo sabrás.

Mineral	Fuente		Algunas posibles consecuencias de su deficiencia aguda
Calcio <b>Ca</b>	Leche, quesos, yogurt, hígado y moluscos.		Raquitismo en niños; osteoporosis en adultos. Palpitaciones, insomnio, calambres musculares, caída de dientes, cabello, uñas débiles.
Potasio <b>K</b>	Jugo de naranja, plátano, cambur, duraznos, frutas secas.		Funcionamiento nervioso deficiente; ritmo cardíaco irregular; disminución de la temperatura corporal.
Sodio <b>Na</b>	Carnes, alimentos procesados con sal, sal de mesa.		Pérdida del apetito, hipotensión, pérdida de peso, jaqueca.
Magnesio <b>Mg</b>	Pescados y mariscos, granos enteros, nueces, vegetales verdes, chocolate amargo, miel.		Calambres, temblores, desorientación, nerviosismo, pérdida del apetito, arritmias cardíacas, descalcificación.
Yodo <b>I</b>	Pescados y mariscos, la sal yodada y el mango.		Bocio, obesidad, irritabilidad, apatía, debilidad muscular, aumento de peso, cabello seco.

# Desde elementos hasta compuestos

Mineral	Fuente	Posibles consecuencias de su deficiencia aguda
Cobalto <b>Co</b>	Hígado, carnes (músculos y órganos), levaduras y cerveza.	Anemia, fatiga crónica, degeneración de la médula espinal y terminaciones nerviosas periféricas.
Selenio <b>Se</b>	Merey, brócoli, atún, germen de trigo, levaduras, mariscos, peces, moluscos, algas, hongos, céleri, cebollas, ajo y condimentos.	Envejecimiento prematuro, cataratas, distrofia muscular, degeneración del hígado, enfermedades del corazón.
Hierro <b>Fe</b>	Hígado, carnes, vegetales verdes, granos enteros, huevos, melaza y germen de trigo.	Anemia por deficiencia de hierro, cansancio y apatía, uñas opacas, lengua manchada o inflamada.
Zinc <b>Zn</b>	Hígado, mariscos, carnes, levadura de cerveza, soya, espinaca, semillas de girasol, hongos, jugos naturales no procesados.	Fatiga, disminución de la agudeza visual (ceguera nocturna), pérdida del apetito, retraso en maduración sexual y en el crecimiento, pérdida del gusto y del olfato.

291

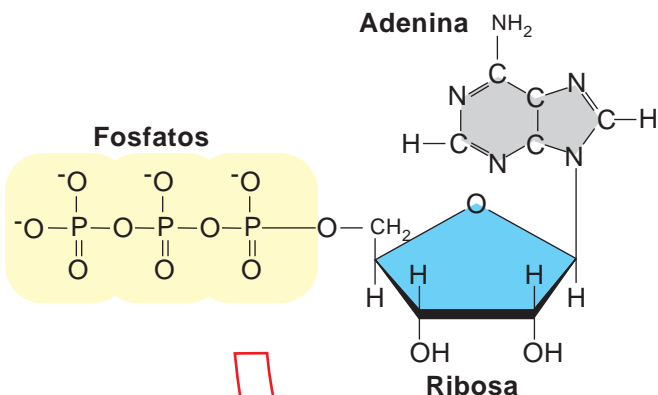


## ¿Por qué fluorar el agua potable?

La sales de flúor, como fluoruro de calcio (fluorita) o de sodio y aluminio (criolita), son minerales que ocurren naturalmente. El fluoruro es el luchador por excelencia contra las caries, ya que remineraliza los dientes haciendo el esmalte dental más resistente al ataque de los ácidos bacteriales. Se ha comprobado que el fluoruro añadido al agua potable en concentración óptima de 1,0 partes por millón, es seguro y eficaz en la prevención de la formación de caries en grandes y chicos. La concentración de flúor debe ser estrictamente controlada ya que dosis mayores ocasionan manchas dentales (diente moteado). Las aguas de consumo masivo en Venezuela no están fluoradas. Por ello es recomendable incorporar flúor a la boca mediante las pastas dentales, enjuagues fluorados, geles y barnices que aplican los profesionales de la odontología.

