



ANUAL SAN MARCOS



www.aduni.edu.pe



QUÍMICA

ESTADO LÍQUIDO
Semana 21

www.aduni.edu.pe

ACADEMIA
ADUNI
ANUAL
SAN MARCOS

I. OBJETIVOS

Los estudiantes, al término de la sesión de clase serán capaces de:

1. **Explicar** las propiedades físicas generales y específicas de los líquidos, resaltando sus aplicaciones prácticas.
2. **Relacionar** las propiedades físicas intensivas de los líquidos con las fuerzas intermoleculares y la temperatura.

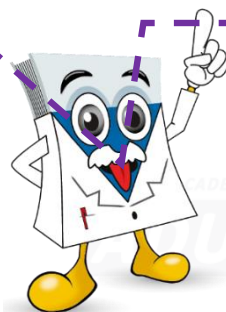


II. INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana conocemos diversos líquidos, como por ejemplo:



¿El aceite y agua tendrán la misma viscosidad y tensión superficial?



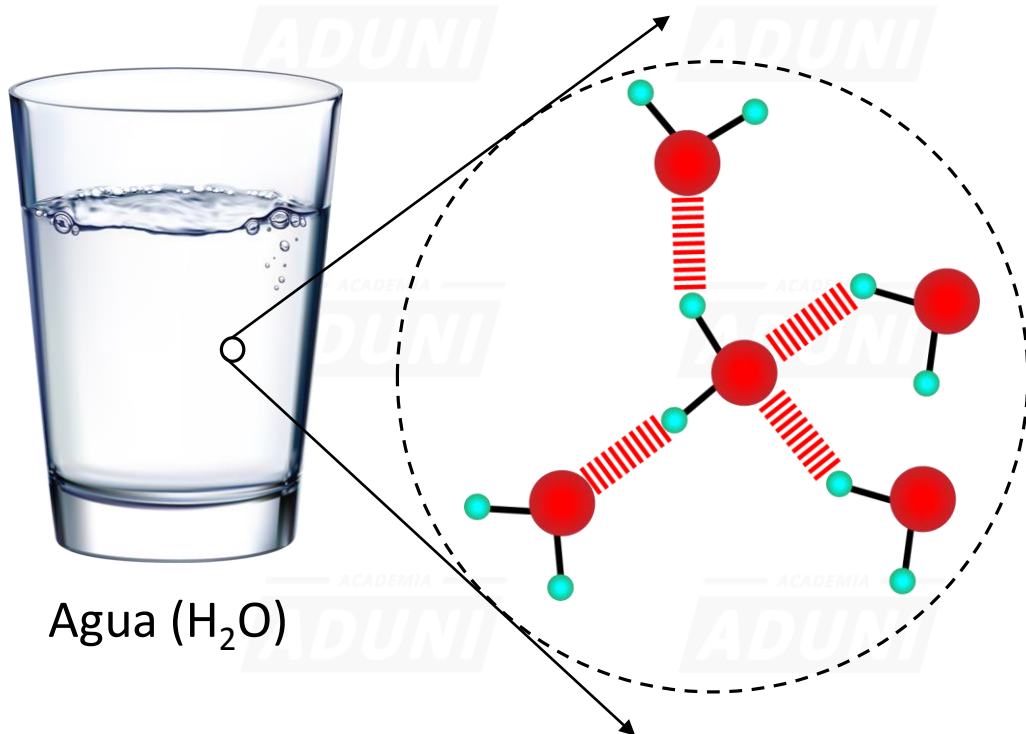
El **aceite** de oliva contribuye a reducir el colesterol malo. ¿Por qué fluye con mayor rapidez al calentar el aceite?



El **agua** es vital para la vida.
¿Qué forma adopta el agua?
¿En cualquier lugar hervirá a 100 °C?

