



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO



**Propiedades Coligativas**

# SPECTO

## Desarrollo de Competencias Metavisuales

### Propiedades coligativas

Proyecto Fondecyt 1150659 Diseño, validación y evaluación de secuencias de enseñanza aprendizaje en ciencias para promover capacidad metavisual mediante realidad aumentada

#### Director del Proyecto

Dr. Cristian Merino Rubilar  
Laboratorio de Didáctica de la Química  
Instituto de Química

#### Equipo de Desarrollo de Contenidos

Mg. Marcela Arellano Johnson  
Dr. Waldo Quiroz Vargas  
Dr. Cristian Merino Rubilar  
Nicole Nilo Olivares. Profesora de Química  
David Vargas Valencia. Profesor de Química  
Sergio Bernal Ramírez. Profesor de Química  
Joaquín Castillo Poblete. Profesor de Química  
Laboratorio de Didáctica de la Química  
Instituto de Química

#### Equipo de Desarrollo Tecnológico y Gráfico

Sonia Pino Espinoza. Ing. De proyectos  
Humberto Vergara. Desarrollador de aplicaciones  
Carlos González Cabrera. Diseño de interfaz  
Raúl González Luy. Diseñador de modelos 3D  
Centro Costadigital PUCV



# Introducción

El presente trabajo presenta una secuencia didáctica para la enseñanza y apropiación de los conceptos asociados a las propiedades coligativas. Las actividades que se proponen tienen como principal objetivo que los estudiantes puedan describir los conceptos incluidos en las propiedades coligativas y que sean capaces con ello de explicar y predecir el funcionamiento de la naturaleza asociados a los procesos gatillados por estas propiedades. Mediante el desarrollo de las actividades se espera que los alumnos puedan promover competencias de pensamiento científico en relación a los saberes, capacidades y disposiciones frente a los fenómenos a abordar.

# Las propiedades del Agua

---

## Lee atentamente el siguiente texto:

El agua es una sustancia muy familiar y particular. Se le reconoce como un compuesto con propiedades únicas. Uno de los ejemplos más espectaculares, es que el agua es el único compuesto natural el cual en estado sólido es menos denso que en estado líquido. Esto lo puedes observar cuando agregas hielo a una bebida como se muestra en la fotografía.



## ¿Sabes cuáles son las propiedades del agua?

Haz una lista de las propiedades del agua que tú conozcas en tu hoja de respuestas.

Una de las propiedades del agua es de poder disolver muchas otras sustancias. Por ejemplo, disuelve el azúcar que agregamos a nuestras bebidas, como también la sal de nuestras sopas. Esta capacidad de disolver sales por ejemplo, se puede apreciar cuando esta agua se evapora, quedando los residuos de estas sales en tu baño, en el hervidor o en tu mesa como se muestra en las siguientes figuras.



Los sólidos disueltos en el agua (solutos) también afectan las propiedades del agua. Eso ya lo sabían hace mucho tiempo atrás nuestros abuelos y abuelas quienes sabían que no era lo mismo hervir los fideos en agua potable vs. hervirlos con agua potable + una cantidad añadida de sal. De hecho existe toda una discusión respecto de cuál es el momento más adecuado para agregar la sal al agua de cocción de los fideos, ¿antes, durante o después de su cocción? ¡Chequea los debates en internet!

Independiente de la polémica lo cierto es que la sal en algo afecta el proceso de cocción y eso tiene que ver directamente en como la sal y otros solutos como el azúcar alteran las propiedades del agua.



**¿Qué propiedades del agua se ven afectadas por la presencia de solutos?**

**¿En qué medida o proporción estas propiedades varían y por qué?**

Averigua ¿Cuáles son los compuestos que más se asemejan al agua? Chequea su estructura molecular.

# Punto de ebullición y solutos

El punto de ebullición es la temperatura a la cual ocurre el cambio de estado de una sustancia líquida a estado gaseoso. Por ejemplo cuando se hierve agua pura, el proceso de ebullición lo puedes observar cuando emergen las burbujas de agua gaseosa. La temperatura a la cual ocurre esto es alrededor de  $100^{\circ}\text{C}$  y es a esa temperatura en donde el agua gaseosa y líquida co-existen. Sin embargo, ¿Sabías que dependiendo donde vivas, el punto de ebullición del agua puede variar?

