

## **Ruptura de la tensión superficial y ecosistemas**

### **Introducción**

La tensión superficial es un fenómeno físico-químico ligado a las interacciones moleculares de un fluido. Ella resulta del aumento de la energía a la interfaz entre dos fluidos. Este sistema tiende hacia un equilibrio que corresponde a la configuración de energía más baja, modificando así su geometría para disminuir el área de esta interfaz.

Existen agentes tensoactivos, también llamados surfactantes, que disminuyen la tensión superficial entre la superficie o entre dos líquidos.

El poder contaminante de los detergentes se manifiesta también con los desechos sólidos, es más fácil que muchos desechos no floten y causen la ruptura del ecosistema y desaparición de seres vivos, tal y como es el caso controversial de las tortugas de mar y los pingüinos, por desperdicios humanos; aunque claramente ¡tampoco es la única causa!

Es por esto que en esta prueba experimental se verá cómo afecta la concentración de jabón en el agua, utilizando para ello, una propiedad particular de la tensión superficial: **la capilaridad**. Cuando un fluido sube por un tubo capilar, es debido a la tensión superficial, la cual, a su vez, depende de la cohesión del fluido, y que le confiere la capacidad de subir o bajar a lo largo de un tubo delgado.

Un líquido sube por un tubo capilar debido a que la fuerza intermolecular o cohesión intermolecular es menor que la adhesión del líquido con el material del tubo; es decir, es un líquido que moja la superficie. El líquido sigue subiendo hasta que la tensión superficial es equilibrada por el peso del líquido que llena el tubo (ver Figura 1). Éste es el caso con el agua, y esta propiedad es la que regula parcialmente su ascenso dentro de las plantas, sin gastar energía para vencer la gravedad. Cuando la tensión superficial disminuye, ocasiona que esta propiedad se vea afectada y por ende los organismos también.

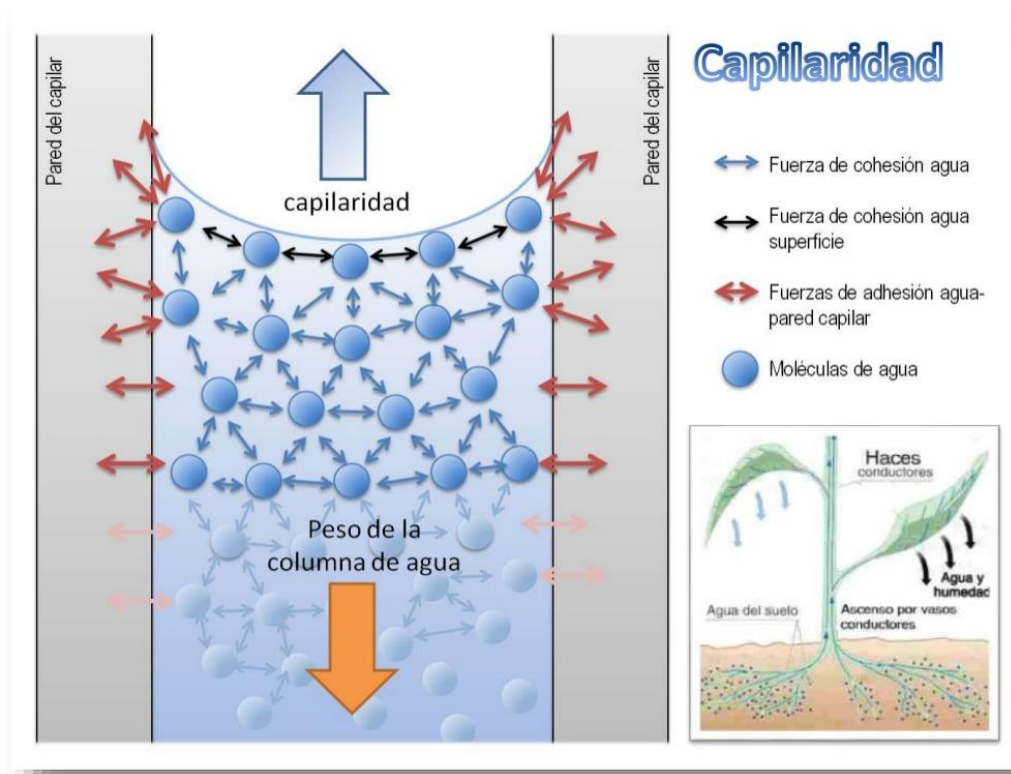


Figure 1: Esquema de fuerzas de la tensión superficial en las paredes de un tubo capilar y en una planta