III. CONCEPTO

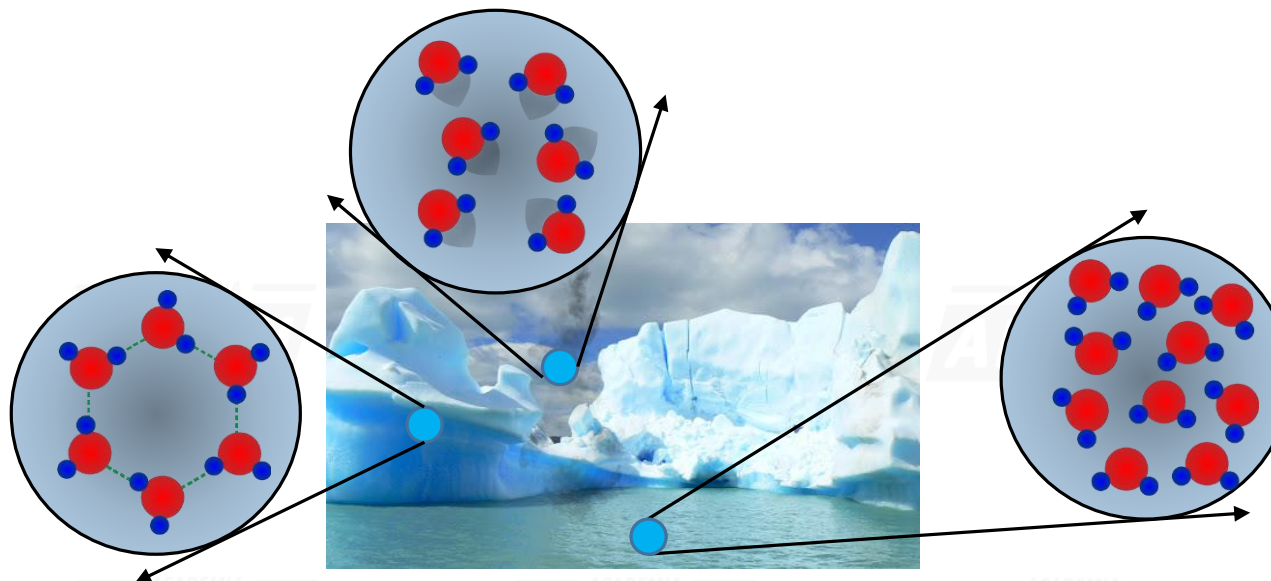
Es uno de los estados de agregación de la materia donde las moléculas que forman un líquido no están confinadas a posiciones fijas, sino que se pueden mover libremente de una posición a otra deslizándose entre sí y están formados comúnmente por átomos o moléculas que interactúan mediante fuerzas intermoleculares.



PROPIEDADES GENERALES DE LOS LÍQUIDOS

- Su volumen está definido pero no tiene forma fija (forma variable).
- No se expande para llenar el recipiente.
- Es incompresible.
- Fluye con facilidad.
- Se considera estado o fase condensada

El estado líquido es un estado intermedio entre el sólido y gas.



| ALGUNAS PROPIEDADES GENERALES DE SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASES | | | |
|--|--|--|--|
| PROPIEDAD | SÓLIDO | LÍQUIDO | GAS |
| Volumen/forma | Volumen y forma definido | Volumen definido y forma no definido | Volumen y forma no definido |
| Fuerzas intermoleculares | $F_{\text{cohesión}} > F_{\text{repulsión}}$ | $F_{\text{cohesión}} \approx F_{\text{repulsión}}$ | $F_{\text{cohesión}} \ll F_{\text{repulsión}}$ |
| Fluidez | No fluyen | Tiene fluidez | Tiene fluidez |
| Compresibilidad | Incompresible | Incompresible | Muy compresible |
| Mov. de partículas | Vibración | Se deslizan entre si | Movimiento libre |
| Densidad | Mayor | Intermedia | Menor |

A) VISCOSIDAD (η)

La viscosidad es una medida de la **resistencia interna** de los líquidos a fluir (que puede verse como fricción entre las moléculas del líquido). Cuanto mayor es la viscosidad, más lento es el flujo del líquido.



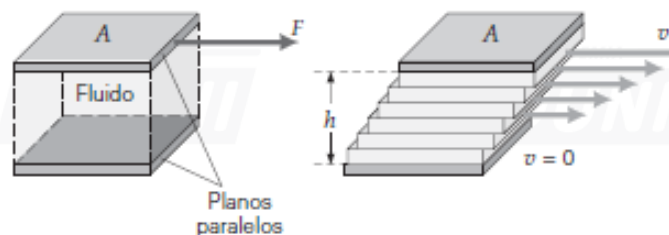
Viscosidad: **agua** < **miel**

Fluidez: **agua** > **miel**

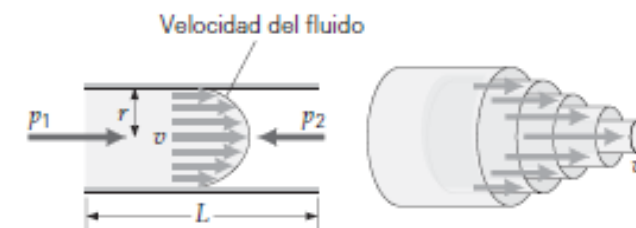
Unidad (SI): $\frac{N \cdot s}{m^2} = Pa \cdot s = \frac{kg}{m \cdot s}$

Su intensidad depende de las fuerzas intermoleculares, de la forma y tamaño (masa molar) de las moléculas

Fuerza intermolecular $\xleftrightarrow{\text{Relación directa}}$ *Viscosidad*

FLUJO LAMINAR

Un esfuerzo cortante hace que las capas de un fluido se muevan unas sobre otras en un fluido laminar



