

# Ácidos y bases duros y blandos

## Problema a resolver al final de la sesión:

*Clasificar como duros, blandos o intermedios a los cationes  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Hg}^{2+}$ .*

## Introducción

El principio de *ácidos y bases duros y blandos* tiene un origen empírico, ya que surgió de la observación de algunos científicos sobre numerosos ejemplos de las millones de diferentes combinaciones ácido-bases que existen.

Para comprender dicho principio, se puede comenzar por escoger algunas bases de Lewis comunes, como por ejemplo los iones halogenuro  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  e  $\text{I}^-$ . Todos estos aniones tienen el mismo valor de carga total (-1). Ahora bien, si los consideramos como esferas cargadas negativamente y recordamos que su tamaño aumenta considerablemente al descender en la tabla periódica, llegamos a la conclusión de que en el  $\text{F}^-$  la carga es atraída más fuertemente al núcleo que en el  $\text{I}^-$ . Esta situación provoca que la nube electrónica de este último sea mucho más fácil de deformar ante la cercanía de otra carga. A esta deformación se le conoce como *polarización*. Se dice entonces que el  $\text{I}^-$  es una especie *muy polarizable*. Para el fluoruro, en cambio, la polarización es más difícil y se dice que este ion es *poco polarizable*. La polarizabilidad es una propiedad que ha sido asociada con la idea mecánica de la resistencia o la tendencia a la deformación, es decir, a la dureza o a la blandura. De esta manera, se puede postular que el  $\text{F}^-$  es una *base dura*, mientras que el  $\text{I}^-$  es una *base blanda*.

Si de las posibles combinaciones entre ácidos y bases de las que se habló al principio se toman en cuenta las que forman los cationes metálicos con estas dos bases de propiedades tan distintas, se encuentra que incluso en los yacimientos minerales hay cierta selectividad. En los minerales, el  $\text{F}^-$  se asocia con cationes con los que el  $\text{I}^-$  jamás se combina, y viceversa. Como resultado de esta marcada preferencia, se decidió llamar *duros* a los ácidos que se unen comúnmente con las bases duras y *blandos* a los que lo hacen con las bases blandas.

Es posible advertir que los ácidos duros y los ácidos blandos ocupan distintas zonas de la tabla periódica. Sin embargo, hay un número importante de cationes metálicos que se resisten a ser clasificados en cualquiera de estas dos categorías, ya que no reaccionan preferentemente con un sólo tipo de base. Es interesante notar también que estos ácidos de naturaleza *intermedia* se encuentran cercanos entre sí en la tabla periódica.

Hasta el momento no ha sido casual el no haber dado a conocer la identidad de los ácidos duros, blandos e intermedios, debido a que se pretende que tú mismo los averigües, basándote en tus propias observaciones.

Para esto vas a necesitar disoluciones de los siguientes iones (los contraiones no se escriben para hacer énfasis en las especies reaccionantes):  $\text{I}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Hg}^{2+}$ .

## Procedimiento experimental

### Experimento 1

Coloca 1 mL de las disoluciones de los cationes de prueba en diferentes tubos de ensaye y, a cada uno, añádele 1 mL de la disolución de  $F^-$ . Anota tus observaciones en la tabla 1.

Repite la operación, sólo que en esta ocasión adiciona  $I^-$ . Registra lo que observes en la tabla 1 y en la misma intenta clasificar a estos ocho ácidos como duros, blandos o intermedios.

Tabla 1. Reacción de varios cationes metálicos con  $F^-$  e  $I^-$ .

	$Li^+$	$Mg^{2+}$	$Sr^{2+}$	$Ca^{2+}$	$Ni^{2+}$	$Pb^{2+}$	$Ag^+$	$Hg^{2+}$
¿Reacciona con $F^-$ ?								
¿Reacciona con $I^-$ ?								
Clasificación (¿duro o blando?)								

### Experimento 2

Ahora vas a corroborar el comportamiento de algunos de estos ácidos frente a otra base, el  $S^{2-}$ .

a) ¿El sulfuro es una base muy polarizable? \_\_\_\_\_

b) Entonces, ¿será una base dura o una base blanda? \_\_\_\_\_

Toma cinco tubos de ensaye y en cada uno añade 1 mL de una sólo de las disoluciones de los siguientes cationes:  $Mg^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ag^+$  y  $Hg^{2+}$ . Agrega después 1 mL de disolución de sulfuro de sodio y anota en la tabla 2 el **aspecto** del producto obtenido.

Tabla 2. Apariencia de los productos de las reacciones de varios cationes con  $S^{2-}$ .

Ion	$Mg^{2+}$	$Ni^{2+}$	$Pb^{2+}$	$Ag^+$	$Hg^{2+}$
Aspecto del producto					

c) Mide el pH de la solución de sulfuro de sodio y anótalo: \_\_\_\_\_

d) ¿Qué otra base está presente en la disolución de  $S^{2-}$ ? \_\_\_\_\_

e) Esta base, ¿es más o menos polarizable que el  $S^{2-}$ ? \_\_\_\_\_

f) Basándote en su polarizabilidad, ¿esta otra base es dura o blanda? \_\_\_\_\_

### Experimento 3

Repite el procedimiento del experimento 2, pero en esta ocasión adiciona disolución de NaOH. Anota el **aspecto** de los productos en la tabla 3.

**Tabla 3. Aspectos de los productos de las reacciones entre algunos iones metálicos e  $OH^-$ .**

Ion	$Mg^{2+}$	$Ni^{2+}$	$Pb^{2+}$	$Ag^+$	$Hg^{2+}$
Aspecto del producto					

Comparando los resultados de los experimentos 2 y 3, intenta identificar los productos de las reacciones llevadas a cabo en el experimento 2. Regístralos en la tabla 4.

**Tabla 4. Fórmulas de los compuestos obtenidos en el experimento 2.**

Ion empleado	$Mg^{2+}$	$Ni^{2+}$	$Pb^{2+}$	$Ag^+$	$Hg^{2+}$
Producto de la reacción del catión con la disolución de $S^{2-}$					

a) Basándote en sus propiedades periódicas, clasifica a los siguientes ácidos:

Catión	$Ba^{2+}$	$K^+$	$Co^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Tl^+$	$Pt^{2+}$
Clasificación (duro, blando o intermedio)						

b) Finalmente, clasifica como duros, blandos o intermedios a los cationes  $Li^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ag^+$  y  $Hg^{2+}$ : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_