La capilaridad puede ser utilizada para medir tensión superficial, sumergiendo un tubo de vidrio en una muestra de solución y luego sacándolo. Con la altura de la columna de líquido retenida en el tubo se puede determinar el coeficiente de tensión superficial  $\sigma$ .

En efecto, la condición de equilibrio del líquido en el tubo tiene la forma

$$\frac{2\sigma}{r} = \rho gh \quad (1)$$

Donde  $\rho$  es la densidad del líquido y  $r$  es el radio de capilaridad. A partir de esta condición se utiliza la ecuación para determinar el coeficiente de tensión superficial  $\sigma$

Denotaremos  $\rho_0$ ,  $\sigma_0$ , la densidad y el coeficiente de tensión superficial del agua pura y  $h_0$  la altura del nivel de agua pura en el tubo. De esta manera podremos calcular el coeficiente de tensión superficial de la solución de agua con jabón con la ecuación siguiente.

$$\sigma = \sigma_0 \frac{\rho h}{\rho_0 h_0} \quad (2)$$

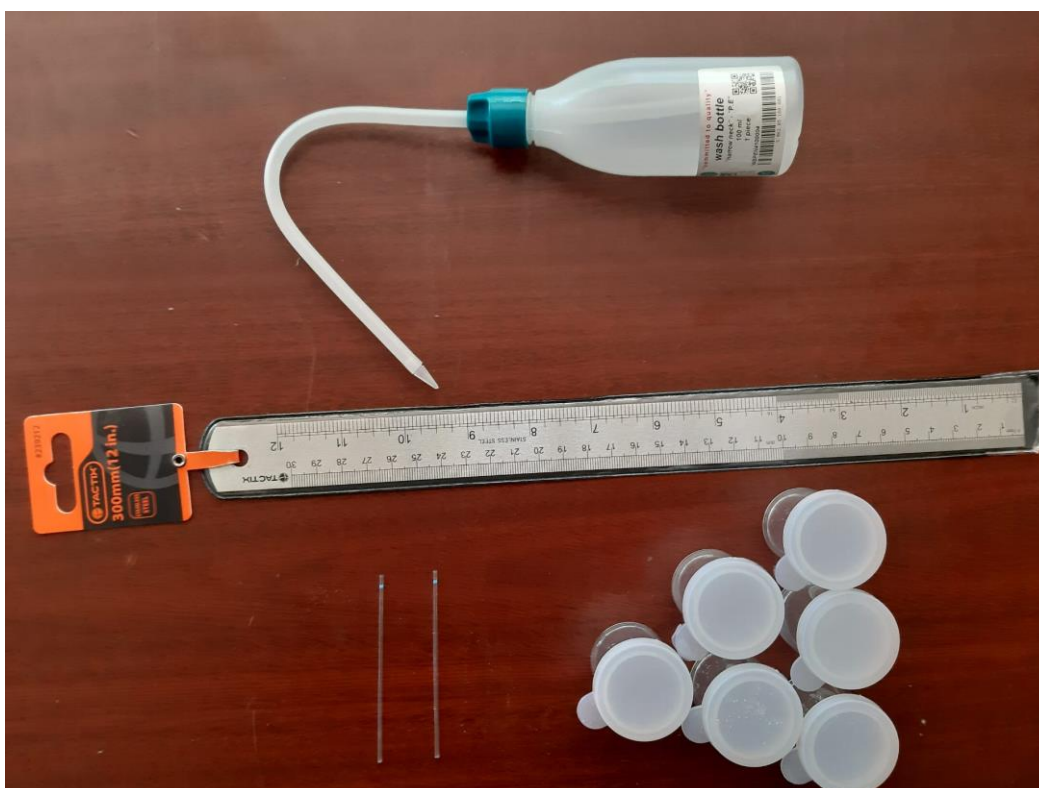
Debido a la propiedad del jabón con el agua y los niveles de concentración muy bajos de jabón, haremos la aproximación que la densidad de la solución se mantiene constante. Así:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{h}{h_0} \quad (3)$$

Con  $\sigma_0 = 72.75 \times 10^{-3}$  N/m y  $h_0 = (2.60 \pm 0.05)$  cm en el rango de temperatura de  $(25 \pm 2)$  °C a presión atmosférica.