# Combustible de tu cuerpo: Una cuestión de energía

## TRIFOSFATO DE ADENOSINA (ATP)



Oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno son los elementos más abundantes en el organismo. La mayor parte de ellos está presente en compuestos indispensables para tu cuerpo como los carbohidratos, las proteínas y las grasas.

Las reservas de energía del cuerpo se almacenan en los carbohidratos y en las grasas. Los primeros proporcionan, en promedio, 4 kcal/g de energía, mientras que las segundas proporcionan 9 kcal/g de energía (1 kcal es igual a 4,18 kJ). En el intervalo entre la liberación de energía a partir de estas moléculas y su utilización por el organismo, la energía se puede almacenar durante un tiempo breve en moléculas de un compuesto llamado ATP (*adenosine triphosphate*: trifosfato de adenosina). Una forma sencilla de entender esto es pensar en la siguiente analogía descrita en el *Quim com.* (1999) que señala: “el dinero se guarda

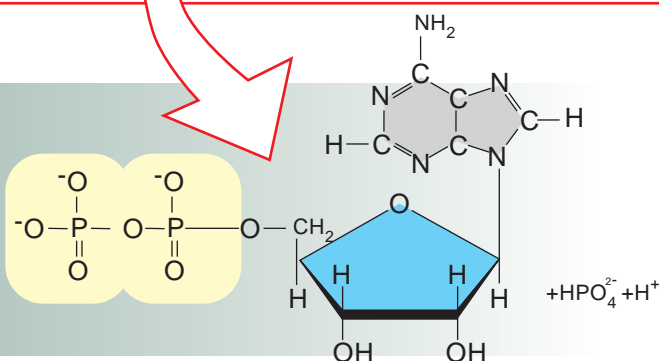
en un banco hasta que se necesita. Una vez que se necesita se retira lo necesario del banco. Entre el momento en que recibes el efectivo y el instante en que lo gastas, guardas el dinero en tu bolsillo (ATP es el bolsillo)”.

La reacción primordial de liberación de energía del cuerpo es la oxidación de la glucosa (que puede obtenerse a partir de los alimentos consumidos) a  $\text{CO}_2$  y agua. La energía que contiene la glucosa se libera poco a poco en reacciones individuales y de inmediato se almacena a corto plazo en el ATP.

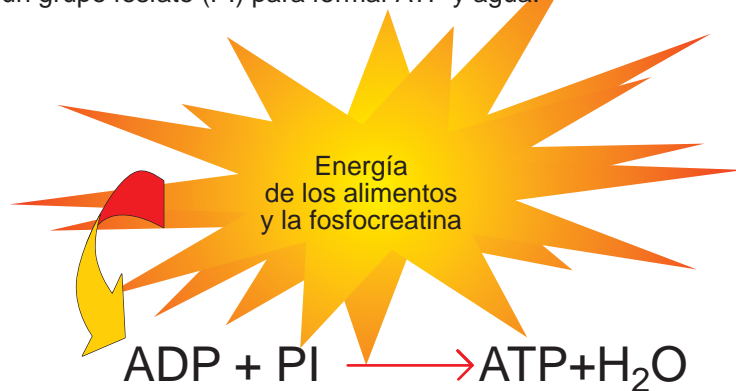
En la reacción de almacenamiento de energía (abajo), el ADP (difosfato de adenosina) incorpora en su estructura un grupo fosfato (PI) para formar ATP y agua.