En un flujo laminar por un tubo, la rapidez del fluido es menor cerca de las paredes del tubo que cerca del centro, debido a la fricción.

| Fluido (temperatura en °C) | Coefficiente de viscosidad, η (Pa · s) [†] |
|-------------------------------------|--|
| Agua (0°) | 1.8×10^{-3} |
| (20°) | 1.0×10^{-3} |
| (100°) | 0.3×10^{-3} |
| Sangre entera (37°) | $\approx 4 \times 10^{-3}$ |
| Plasma sanguíneo (37°) | $\approx 1.5 \times 10^{-3}$ |
| Alcohol etílico (20°) | 1.2×10^{-3} |
| Aceite para motor (30°) (SAE 10) | 200×10^{-3} |
| Glicerina (20°) | 1500×10^{-3} |
| Aire (20°) | 0.018×10^{-3} |
| Hidrógeno (0°) | 0.009×10^{-3} |
| Vapor de agua (100°) | 0.013×10^{-3} |

[†] 1 Pa · s = 10 P = 1000 cP.

| Fluido | Viscosidad (Pa·s) |
|-----------------------------------|----------------------|
| Glicerina (20°C) | 1,5 |
| Aceite de motor, SAE 20 (20°C) | 0,13 |
| Agua (20°C) | $1,0 \times 10^{-3}$ |
| Agua (100°C) | $2,8 \times 10^{-4}$ |
| Etanol (20°C) | $1,2 \times 10^{-3}$ |
| Sangre (37°C) | $1,7 \times 10^{-3}$ |
| Mercurio (20°C) | $1,6 \times 10^{-3}$ |
| Aire (20°C) | $1,8 \times 10^{-5}$ |
| Aire (100°C) | $2,2 \times 10^{-5}$ |

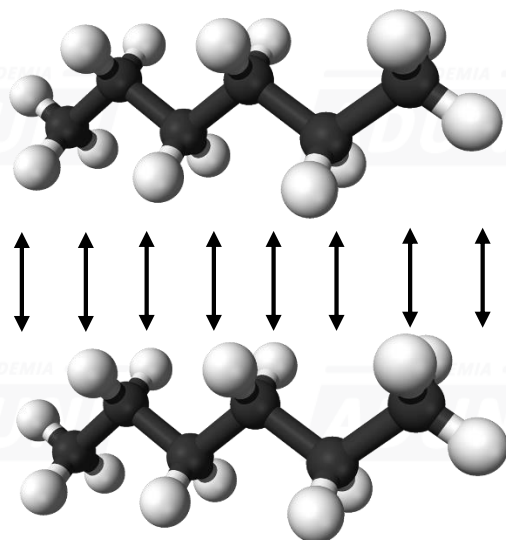


Al calentar el aceite disminuye su viscosidad y aumenta su fluidez.



Podemos comparar la viscosidad de un líquido determinando la velocidad con la que cae una bola de acero a través de un líquido.

Temperatura $\xleftrightarrow[\text{inversa}]{\text{Relación}}$ Viscosidad

Hexano (C₆H₁₄)

La geometría molecular influye en la viscosidad de un líquido, a mayores fuerzas intermoleculares mayor será la viscosidad.

Viscosidades de una serie de hidrocarburos a 20 °C

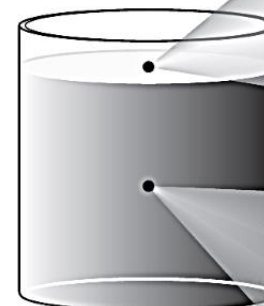
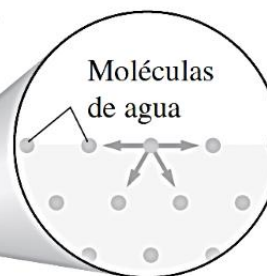
| Sustancia | Fórmula | Viscosidad (Pa.s) |
|-----------|---|-----------------------|
| Hexano | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃ | 3.26×10^{-4} |
| Heptano | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃ | 4.09×10^{-4} |
| Octano | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃ | 5.42×10^{-4} |
| Nonano | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃ | 7.11×10^{-4} |
| Decano | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃ | 1.42×10^{-3} |

B) TENSIÓN SUPERFICIAL (γ)

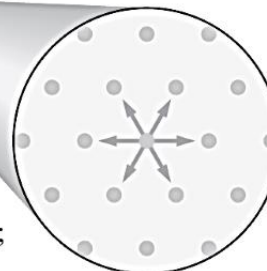
La tensión superficial es la energía o trabajo necesario para **aumentar** el área de la superficie de un líquido.

