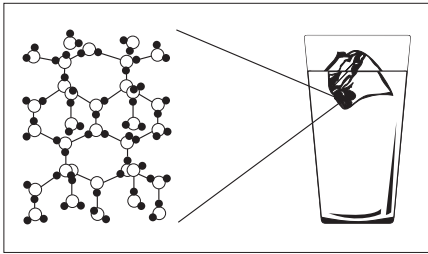


formación y rompimiento de los puentes de hidrógeno, favorecen los cambios de estado físico (sólido, líquido y gas).

### Estados físicos

En la Tierra existen las condiciones necesarias de temperatura y presión para que el agua se encuentre en el ambiente en sus tres diferentes fases o estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. La mayor parte del agua se encuentra en estado líquido y para cambiar su estado físico requiere de una temperatura menor a los  $0^{\circ}\text{C}$  o mayor de  $100^{\circ}\text{C}$ , que son los puntos de congelación y ebullición respectivamente, a una temperatura ambiente cercana a los  $25^{\circ}\text{C}$  y a una atmósfera (1Atm) de presión, es decir, a nivel del mar.

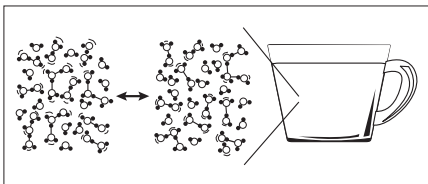


*En el hielo, las moléculas se unen dejando espacios entre ellas, por eso el agua sólida ocupa mayor volumen que la líquida y es menos densa.*

El hielo es agua en estado sólido y se forma cuando la temperatura desciende a  $0^{\circ}\text{C}$  o menos; así, se forman el granizo, la escarcha, los glaciares, la nieve, la superficie congelada de lagos y lagunas durante el invierno.

Durante el proceso de congelación, de los  $4^{\circ}\text{C}$  a los  $0^{\circ}\text{C}$ , disminuye la energía cinética de las moléculas de agua y al tener restringido su movimiento, se unen por puentes de hidrógeno a otras cuatro, formando estructuras tetraédricas que a su vez, conforman una red de anillos hexagonales. Esta estructura que adquieren las moléculas del agua sólida determina la formación de espacios llenos de aire que favorecen la expansión del hielo y por lo tanto, la disminución de su densidad. Por tal motivo, el hielo flota en el agua líquida.

Las diferencias entre la densidad del hielo y el agua líquida permiten que los seres vivos acuáticos sobrevivan en lugares donde la temperatura disminuye hasta el punto de congelación del agua. Cuando se congela el agua en mares, ríos y lagos, se forma una capa de hielo que flota y actúa como aislante y evita el congelamiento de las partes profundas. Si el hielo se hundiera, los cuerpos de agua se congelarían por completo permaneciendo así todo el tiempo.



*El estado líquido del agua se caracteriza por la formación y rompimiento constante de los puentes de hidrógeno entre las moléculas.*

Por otra parte, en lugares donde las temperaturas son extremas, el agua que se acumula en las hendiduras de las rocas ejerce una gran presión al congelarse y expandirse, por lo que las rocas se rompen. De esta forma, los cambios de estado del agua favorecen tanto la erosión como la formación de suelo nuevo.

Cuando aumenta la temperatura y el hielo se derrite, los puentes de hidrógeno comienzan a romperse y las moléculas de agua que van quedando libres se acercan cada vez más entre sí, ocurriendo de esta manera la fusión. Durante este proceso, la temperatura se mantiene en  $0^{\circ}\text{C}$ , hasta que todo el hielo se funde. La energía proporcionada por el calor interviene en el rompimiento de la mayor parte de los puentes de hidrógeno que mantenían la estructura del hielo y entonces el agua pasa a su estado líquido.

En el agua líquida, las moléculas conservan un movimiento desordenado debido a la energía cinética y las uniones por puentes de hidrógeno que mantienen durante este estado hasta que la temperatura llega a 100 °C. Se requiere una gran cantidad de calor para aumentar la temperatura del agua sin cambiar su estado físico, es decir, tiene un alto valor de calor específico. Esta propiedad permite que el agua se caliente y se enfríe lentamente en la naturaleza, lo cual la convierte en un excelente regulador de la temperatura en los lugares cercanos a cuerpos de agua como mares, ríos y lagos donde las condiciones de temperatura son estables, lo cual favorece el desarrollo de los seres vivos.

Al aumentar la temperatura del agua líquida, la energía cinética de las moléculas también crece y provoca que se muevan más rápido que otras. Cuando las moléculas de la superficie alcanzan suficiente energía cinética para romper los puentes de hidrógeno y la atracción de otras moléculas, pasan al aire en forma de gas. De esta forma, ocurre el proceso de evaporación.

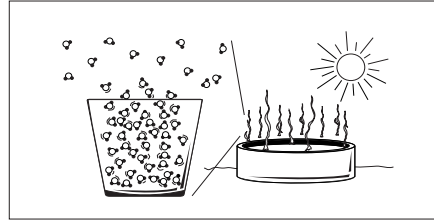
El vapor está conformado por moléculas de agua que se mueven de forma rápida, constante e independiente; por esta razón, se difunden rápidamente en la atmósfera proporcionando humedad al ambiente.