292

## DIFOSFATO DE ADENOSINA (ADP)

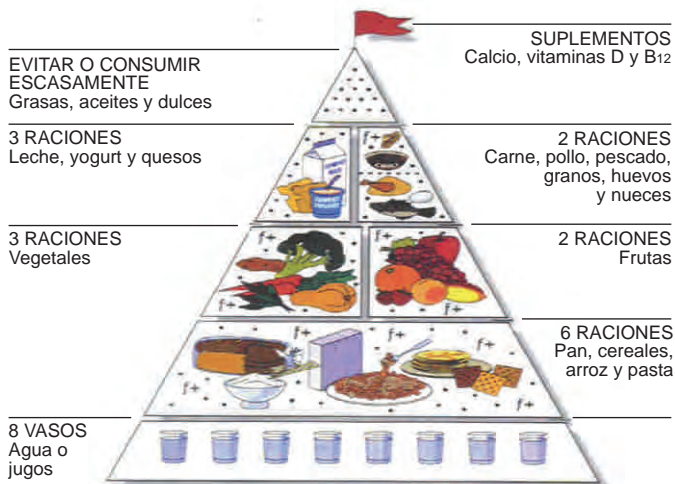


A medida que el cuerpo necesita energía, ésta se libera por acción inversa de la reacción de almacenamiento de energía (derecha). La conversión de ATP en ADP (arriba), provee cerca de 7,3 kcal/mol por unidad de ATP. Ésta es la fuente de energía para diferentes funciones vitales del cuerpo, como la digestión, la circulación de la sangre, la respiración, la contracción muscular, la secreción glandular y la reparación de tejidos, entre otros.



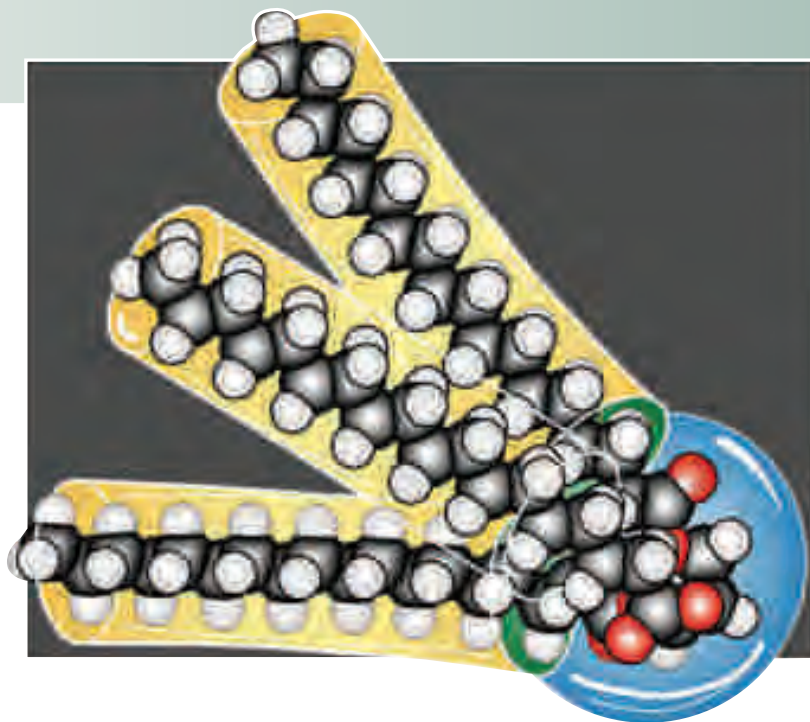
## Importante

Para que tu cuerpo pueda llevar a cabo, con mayor eficacia, estos y muchos otros procesos imprescindibles para su correcto funcionamiento, es necesario que te alimentes adecuadamente, tal como se muestra en la figura a mano izquierda. En términos generales, en lo que a carbohidratos, lípidos y proteínas se refiere, el consumo diario para un adulto promedio debería ser de 50 a 60 % de carbohidratos, hasta 30 % de lípidos y de 15 a 20 % de proteínas.



## ¿Sabías que...?

Las grasas son compuestos orgánicos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, que pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos. Entre éstos se encuentran los glicéridos, siendo los triglicéridos unos de los más comunes en el organismo. Los triglicéridos son ésteres de un compuesto llamado glicerol, en el cual los tres grupos  $-OH$  han sido esterificados con ácidos grasos de cadenas largas. Si los triglicéridos son sólidos a temperatura ambiente se les llama grasas, mientras que si son líquidos se les llama aceites.