Unidades del SI: $\frac{N}{m} = \frac{J}{m^2}$

Superficie: dominan las fuerzas tangenciales y descendentes, creando tensión superficial.

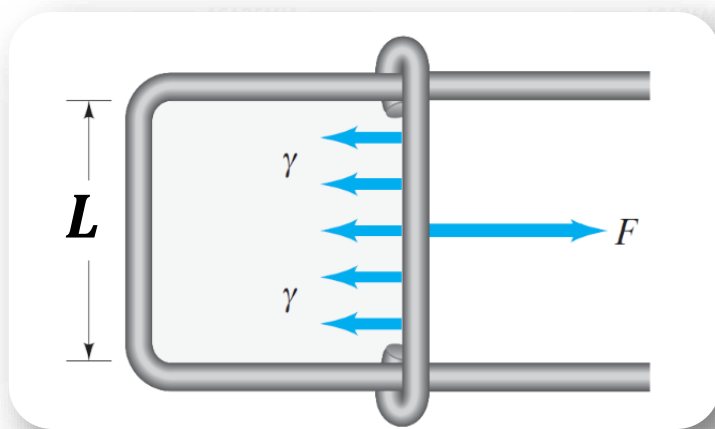


Interior: las fuerzas son iguales en módulo en todas las direcciones; la fuerza neta es cero.



Fuerzas intermoleculares $\xleftrightarrow{\text{Relación directa}}$ **Tensión superficial**

Aparato de alambre en forma de U que sostiene una Película de líquido para medir la tensión superficial:



$$\gamma = \frac{F}{2L}$$



Gota de agua

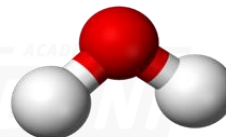


gotas de mercurio

Mayor tensión superficial →

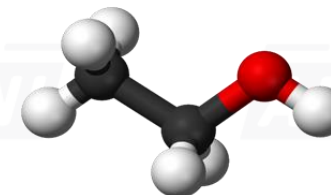
La tensión superficial hace que las gotas de los líquidos reduzcan al mínimo su área superficial.

Agua (H₂O)



4 EPH

Etanol (CH₃CH₂OH)



3 EPH

Tensión superficial de algunas sustancias

| Sustancia (temperatura en °C) | Tensión superficial (N/m) |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Mercurio (20°) | 0.44 |
| Sangre entera (37°) | 0.058 |
| Plasma sanguíneo (37°) | 0.073 |
| Alcohol etílico (20°) | 0.023 |
| Agua (0°) | 0.076 |
| (20°) | 0.072 |
| (100°) | 0.059 |
| Benceno (20°) | 0.029 |
| Solución jabonosa (20°) | ≈ 0.025 |
| Oxígeno (−193°) | 0.016 |

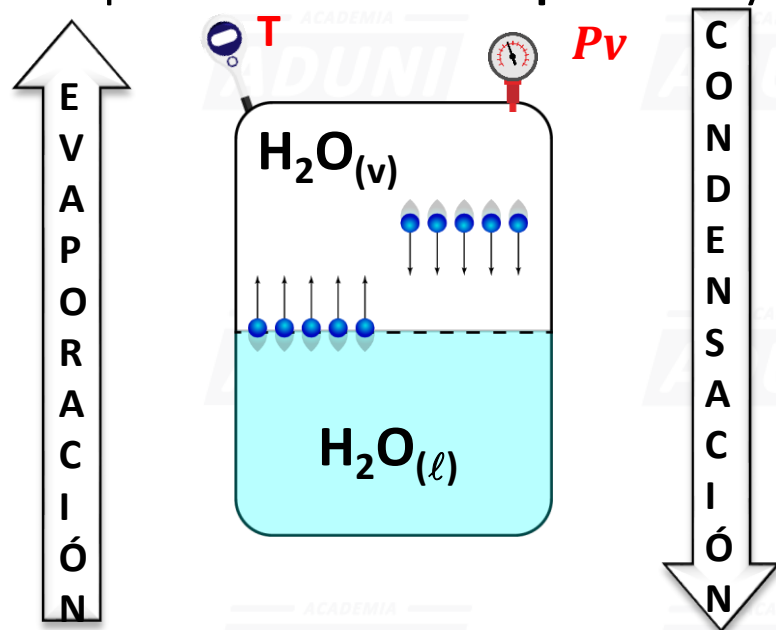
Temperatura

Relación
inversa

Tensión
superficial

C) PRESIÓN DE VAPOR (P_v)

Es la presión que ejerce el vapor de un líquido a ciertas condiciones de temperatura. Cuando alcanza un valor máximo se denomina presión de vapor saturado, que es la máxima presión que ejerce el vapor de un líquido a cierta temperatura y se establece cuando se alcanza el equilibrio entre la **evaporación** y la **condensación**.



