
Ablandamiento de agua mediante el uso de resinas de intercambio iónico.

(Fuentes varias)

Algunos conceptos previos: sales, iones y solubilidad.

¿Que son las sales?

Las sales (también llamadas minerales) son sustancias formadas por cristales microscópicos, los cuales a su vez se componen de partículas aún mucho más pequeñas llamadas **iones**¹. Los iones son partículas con carga eléctrica; aquellos iones con carga positiva se llaman cationes, mientras que los aniones son iones cargados negativamente. Las sales se forman por la unión de aniones y cationes, los cuales se atraen mutuamente debido a que sus cargas son opuestas. Consecuentemente la sal termina siendo eléctricamente neutra, es decir, sin carga neta.

A fin de ilustrar lo dicho anteriormente, tomemos como ejemplo la “sal común” o “sal de mesa”. Cuando tenemos un puñado de sal en nuestra mano, podemos notar que su estado es sólido y que está dividida en pequeños cristales. Estos cristales que se pueden observar a simple vista, están formados por cristales microscópicos, y a su vez estos últimos, por los aniones y cationes. Su nombre químico es *cloruro de sodio*, y la razón de su nombre reside en el hecho de que se compone por aniones *cloruro*, y cationes *sodio*. En química se usan símbolos para representar las distintas sustancias, de manera tal que la escritura sea más fácil y abreviada. Para este ejemplo:

NaCl = cloruro de sodio
donde **Na⁺** = catión sodio ; **Cl⁻** = anión cloruro

Notar que la sal no tiene carga neta, porque la carga positiva del Na⁺, se compensa con la negativa del Cl⁻

Otra sal muy común es el bicarbonato, cuyo nombre químico es *bicarbonato de sodio*. En este caso, el anión es el bicarbonato, mientras que el catión es el mismo que en la sal común: el Na⁺ (sodio).

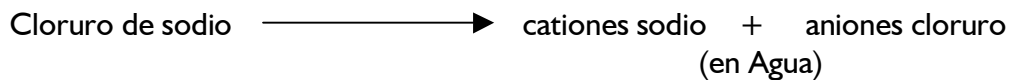
¿Que pasa cuando las sales entran en contacto con agua?

Para responder esta pregunta vamos a utilizar dos ejemplos: *el cloruro de sodio* (la sal de mesa) y *el carbonato de calcio*. Esta última es una de las sales que forman el sarro.

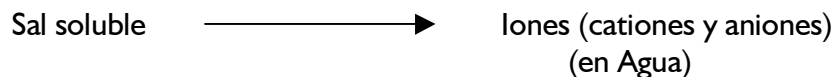
	Sal N°1: Cloruro de sodio	Sal N°2: Carbonato de calcio
¿Que se observa al agregar una cucharada de la sal en agua?	Se disuelve	No se disuelve
¿Que tipo de mezcla se forma?	Homogénea²	Heterogénea
Tipo de sal	Soluble	No soluble (insoluble)

¿Como podemos explicar estos resultados?

Primero analicemos el caso del cloruro de sodio. Si existiera un microscopio muy potente, podríamos observar el siguiente fenómeno:



Esta ecuación química, indica que la sal se “disocia”, lo cual significa que se rompen las uniones entre los iones que la forman, y esto es causado por la presencia de agua. En general, cualquier sal será soluble en agua, si la presencia de esta permite vencer las fuerzas que mantienen unidos a los iones que la forman:



De esta forma, ya no podemos observar más los cristales de sal dentro del agua, porque se han separado en iones, los cuales se encuentran “dando vueltas” en el agua. Por ejemplo si observamos la etiqueta de cualquier agua mineral, podremos observar los minerales (sales) que componen esta agua. Dado que nosotros no vemos un depósito de minerales en el fondo de la botella, deducimos que estas sales deben estar disociadas (disueltas) en el agua, y sus iones deben estar moviéndose libremente por el volumen del líquido.

En cambio, la otra sal no se disolvió en agua, lo cual se debe a que las uniones entre los iones son muy fuertes, y la presencia de agua no es suficiente para romperlas.