Las grasas pueden ser saturadas e insaturadas. Las grasas saturadas o parcialmente saturadas pueden producir problemas de obstrucción arterial, mientras que las insaturadas, de acuerdo a estudios médicos, son beneficiosas para la salud.

293

## ¿Grasa o celulitis?

La función primordial de las grasas es proporcionarnos energía. Sin embargo, una vez cubiertas las necesidades energéticas el exceso se almacena. La lipodistrofia, celulitis o piel de naranja son términos que se refieren a un mismo problema: la alteración del metabolismo normal de la grasa en el interior de células que se sitúan debajo de la piel y que son llamadas adipositos.

La aparición de estos "hoyuelos", principalmente en la zona de los muslos, abdomen, caderas, glúteos y brazos, responde a un proceso de acumulación excesiva de lípidos (grasas) dentro de estas células específicas. Debido a esto, los adipositos empiezan a crecer, se ensanchan y aprietan entre sí, lo que dificulta la circulación. Posteriormente se produce una acumulación de líquido entre las células, las cuales comienzan a sufrir una fibrosis, alterando la circulación sanguínea y empiezan a aparecer las primeras señales visibles de la celulitis. Las células grasas tratan de moverse hacia las capas superiores de la piel, mientras que las vendas fibrosas de los músculos se mueven en sentido contrario, tal como sucede con los botones en un colchón.

Así se producen las deformaciones de la superficie de la piel que llamamos celulitis.



# Química que salta a la vista: Proteínas del cabello



Mujeres peinándose el cabello.  
Edgar Degas.

Las proteínas también son fuentes de energía, aunque su aporte calórico (4 Kcal/g) es menor que el de las grasas. Su función en el organismo no es la de ser un combustible sino la de ayudar con la construcción de tejidos y la reparación de los mismos. Las proteínas son polímeros naturales con masas molares superiores a 10 000.

## ¿Alguna vez te has preguntado cuál es la constitución de tu cabello o de tu piel?

El cabello está formado por 28 % de proteínas, 2 % de lípidos y 70 % de agua. La proteína más abundante es la **queratina**, que está compuesta por cadenas polipeptídicas muy ricas en el aminoácido cisteína. Los principales elementos del cabello son: carbono, hidrógeno, oxígeno, azufre y nitrógeno y, en menor cantidad, cobre, calcio, potasio, sodio, magnesio, hierro, zinc, cadmio, mercurio, plomo, arsénico, silicio, vanadio y uranio.

El cabello es, pues, una proteína fibrosa que no está viva, pero su crecimiento parte de células vivas que son células cutáneas modificadas. Cada cabello se aloja en un hueco pequeño pero profundo, llamado folículo piloso. Las células de cabello en crecimiento emergen del fondo del folículo y salen hacia la superficie del cuero cabelludo, pero mueren antes de llegar a la superficie, dejando atrás únicamente las cadenas de aminoácidos que han añadido a la base del cabello.

294

Las propiedades físicas y mecánicas del cabello vienen dadas por los diferentes enlaces e interacciones químicas que pueden presentarse entre las cadenas de proteína del cabello. Dichas cadenas se mantienen en su lugar mediante enlaces iónicos, puentes de hidrógeno y enlaces de disulfuro. No permanecen completamente extendidas sino enrolladas en forma de espiral, asemejándose a los antiguos cables telefónicos. Las proteínas del cabello se vuelven rígidas y se endurecen por efecto de los enlaces disulfuro, por lo que lo rizado o liso del cabello depende de la manera como unen los enlaces disulfuro a las cadenas paralelas de proteína.

