

## Enlace químico y fuerzas intermoleculares

Hernán Restrepo, QF<sup>1</sup>; Pablo Patiño, MD, MSc, Dr.Sci<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Catedrático, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales;

<sup>2</sup> Profesor Asociado, Facultad de Medicina, Grupo Inmunodeficiencias Primarias-Corporación Académica Biogénesis. Universidad de Antioquia

### El enlace químico

El enlace químico es la fuerza que une los átomos cuando se forman las moléculas, estas fuerzas de unión se originan por transferencia o por compartición de los electrones ubicados en las capas más externas, llamados electrones de valencia. Existen diferentes tipos de enlaces por medio de los cuales se pueden constituir infinidad de compuestos.

#### Enlace iónico

Es una fuerza de atracción electrostática entre partículas con cargas eléctricas opuestas, una positiva llamada catión y otra negativa llamada anión. Consideremos por ejemplo la reacción entre el sodio y el cloro para formar cloruro de sodio. La configuración electrónica del sodio es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ , y la del cloro es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ; cuando estos átomos entran en contacto el electrón  $3s^1$  del sodio se transfiere al cloro. La reacción la podemos representar de la siguiente forma



El NaCl que se forma es un sólido cristalino, a temperatura ambiente, constituido por un retículo en cuyo seno todos los iones están unidos por una fuerte atracción electrostática. Como se puede apreciar en el ejemplo an-

terior, un enlace iónico se forma por la transferencia total de electrones de un átomo a otro. El elemento electronegativo recibe los electrones y el electropositivo los cede.

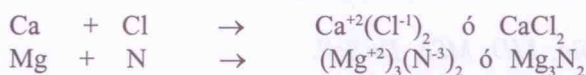
Este tipo de enlace se presenta en átomos con gran diferencia de electronegatividad, lo que da origen a un catión (+) y a un anión (-). El ejemplo de este tipo de enlace es el cloruro de sodio (NaCl) que acabamos de mencionar.

Recordemos que el porcentaje de carácter iónico o covalente puede calcularse haciendo la diferencia entre los valores de las dos electronegatividades. Si la diferencia de los valores de las electronegatividades de los elementos enlazados es menor de 1.7 se considera que el enlace es **covalente** pero si el valor de esta diferencia es igual o mayor de 1.7 se considera que el enlace es **iónico** y además polar, es decir que tiene centros de carga positiva y negativa.

Unas de las características más importantes de los compuestos iónicos son los altos puntos de ebullición, debido a la formación de grandes estructuras cristalinas, y el carácter de electrolito fuerte que estos poseen, entendiéndose por un electrolito fuerte aquella sustancia que al ser disuelta en agua o en un fluido acuoso, como lo es la sangre y otros fluidos corporales, se disocia totalmente (100%), generando iones en solución (cationes + y aniones -)

¿Cuántos electrones se transfieren? Los necesarios para que cada átomo adquiera su máxima estabilidad, la cual se logra cuando el átomo registra un octeto de electrones en el último nivel; esta regla se conoce como la **regla del octeto** y se puede considerar que siempre se cumple en el caso de las moléculas de interés biológico que están constituidas por átomos de bajo peso. **Nota:** el hidrógeno constituye una excepción ya que alcanza su máxima estabilidad cuando completa dos electrones en su último nivel y adquiere la configuración del helio.

Lo anterior implica que cuando se forman cationes y aniones no necesariamente tienen la misma carga. Por ejemplo cuando reaccionan:



También podemos encontrar iones poliatómicos, es decir, formados por dos o más átomos:  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ ,  $\text{NH}_4^{+}$ , etc.

### Enlace covalente

El enlace covalente se forma cuando los átomos comparten electrones en vez de transferirlos; esta compartición obedece, como ya se dijo, a que las electronegatividades en juego no tienen una diferencia tan marcada como para generar una transferencia neta.

La creación o la destrucción de enlaces covalentes involucra grandes cambios de energía, se ha encontrado que la energía de enlace de las uniones covalentes generalmente esta por encima de 70 kcal/mol (unos 300 kJulios/mol); por ejemplo, a 25°C, la energía requerida para rom-

per un enlace C-C, en una molécula de etano, es de 83 kcal/mol:



Donde  $\Delta E$  representa la diferencia entre la energía total de los enlaces en los reactantes y en los productos. El valor positivo indica que se necesita suministrar energía para que la reacción tenga lugar. Por lo tanto para que ocurra esta reacción es necesario que se le suministre energía desde una fuente externa.

La tabla 1 presenta algunos enlaces covalentes y los respectivos valores de energía de enlace.

Otra característica de los enlaces covalentes es que tienen una geometría particular, una orientación precisa en el espacio. Cuando dos o más átomos forman enlaces covalentes con otro átomo central, los enlaces adquieren y mantienen una orientación con ángulos precisos. Estos ángulos se deben a la mutua repulsión de los orbitales electrónicos externos de los átomos. Por ejemplo, en el metano, el átomo central es el carbono y está unido a cuatro átomos de hidrógeno cuyas posiciones definen los cuatro puntos de un tetraedro regular, de tal manera que el ángulo entre cualquiera de los enlaces es de 109,5°.

En un enlace covalente se comparten electrones de valencia en proporción de un par, dos pares o tres pares. Se comparten los pares de electrones necesarios para que cada átomo complete su octeto (o el duplete, en el caso del hidrógeno). Por ejemplo, la molécula de  $\text{H}_2$  se forma porque cada H comparte con el otro un par de electrones, así:



Tabla 1 Energía de enlace de algunos enlaces covalentes

Tipo de enlace	Energía (kcal/mol)	Tipo de enlace	Energía (kcal/mol)
Enlace simple		Enlace doble	
O-H	110	C=O	170
H-H	104	C=N	147
C-O	100	C=C	146
P-O	99	P=O	120
C-C	84		
S-H	83	Enlace triple	
C-H	81	C≡C	195
C-N	70		
C-S	62		
N-O	53		
S-S	51		