Cabe aclarar que la *solubilidad*, que es la capacidad que tiene una sal de disolverse en un dado líquido, no es un fenómeno del tipo “todo o nada”. Decir que las sales se separan en solubles y no solubles es solo una generalización. En realidad, las sales tienen una dada solubilidad, que puede ser alta, baja o intermedia lo cual depende no sólo de la

propia sal sino también de la temperatura y del tipo de solución en que se está tratando de disolver. Hasta aquellas sales con alta solubilidad pueden llegar a precipitar si se agregan en gran cantidad al líquido.

El problema de las aguas duras

Salvo que estemos hablando de agua destilada, siempre el agua va a tener minerales disueltos. Hay veces en que algún tipo de ión (que proviene de la disolución de una dada sal), se encuentra en una **concentración**³ demasiado alta. Esto es lo que ocurre con las *aguas duras*:

El agua dura es la que contiene iones calcio (que se simbolizan como Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}) en concentraciones superiores a unas **60 ppm**³. Estos iones se encuentran normalmente en el agua, pero su alta concentración provoca inconvenientes en la vida diaria debido a la formación de *sarro*. El sarro se forma, por la combinación entre iones calcio o magnesio y jabón, para dar una sal insoluble en agua, que consecuentemente precipita. Entonces, si el agua es demasiado dura, además de no producirse la cantidad normal de espuma, el sarro se deposita sobre distintas superficies, como también en los elementos de cocina. Otra manera en que se forma el sarro, es por la combinación de Ca^{++} o Mg^{++} con aniones carbonato, que se encuentran normalmente en el agua; este es el sarro que tapa las tuberías, calderas, etc.

Nota: Los cationes calcio y magnesio se simbolizan con dos signos "+", debido a que tienen dos cargas positivas, a diferencia del sodio que tiene solo una.

Intercambio iónico: una técnica para ablandar aguas

El agua se puede suavizar eliminando los iones calcio y magnesio (Ca^{++} y Mg^{++}). Una vez que se ha conseguido esto, se denomina agua blanda. Algunas aguas son naturalmente blandas, en tanto que otras tienen diferentes grados de dureza. Uno de los medios comunes para suavizar el agua es mediante el intercambio iónico:

El *intercambio iónico* es una técnica que permite intercambiar iones entre un líquido y un sólido (este sólido es el "intercambiador"). El sólido es llamado resina, y hay de dos tipos: las resinas catiónicas, que intercambian cationes, y las aniónicas, que como su nombre lo indica, intercambian aniones. Para el ablandamiento de aguas, se utilizan resinas de intercambio catiónico, ya que se desean remover los cationes Ca^{++} y Mg^{++} . La resina inicialmente está cargada de cationes sodio (Na^+), y estos serán los iones que pasarán al líquido al mismo tiempo que los cationes Ca^{++} y Mg^{++} quedarán retenidos en la resina. De allí el nombre de la técnica, los iones son literalmente intercambiados.

Cabe destacar que los iones sodio que son introducidos al agua, no confieren dureza a la misma, ya que no forman sarro.

En la siguiente ecuación química se resume el proceso de intercambio iónico:



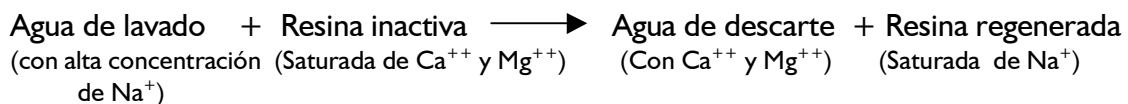
Notar que los iones calcio y magnesio pasan del agua al sólido (resina), mientras que los iones sodio pasan de la resina al agua.

Regeneración de la resina

¿Pero que ocurre cuando la resina ya no tiene más iones sodio para ser intercambiados?