Unidad (SI):
Pascal (Pa)

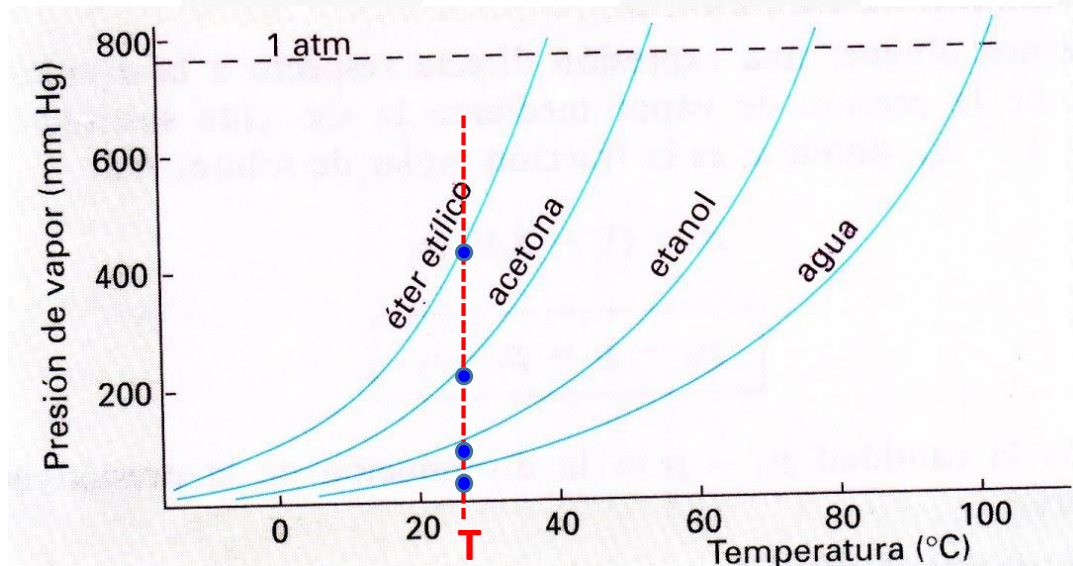
La presión de vapor de un líquido determinado **depende solo de la temperatura** y no de la cantidad de líquido, por lo que es una propiedad intensiva.

PRESIÓN DE VAPOR SATURADO DEL AGUA A DIVERSAS TEMPERATURAS

| Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) | Presión de vapor (Pa) |
|------------------------------------|-----------------------|
| 10.0 | 1.23×10^3 |
| 12.0 | 1.40×10^3 |
| 14.0 | 1.60×10^3 |
| 16.0 | 1.81×10^3 |
| 18.0 | 2.06×10^3 |
| 20.0 | 2.34×10^3 |
| 22.0 | 2.65×10^3 |
| 24.0 | 2.99×10^3 |
| 26.0 | 3.36×10^3 |
| 28.0 | 3.78×10^3 |
| 30.0 | 4.25×10^3 |

Temperatura \longleftrightarrow Relación directa \longleftrightarrow *Presión de vapor*

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE VAPOR CON LA TEMPERATURA



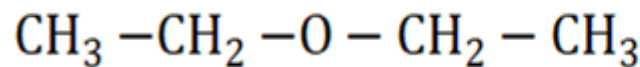
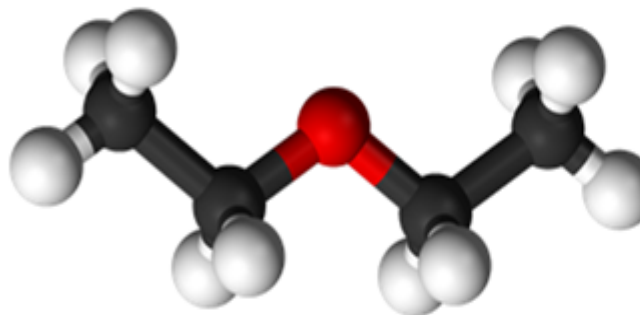
Notamos que a una misma temperatura:

- Éter etílico
- Acetona
- Etanol
- agua

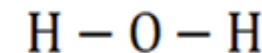
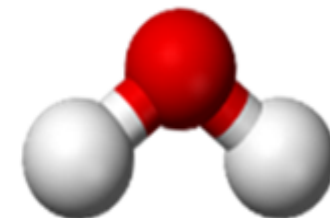