La evaporación sucede en la superficie del líquido, a diferencia de la ebullición que inicia cuando el agua se calienta hasta los 100 °C y comienzan a

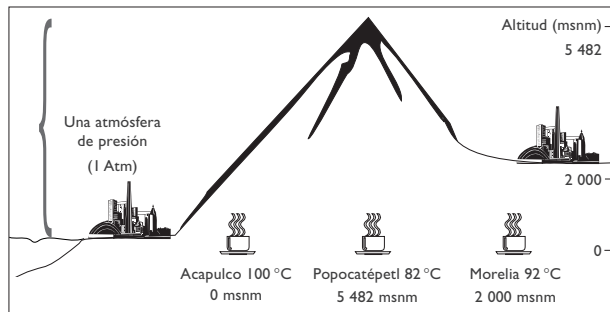
formarse burbujas de vapor dentro de todo el líquido. Cuando las burbujas suben a la superficie, se rompen y el vapor se mezcla con el aire. En la evaporación se requiere mucha energía para romper las fuerzas de cohesión que existen entre las moléculas por los puentes de hidrógeno. Por ello, se dice que el agua tiene un calor de vaporización alto, comparada con otros líquidos que también presentan puentes de hidrógeno y que se evaporan fácilmente, como el alcohol y el éter.

En general, para cambiar el estado físico del agua se requiere cambiar la temperatura; sin embargo, la presión atmosférica interfiere en la cantidad de temperatura que se necesita para ello. Por ejemplo, para cambiar del estado líquido al gaseoso, en cualquier parte del país es suficiente con hervir el agua. Pero no es lo mismo hacerlo en Acapulco a nivel del mar, que en Morelia a una altura de 2 000 metros sobre el nivel del mar (msnm) o en la cumbre del Popocatepetl a 5 482 msnm. En Acapulco, donde la presión es de una atmósfera (1 Atm) el agua hierve a 100 °C, mientras que en Morelia, el agua hierve aproximadamente a 92 °C y en el Popocatepetl a 82 °C, ya que la presión atmosférica es menor debido a la altura.

Durante la evaporación, las moléculas de agua deben desplazar a las moléculas de aire que hacen presión sobre ellas; así que, si la presión aumenta, las



*El aumento de temperatura produce un incremento en la energía cinética de las moléculas hasta que alcanzan el estado gaseoso.*



*El agua hierve a diferentes temperaturas dependiendo del lugar, como consecuencia de las diferencias de presión atmosférica.*

### Para pensar y actuar

¿Por qué se recomienda tapar las ollas cuando se hierve agua o se preparan los alimentos?

#### Material

- 2 ollas de 1 litro de capacidad, una con tapa y otra sin tapa
- 1 litro de agua
- Estufa o parrilla

#### Procedimiento

1. Vaciar medio litro de agua en cada olla y tapar una de ellas.
  2. Poner las ollas a calentar y registrar el tiempo que tarda en hervir el agua en cada una.
- ¿En cuál de las ollas hirvió más rápido el agua?, ¿a qué se debe esto?
- ¿En cuál de las ollas aumenta la presión?, ¿por qué ocurre eso?

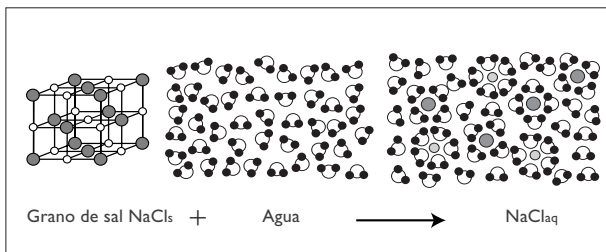
moléculas del líquido tendrán mayor dificultad para moverse y pasar a la atmósfera. Por el contrario, si la presión sobre el líquido disminuye, entonces la evaporación ocurrirá con mayor facilidad.

Al disminuir la temperatura en la atmósfera, también disminuye la energía cinética de las moléculas de vapor de agua, por lo que comienzan a moverse cada vez con menor rapidez. Si el vapor se enfría suficientemente y aumenta la presión, las moléculas al moverse, se aproximan unas a otras, empiezan a interaccionar formando puentes de hidrógeno que las mantienen unidas y forman pequeñas gotas de agua líquida; en ese momento ocurre la condensación. Podemos observar la condensación del vapor de agua en el rocío de las mañanas o en los vidrios de las ventanas durante los días muy fríos.

### El agua como disolvente

El agua pura es un líquido sin color, olor ni sabor, pero casi nunca se encuentra de esta forma en la naturaleza, ya que puede disolver una gran variedad de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Las características polares de la molécula tienen que ver con su capacidad de actuar como disolvente, principalmente de las sustancias polares y las que se disocian en iones, como la sal común, el bicarbonato, el alcohol, el vinagre y la cal. Por ejemplo, en una disolución de sal común o cloruro de sodio (solute) en agua (disolvente), las moléculas de agua interaccionan a través de su extremo negativo con el sodio que tiene carga positiva, mientras que otras moléculas

*En una disolución, las moléculas de agua separan a los iones de sal y los rodean. De esta forma, la sal aumenta la densidad del agua.*



de agua interactúan mediante sus extremos positivos con el cloro que tiene carga negativa. De esta forma la sal se disocia en iones que son rodeados por las moléculas de agua y se difunde por todo el líquido.

El agua también disuelve otros líquidos, como el alcohol etílico, el vinagre y