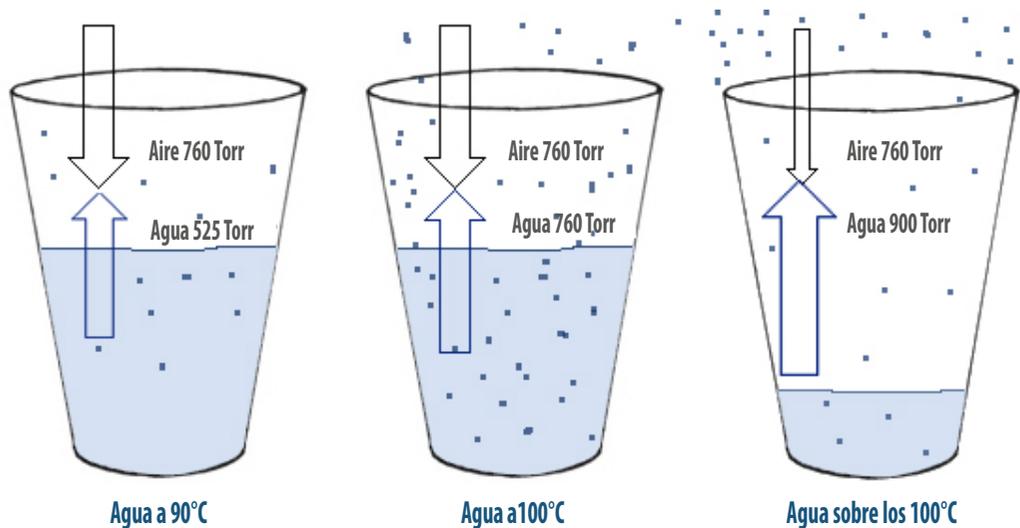


## Actividad 1



En la siguiente figura puedes chequear como varía la temperatura a la cual el agua ebulle en distintas localidades. Manipúlala y responde la siguiente pregunta en tu hoja de respuestas **¿Cómo varía el punto de ebullición de agua?**

Como pudiste observar, la tendencia anterior tiene una explicación, para ello hay que sumergirse en el mundo microscópico de los átomos y moléculas. En primer lugar debemos tener presente que el agua está constituida de moléculas. Sin embargo, no solo las moléculas de agua están presentes en el proceso de ebullición de esta, también tenemos moléculas de nitrógeno y oxígeno en nuestra atmósfera como se muestra en la figura.



Ahora bien, las moléculas no son estáticas, estas están en constante movimiento, incluso a temperatura ambiente. Como se muestra en la siguiente animación.



### Actividad 2



Como ves, las moléculas se mueven mucho, incluso algunas moléculas de agua tienden a “escapar del vaso”, pero a temperatura ambiente estas no poseen suficiente velocidad para superar la aplastante presión que ejercen las moléculas de aire. ¿Qué pasa cuando comienzas a elevar la temperatura del agua? **¡chequéalo tu mismo!**



## Actividad 3



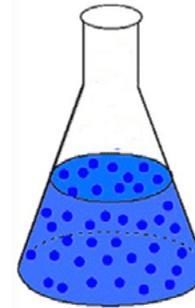
**¿Qué crees que pasaría con el punto de ebullición si la cantidad de moléculas de aire fuese menor o no existieran moléculas de aire?**  
Discútanlo en grupo.

Es importante que sepas que efectivamente en la medida que los hogares se encuentran en sitio a mayor altura, la “cantidad de aire” es menor. Es decir hay menor número de moléculas de nitrógeno y oxígeno del aire, es lo que se conoce comúnmente como una “menor presión atmosférica”. ¿Entonces podemos explicar por qué el punto de ebullición del agua disminuye en los hogares que se ubican a mayor altura? ¿Crees tú que pasaría lo mismo para otros compuestos como alcoholes o aceites?

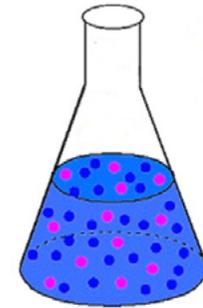
# Pensando... que pasaría si..?

El punto de ebullición no solo se ve afectado por la altura o la presión de los gases atmosféricos presentes en el aire que respiramos. También esto ocurre, como mencionamos anteriormente, con la presencia de solutos en el agua. La sal y el azúcar son dos ejemplos de sustancias con puntos de ebullición muy elevados, pero que se disuelven en solventes como el agua y son capaces de modificar su punto de ebullición, pero también del punto de congelación. Es decir las temperaturas en donde una sustancia en estado líquido pasa a estado gaseoso (punto de ebullición) o cuando una sustancia en estado líquido pasa a estado sólido (punto de congelación) se ve afectada por la presencia de solutos.

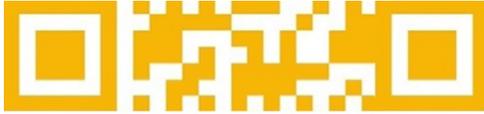
**¿Qué crees que sucedería al punto de ebullición del agua cuando se disuelven en ella solutos?** Piensa lo siguiente, tenemos partículas de agua (azules) que ante una mayor temperatura presentan una mayor energía cinética. Luego tenemos esa misma agua, pero esta vez con partículas de soluto (rojas).



Solvente puro



Solvente + soluto



Si ya tienes una respuesta pensada, te invitamos a aplicar la realidad aumentada y comenzar a incrementar la temperatura a ambas soluciones y ve lo que pasa.