Mayor presión
de vapor

Éter etílico



Agua

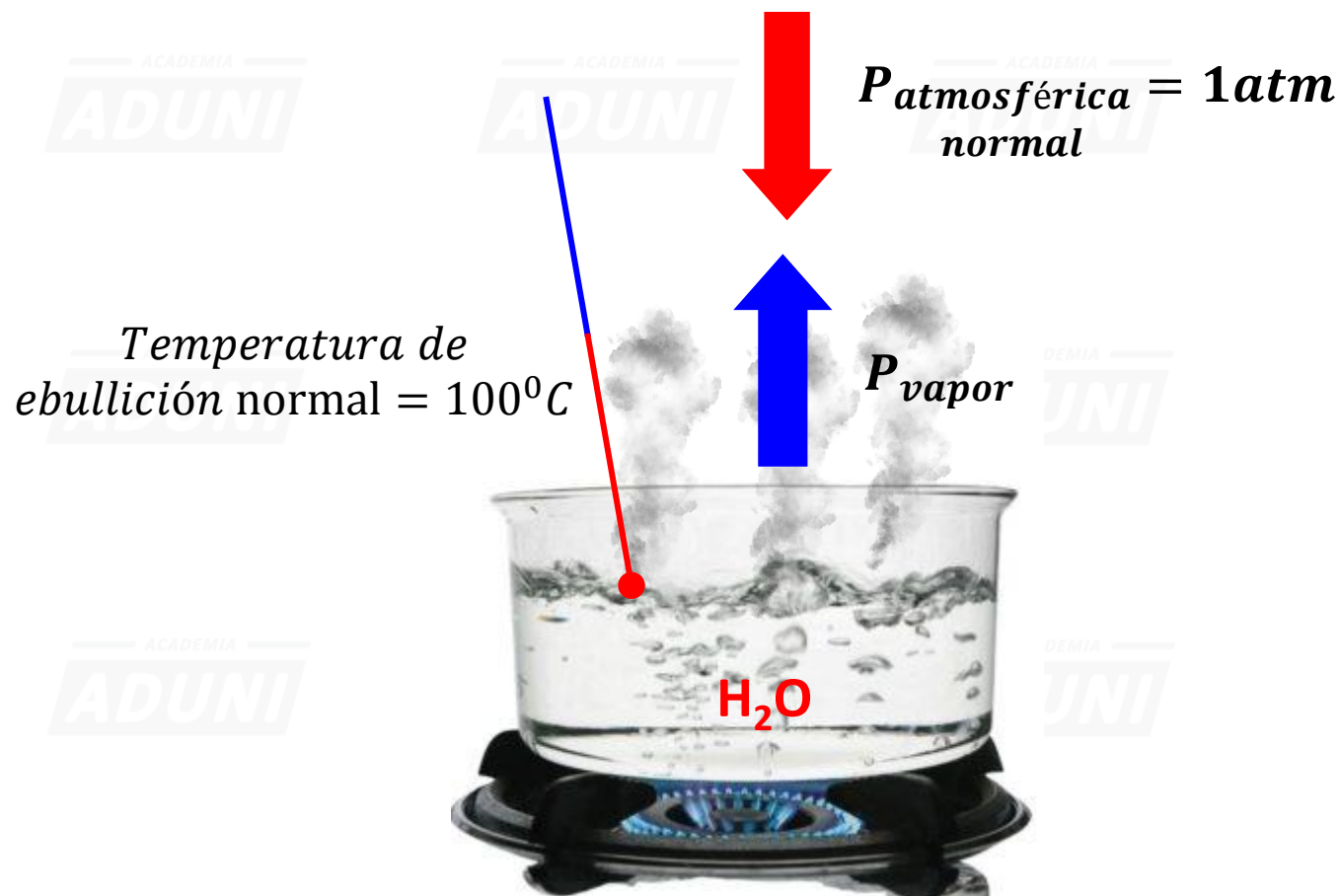


- Fuerzas dipolo-dipolo
- Fuerzas de London
- Enlaces puente de H.
- Fuerzas de London
- Las moléculas del éter se cohesionan con fuerzas débiles, por tanto su volatilidad es alta y su presión de vapor también.
- En cambio en el agua, sus moléculas se unen mediante fuerzas muy intensas, por ello es menos volátil y por ende de menor presión de vapor.

Fuerzas intermoleculares \longleftrightarrow **Relación inversa** \longleftrightarrow **Presión de vapor**

D) TEMPERATURA DE EBULLICIÓN (*T_{eb}*)

- La temperatura de ebullición es la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido se iguala a la presión externa.
- La temperatura de ebullición normal es la temperatura a la cual hierve un líquido cuando la presión externa es normal (1 atm o 760 mm Hg).