### CADENA DE PROTEÍNAS DEL CABELLO

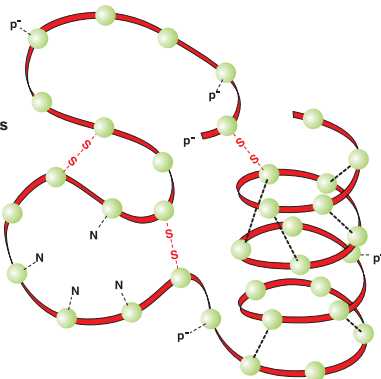
● = Aminoácido

N = Interacciones no polares (hidrofóbicas)

—S—S— = Puentes de disulfuro

—N—H—O— = Puentes de hidrógeno

P<sup>+</sup> = Grupos polares (hidrofílicos)



## Interesante

Cuando secas tu cabello con secadores de aire o rizadores ayudas a modelarlo rápidamente, porque las altas temperaturas favorecen las interacciones entre las hebras de proteína. Sin embargo, el calor excesivo puede dispersar los aceites capilares y hasta separar las cadenas de proteína, lo que origina resequedad en el cabello.

Uno de los detalles interesantes en este punto, es que con estos métodos de modelado los efectos desaparecen rápidamente al humedecer de nuevo el pelo. Si se quiere obtener un peinado a prueba de agua (permanente), es necesario reacomodar los enlaces covalentes de los puentes disulfuro que son los que no se ven afectados por el agua. Se deben romper enlaces entre cadenas de proteínas y formar otros nuevos. Si las cadenas de proteína no forman enlaces nuevos, las hebras se separan y se originan así las horquetillas, es decir, se parten los extremos del cabello.

Cuando se hace una permanente, el cabello se trata con la solución de un tiol, como el 2-mercaptoetanol ( $\text{HS-CH}_2\text{CH}_2\text{-OH}$ ), de tal manera de reducir los puentes disulfuro y romperlos. Posteriormente se enrolla en los rizadores y se deja que se vuelvan a formar los puentes de disulfuro, ya sea por oxidación al aire o por aplicación de un neutralizador. Los enlaces de disulfuro se vuelven a formar en nuevas posiciones, manteniendo al cabello en la conformación ondulada de los rizadores.

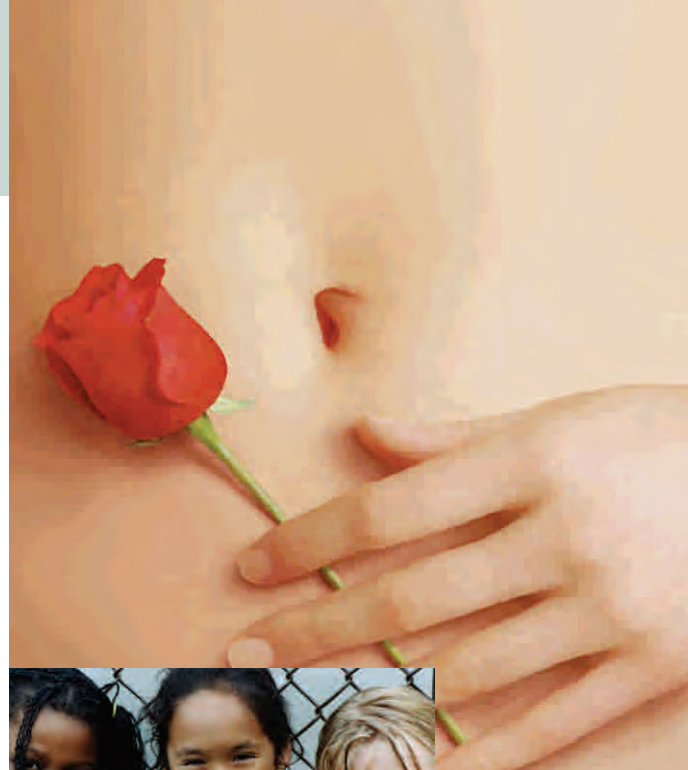
# y de la piel

La piel posee dos proteínas que permiten su estiramiento cuando nos inclinamos y que vuelva a su posición anterior al enderezarnos. Responsables de esta propiedad son el colágeno y la elastina. El 80 % de la composición de la piel es colágeno, que es una proteína fibrosa formada por aminoácidos dispuestos en tres cadenas con una estructura helicoidal. El colágeno es resistente y difícil de estirar, mientras que la elastina es elástica. La piel contiene entre 1 y 5 % de elastina, la cual es una proteína fibrosa que imparte elasticidad a la piel y cuya estructura en lámina estirada se semeja a una red con tendencia a rechazar el agua (hidrófoba). En las personas mayores desaparecen parte de las fibras que contienen elastina por lo que la piel luce arrugada.