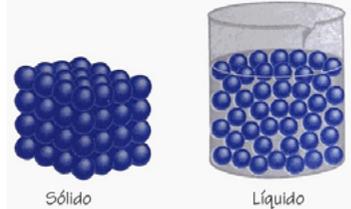


#### Actividad 4

Como te habrás dado cuenta de la figura anterior, la presencia de solutos genera un aumento en el punto de ebullición. Es decir la temperatura a la cual co-existen el solvente en estado líquido y gaseoso. A nivel microscópico, la realidad aumentada nos sirvió para poder mostrar el proceso de ebullición o como las partículas de soluto dificultan que las partículas de solvente puedan moverse en la superficie para transitar desde la fase líquida a la gaseosa.

# Aumentando la temperatura de un hielo

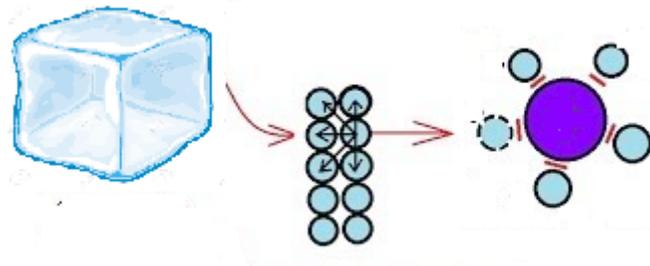
Ahora bien, el punto de congelación es la temperatura a la cual se alcanza el equilibrio entre el estado líquido y sólido. A nivel microscópico las partículas de una sustancia en estado sólido presentan una mínima energía cinética y suficiente atracción como para, a nivel macroscópico, adoptar formas definidas. Luego en la medida que aumenta la temperatura, la energía cinética de las moléculas vence esta atracción quedando las partículas dispersas adoptando la forma de su recipiente.



## Actividad 5

Es importante hacer ver que la razón por la cual se requiere de cierta temperatura para fundir un hielo es por cuanto se requiere de una mínima energía cinética para poder superar las fuerzas de atracción de las moléculas de solvente.

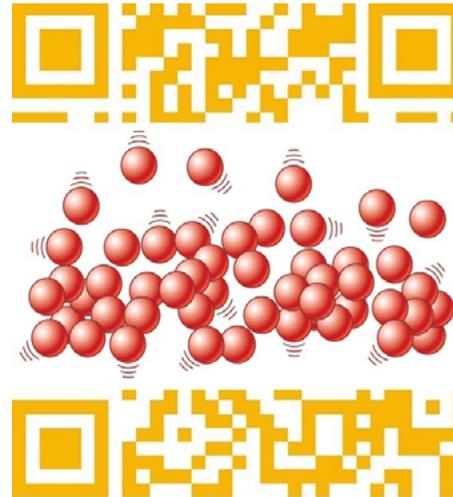
Ahora bien, estas redes de partículas que se atraen son más eficientes en la medida en que una molécula, por ejemplo de agua, pueda interactuar con el mayor número de otras moléculas de su misma especie similar a como se atraen los imanes. Cuando un soluto se disuelve en un solvente como el agua, lo que ocurre a nivel microscópico es que ahora, las moléculas de solvente comienzan a interactuar con otras moléculas de soluto, dejando de interactuar con las moléculas de solvente como se muestran en la figura.



Si una partícula de soluto se interpone entre la atracción de moléculas de solvente, **¿Cuál crees que será el efecto?, ¿se requerirá mayor o menor energía para poder separar las partículas de solvente y llevarlas a estado líquido?**

# Relación entre energía cinética y temperatura

Hay que recordar que mayor energía cinética de una molécula significa mayor temperatura. Por lo tanto, si opinas que se requiera de una mayor o menor cantidad de energía, estarás por lo tanto afirmando que se requiere de una mayor o menor temperatura para lograr la fusión de un sólido. Ve lo que pasa con la ayuda de la realidad aumentada.



Actividad 6

## Resumiendo

Hasta este punto hemos visto que:

- La presencia de solutos afecta la magnitud de las interacciones de moléculas de solvente. La atracción de moléculas de solvente se ve disminuida por la presencia de solutos y esto genera que se requiere de menor energía, y por lo tanto de menor temperatura, para separar estas moléculas en el paso del estado sólido al estado líquido.
- Por otra parte la presencia de moléculas de soluto genera que la probabilidad que una molécula de solvente alcance la fase gaseosa sea menor, requiriendo de mayor energía, y por lo tanto mayor temperatura, para la evaporación, es decir, un mayor punto de ebullición.

La matematización de ambos efectos se entregan en las siguientes expresiones:

$$\Delta T = K m_{\text{solute}}$$

Donde  $\Delta T$  representa el cambio de la temperatura o punto de ebullición/fusión.  $K$  es una constante de proporcionalidad la cual es positiva para el caso del punto de ebullición (debido a que genera un incremento de este) y negativa para el caso del punto de congelación (por cuanto genera una disminución de este). El valor, positivo o negativo de  $K$  depende de la naturaleza o composición del soluto, existiendo un valor  $K$  para cada soluto en cada solvente.

Por su parte  $m$  representa la concentración de soluto en unidades de molalidad. Con esta expresión se pueden realizar cálculos precisos del aumento ebulloscópico o descenso crioscópico.