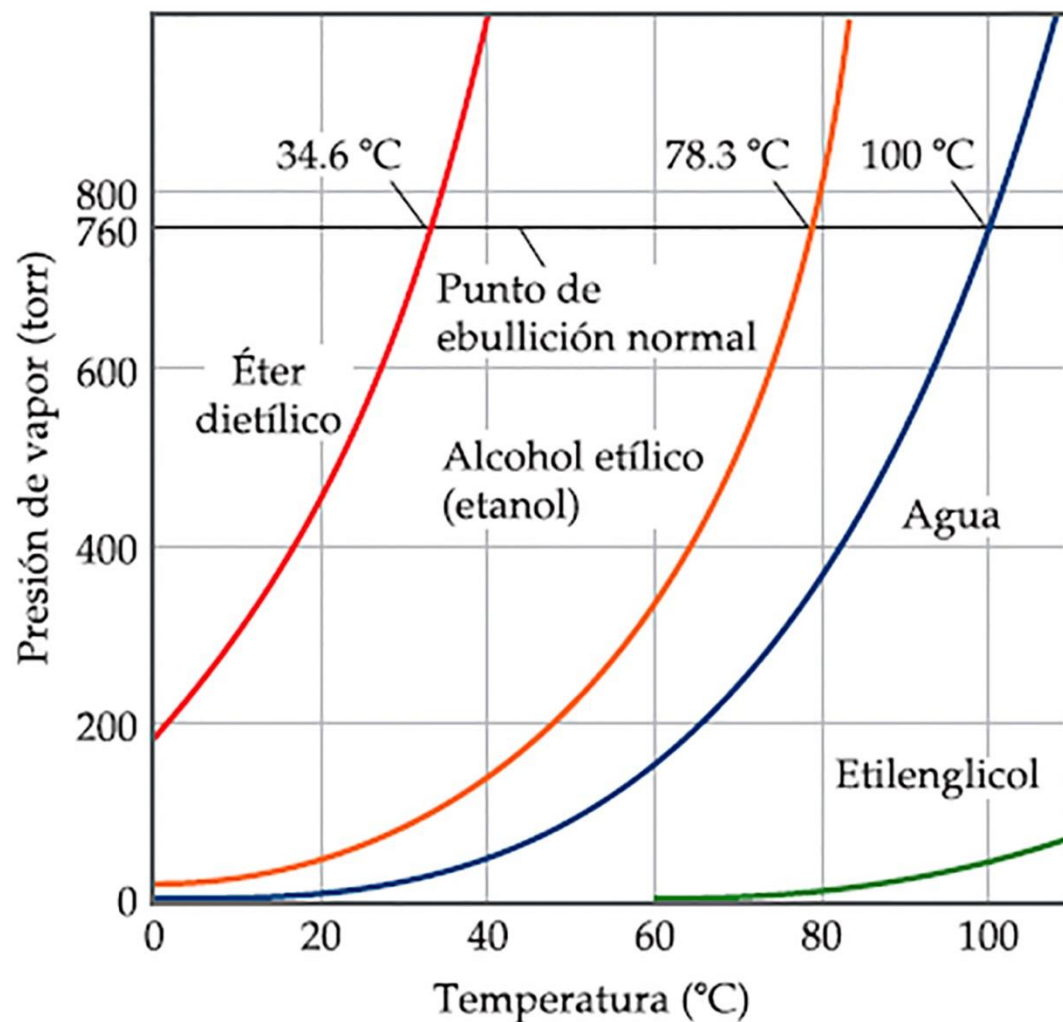
La temperatura en la cual la presión de vapor se iguala a la presión atmosférica normal se llama temperatura de ebullición normal.

| Altitud sobre el Nivel Del Mar [m] | Presión Atmosférica [kPa] | Punto de ebullición a Presión Atmosférica [°C] |
|------------------------------------|---------------------------|--|
| 0 | 101 | 100 |
| 500 | 95 | 98 |
| 1000 | 89 | 96 |
| 1500 | 84 | 95 |
| 2000 | 79 | 93 |
| 2500 | 74 | 92 |
| 3000 | 69 | 90 |
| 3500 | 65 | 88 |
| 4000 | 61 | 86 |

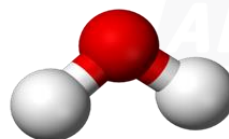
| LUGAR | ALTITUD | $P_{\text{atm}} = P_v$ | Temperatura de ebullición |
|---------------|---------|------------------------|---------------------------|
| Callao | 0 m | 760 mm Hg | 100 °C |
| Huánuco | 1220 m | 634 mm Hg | 96,2 °C |
| La Paz | 3640 m | 487 mm Hg | 88 °C |
| Monte Everest | 8882 m | 344 mm Hg | 72 °C |

| TEMPERATURA DE EBULLICIÓN NORMAL DE CIERTOS LÍQUIDOS | |
|--|--------------------------------|
| SUSTANCIA | TEMPERATURA DE EBULLICIÓN (°C) |
| agua (H ₂ O) | 100 |
| metanol (CH ₃ OH) | 64,7 |
| etanol (CH ₃ CH ₂ OH) | 78,4 |
| éter etílico (CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃) | 34,6 |
| ácido acético (CH ₃ COOH) | 118,3 |
| acetona (CH ₃ COCH ₃) | 56,1 |
| benceno (C ₆ H ₆) | 80,2 |