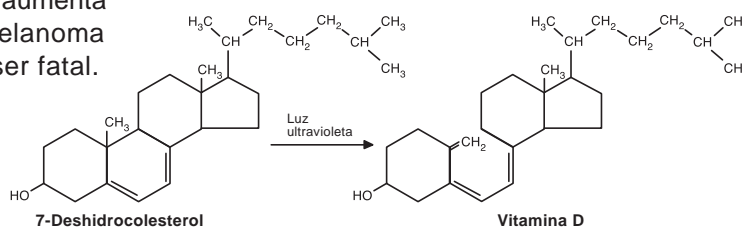
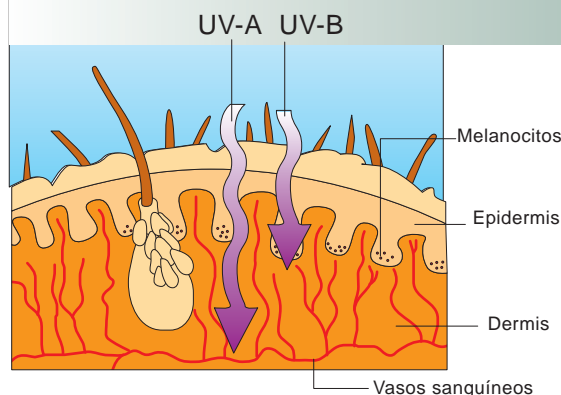
La coloración de la piel está relacionada con un polímero irregular de aminoácidos como la tirosina y el triptofano llamado melanina. Este polímero se produce en células llamadas melanocitos. Todas las personas tienen aproximadamente la misma cantidad de melanocitos, pero la diferencia de color entre las personas se debe a que los de piel más oscura producen más melanina. La melanina está considerada como el factor fisiológico de protección más importante de la piel; su producción se estimula con la exposición solar y produce el bronceado.

Las radiaciones UV-A (ultravioleta A) actúan oxidando la melanina y provocando el denominado bronceado directo, que tiene la característica de desaparecer muy rápidamente. Las radiaciones (ultravioleta B) UV-B actúan sobre los melanocitos activando la producción y oxidación de melanina, lo que origina el bronceado indirecto o duradero.

No obstante, la presencia de la melanina no es suficiente para asegurar una buena protección y por eso hay que recurrir a los protectores solares, sobre todo cuando se somete la piel a una exposición prolongada al Sol que puede ocasionar quemaduras. Una quemadura leve produce la lesión de las células y se inflaman temporalmente los vasos sanguíneos de la dermis. Una quemadura intensa hace que mueran muchas de las células, la piel se ampolle y se produzca un engrosamiento de la epidermis. La exposición excesiva a la radiación solar, produzca o no quemaduras, aumenta el riesgo de desarrollar cáncer de piel, incluyendo el melanoma maligno que, a pesar de no ser muy frecuente, puede ser fatal.



295



## El efecto beneficioso de la luz solar

La luz del Sol ayuda al organismo en la síntesis de la vitamina D, la cual juega un papel importante en la mineralización de los huesos pues favorece la absorción intestinal de calcio y fósforo.

El efecto de la radiación ultravioleta es transformar en vitamina D el 7-Deshidrocolesterol que se encuentra principalmente en la piel y que es producido en el hígado a partir de colesterol.