En este caso, es cuando decimos que la resina está *saturada* de Ca^{++} y Mg^{++} , lo cual significa que todos los lugares anteriormente ocupados por el sodio, ahora lo están por los iones Ca^{++} y Mg^{++} ; en este estado ya no ablanda más el agua porque el intercambio se frena. Sin embargo, la resina puede *regenerarse* fácilmente. Lo que se hace para regenerar la resina es justamente la operación inversa: se hace pasar una solución concentrada de cloruro de sodio por la resina, de modo que todos los iones sodio que están en el líquido, ahora pasarán a tomar el lugar de Ca^{++} y Mg^{++} , llevando la resina a su forma original y activa, lista para ser usada nuevamente. En el líquido quedarán los iones que provocan la dureza del agua, y este luego será descartado. La regeneración de la resina puede ser realizada muchas veces antes de que sea necesario desecharla. Es importante tener en cuenta que la vida útil de la resina puede ser muy corta si se hace pasar a través de ella, aguas con gran cantidad de partículas en suspensión, las cuales tapan los orificios de la resina; esto se evita haciendo pasar primero el agua por un filtro de sedimentos.

En la siguiente ecuación química se resume el proceso de regeneración de la resina:



Glosario

1. **Iones:** Los iones por definición son átomos o un conjunto de átomos con carga eléctrica. Para tener un concepto de los iones, sin la necesidad de saber demasiado de química, los podemos imaginar como partículas muy pequeñas que se encuentran cargadas (ya sea positiva o negativamente). Todos sabemos que los polos opuestos se atraen y los polos iguales se repelen, bueno, con los iones pasa lo mismo. Si tienen signos iguales no van a acercarse demasiado entre sí, en cambio cuando tienen los signos opuestos se atraen y pueden formar un *enlace*, es decir que se “enganchan” formando un compuesto. Las sales están formadas por iones, por ejemplo la sal *cloruro de sodio* (sal común) está formada por iones *cloruro* (de carga negativa) y iones *sodio* (carga positiva). Entonces, cuando se habla de “sales” o “iones” en el agua, es prácticamente lo mismo, porque los iones provienen de las sales. El agua provoca que los iones que forman la sal se separen. Volviendo al ejemplo anterior, el cloruro de sodio en el salero es sólido y se encuentra en forma de cristales, en cambio, cuando está en el agua se separan los iones y tenemos por un lado iones cloruro y por el otro iones sodio (si nos fijamos en las etiquetas del agua mineral que se compra en los supermercados podemos ver que la misma tiene cloruros, fluoruros, calcio, sodio, etc... todos son iones los cuales provienen de las sales que se disolvieron. Por último cabe aclarar que no todas las sales se disuelven totalmente en agua como el cloruro de sodio liberando iones, hay muchas que en agua también se encuentran en forma de cristales porque tienen baja solubilidad.
2. **Homogénea:** Cuando se habla de una mezcla homogénea en química, esto quiere decir que dicha mezcla tenga las mismas propiedades o características en todas sus partes. Por ejemplo el agua y el aceite no forman una mezcla homogénea porque no son una mezcla homogénea (sino heterogénea), en cambio si lo hacen el agua y el alcohol. A su vez, cabe aclarar que las mezclas homogéneas líquidas se llaman también “soluciones”.
3. **Concentración:** Es la cantidad de la sustancia X que hay en un determinado volumen de otra sustancia Y. Por ejemplo: Si hablamos de concentración de sal en agua, vamos a indicar la cantidad de sal (sustancia X) que hay en un determinado volumen de agua (sustancia Y). Hay muchas formas de expresar concentraciones, por ejemplo: “gramos de sal en un litro de agua, microgramos de sal en mililitros de agua”, la forma utilizada depende de que cuales son las sustancias en cuestión. Otra forma de expresar concentraciones muy utilizada cuando se habla de líquidos o también de gases, es “partes por millón” (ppm), que indica cuantas partículas X hay por cada millón de partículas totales de la mezcla. Por ejemplo: Si leemos el Manual de Operación del equipo PROWATER 2000 vamos a ver que dice que: “No deber ser usado para el tratamiento de aguas con más de 2000 ppm”, esto quiere decir que el agua para ser tratada debe cumplir con el requisito de no tener más de 2000 partículas disueltas por cada millón de moléculas totales (agua más partículas disueltas).