TEMPERATURA DE EBULLICIÓN NORMAL PARA DIFERENTES LÍQUIDOS

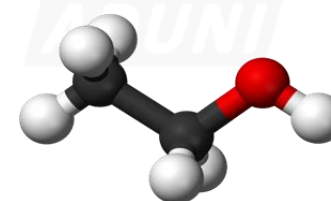


Agua (H_2O)



4 EPH

Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)



3 EPH

Como las fuerzas intermoleculares en el agua son mayores que en el etanol, el agua hierve a mayor temperatura.

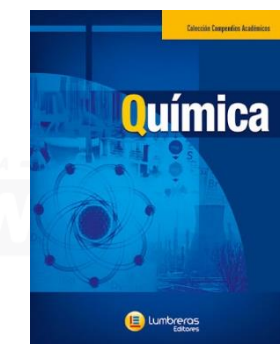
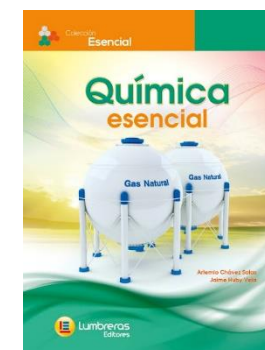
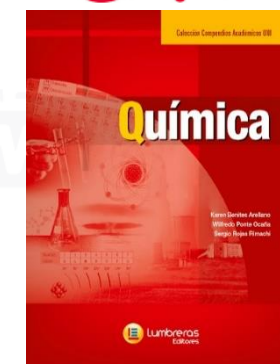
Fuerzas intermoleculares \longleftrightarrow **Relación directa** \longleftrightarrow **Teb**

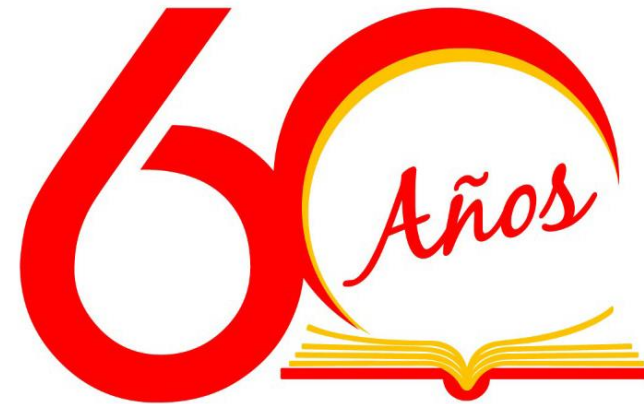
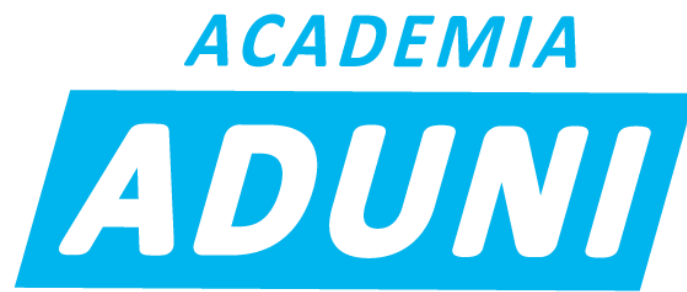
RESUMEN DE LAS PROPIEDADES INTENSIVAS DE LOS LÍQUIDOS

| FACTOR | PROPIEDAD FÍSICA INTENSIVA | | | |
|--|----------------------------|---------------------|------------------|---------------------------|
| | VISCOSIDAD | TENSIÓN SUPERFICIAL | PRESIÓN DE VAPOR | TEMPERATURA DE EBULLICIÓN |
|  FUERZAS INTERMOLECULARES | AUMENTA | AUMENTA | DISMINUYE | AUMENTA |
|  AUMENTA LA TEMPERATURA | DISMINUYE | DISMINUYE | AUMENTA | |

V. BIBLIOGRAFÍA

- **Química, colección compendios académicos UNI; Lumbreras editores**
- **Química, fundamentos teóricos y aplicaciones; 2019 Lumbreras editores.**
- **Química, fundamentos teóricos y aplicaciones.**
- **Química esencial; Lumbreras editores.**
- **Fundamentos de química, Ralph A. Burns; 2003; PEARSON**
- **Química, segunda edición Timberlake; 2008, PEARSON**
- **Química un proyecto de la ACS; Editorial Reverte; 2005**
- **Química general, Mc Murry-Fay quinta edición**





www.aduni.edu.pe