La cantidad de luz solar que se requiere para prevenir la deficiencia de calcio varía con la época del año y la latitud. No obstante, en términos generales, los expertos recomiendan una exposición solar de cara y brazos de 5 a 10 minutos, 2 a 3 veces por semana.

# Transformaciones químicas en tu interior



Células de glóbulos rojos atacadas por un virus.

## El gran escenario de la actuación química en el cuerpo: La célula

A pesar de que el hombre ha podido lograr innumerables avances científicos, ninguna creación humana es capaz de transformar moléculas complejas en unas pocas moléculas sencillas y viceversa, con la eficiencia y en las condiciones en las que ocurren en los seres vivos. La unidad básica de todo lo viviente, desde las bacterias hasta las plantas y animales más evolucionados, es la célula. De la actividad individual o cooperativa entre las células surgen todas las funciones vitales de los organismos.



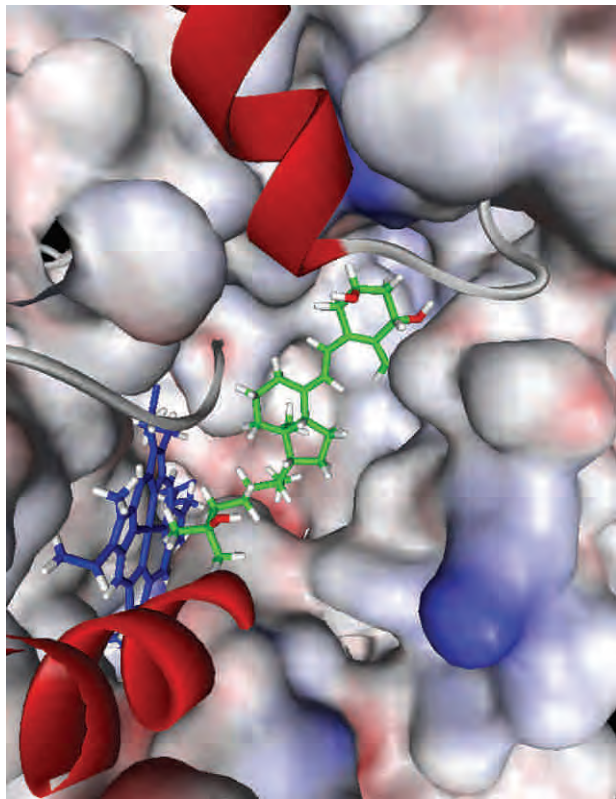
296

Ya vimos en el fascículo anterior, que los alimentos son la fuente de energía del organismo y que ellos se degradan dentro del cuerpo para satisfacer las continuas necesidades de energía. Aquí las células juegan un papel importante, pues es en ellas donde la energía se libera y se utiliza con gran rapidez y selectividad, en procesos muy eficientes que satisfacen las necesidades de uso o de liberación de energía de las reacciones celulares.

Pero esto no es todo: en el interior de las células también ocurren eventos altamente rápidos, selectivos y eficientes, de tal manera que toda célula sana es capaz de preparar, precisamente, las moléculas que necesita, en la cantidad exacta y en el momento exacto en el que los requiere.

De esta manera, ocurren reacciones en el interior de tu cuerpo, que son las que te permiten responder rápidamente a ciertos estímulos externos. Es por esa razón que puedes retirar rápidamente tu mano de una plancha caliente, cubrir tu cabeza con los brazos si algo se te viene encima, dejar de pedalear para frenar tu bicicleta o colocar las manos en el suelo ante una caída.

La eficiencia de estos procesos se debe a catalizadores biológicos llamados **enzimas**, que son proteínas altamente especializadas que se encuentran en todas las células, logrando que las moléculas puedan reaccionar más fácilmente, lo que se traduce en un aumento de la rapidez de las reacciones al disminuir la barrera energética necesaria para que los reactivos se transformen en productos.



Representación en 3D de la actuación de una enzima.

Fuente: [hsc.unm.edu/som/research/funding.cfm](http://hsc.unm.edu/som/research/funding.cfm)