### Materiales

- 2 Tubos capilares
- 7 frascos con soluciones de jabón y agua de diferentes concentraciones
- Regla graduada
- 1 piseta o bombita
- Papel milimetrado



### Parte A. Dependencia de la concentración

En esta parte se busca ver la relación que tiene la tensión superficial de un líquido según la concentración de los agentes tensoactivos en él. Particularmente, estudiaremos la tensión superficial de una solución de agua y jabón, según la concentración del jabón. Para esto, se han creado 7 soluciones de diferentes concentraciones (ver tabla A) y se pretende que, con ayuda del tubo capilar, se calcule la tensión superficial.

Procedimiento de medición:

1. Dibuje con el marcador una raya sobre el tubo, que servirá de guía para saber la profundidad que se sumergirá en la solución. Puede usar como referencia la franja azul señalada en el tubo.
2. Introduzca el tubo en la solución y agítelo, de tal manera que su interior se empape de la solución a medir, sáquelo y luego soplelo con ayuda de la piseta para vaciarlo. Repítalo al menos 3 veces para “ambientarlo” a cada solución.
3. Tape con el dedo el extremo superior del tubo y sumérralo en la solución. De esta manera se evita que se acumulen burbujas en el interior.
4. Destape el tubo del extremo y espere a que la solución deje de ascender.
5. Saque el tubo de la solución y espere a que el líquido deje de descender, debido al cambio de presión y viscosidad.
6. Tape el tubo del mismo extremo superior, acerque cuidadosamente a la regla sin tocarlos y mida la altura de la columna del líquido.

Antes de tomar medidas, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Debido a los errores aleatorios en la toma de medidas de la altura de la columna de líquido en el capilar, es esencial llevar a cabo estas medidas las veces que considere conveniente.
- Es importante limpiar el tubo luego de cada medición, para esto haremos uso de la piseta (bombita), que nos permite soplarlo de tal manera que no queden gotas en el interior de él.
- Se recomienda que antes de hacer mediciones para una concentración, sumergir el tubo en la solución y soplarlo con la piseta (bombita) para así ambientarlo a la solución y evitar que gotas de otras concentraciones queden dentro de él y se mezclen.
- Evitar secar el tubo con la camisa debido a que podría romperse.
- **Atención:** el segundo tubo es sólo de repuesto. Cada tubo es distinto.

**A. 1** Construya una tabla con las concentraciones y alturas capilares con el cálculo de error respectivo. Esta tabla, será rotulada como tabla A1. **2.5pt**

**A. 2** Calcule el valor del coeficiente de tensión superficial  $\sigma$  para cada concentración  $c$  y haga el gráfico correspondiente. **2 pt**

Se ha determinado experimentalmente que la tensión superficial de la solución depende de la concentración de jabón, por lo que podríamos establecer esta relación como

(4) 
$$\sigma = Ac^b$$

Donde  $c$  es la concentración de jabón.  $A$  y  $b$  dos parámetros a determinar.

**A. 3** Linealice la gráfica de la parte A.2. **2.0 pt**

**A. 4** Calcule el parámetro  $b$  con su incertidumbre. **1.0 pt**

## Parte B. Aplicación práctica

Una de las ventajas que nos proporciona la estadística es la interpolación y extrapolación de datos para predecir eventos a partir de una variable conocida. En este caso usaremos los datos obtenidos en la Parte A para caracterizar la solución de agua y jabón X de concentración desconocida.

**B. 1** A partir de la medición de la altura, determine la tensión superficial de la solución X con su incertidumbre. **0.5 pt**

**B. 2** Utilizando los resultados de la parte A, determine la concentración de la solución X con su incertidumbre. **2.0 pt**



