Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Química y de Farmacia

# Fuerzas Intermoleculares

**Profesor: Eduardo Leiva**

**Santiago-Chile**

Primer semestre
2022

# Objetivos

## Fuerzas intermoleculares

- Conocer los **estados de la Materia.**
- Interpretar **diagramas de fase.**
- Comprender los tipos de **fuerzas intermoleculares.**
- Comprender las **características estructurales de los sólidos.**

# Estados de la Materia

| Propiedad | Gas | Líquido | Sólido |
|---|---|---|---|
| **Volumen y Forma** | *La del contenedor* | *La del contenedor limitada por la superficie* | *Propia* |
| **Energía Potencial** | *Pequeña* | *Alta* | *Muy Alta* |
| **Energía Cinética** | *Alta* | *Moderada* | *Casi Nula* |
| **Compresibilidad** | *Alta* | *Muy Baja* | *Casi Ninguna* |
| **Habilidad para Fluir** | *Alta* | *Moderada* | *Casi Ninguna* |

# Estado de la Materia y sus Propiedades

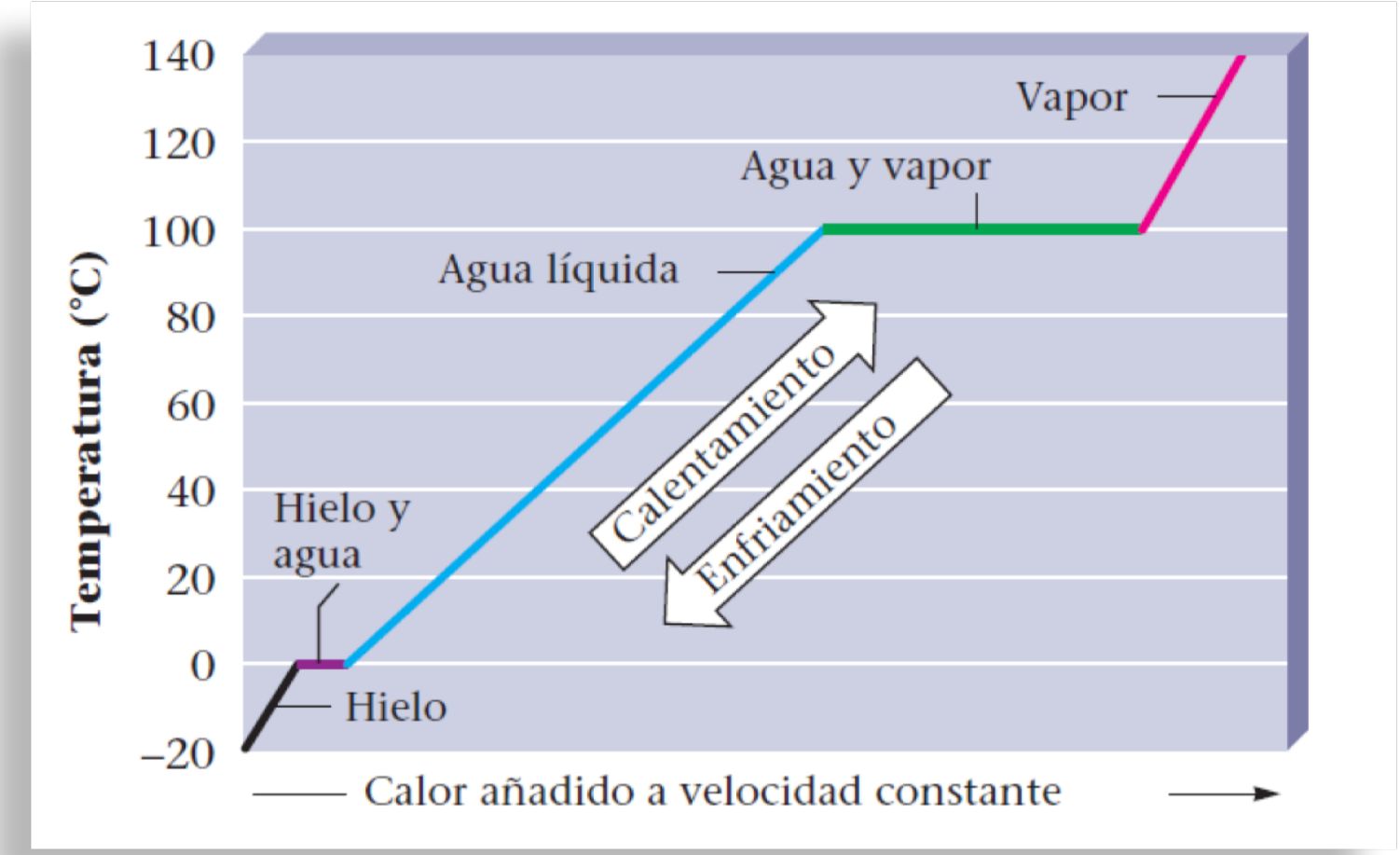
- En los gases las partículas están muy alejadas, en rápido movimiento aleatorio y tiene poco efecto entre sí

- Los componentes de un sólido están cercanos y ejercen grandes fuerzas de atracción entre sí

- Las propiedades de un líquido se encuentran entre las de los sólidos y gases, pero no necesariamente al medio



# Curva de Calentamiento/Enfriamiento para $H_2O$



$H_2O\ (s) \longrightarrow H_2O\ (l)$ **Energía Requerida ≈ 6 kJ/mol**

$H_2O\ (l) \longrightarrow H_2O\ (g)$ **Energía Requerida ≈ 41 kJ/mol**

- Se requiere casi 7 veces mas energía para cambiar el agua líquida a vapor (gas) que derretir el hielo para formar agua líquida

- Por lo tanto, se puede concluir que los estados sólido y líquido son mas similares que los estados líquido y gaseoso

- Para la mayoría de las sustancias, el estado sólido tiene una densidad mayor que el líquido. El agua, sin embargo es una excepción

# Estados de la Materia

- Los cambios de fase también están determinados por la interacción entre la energía cinética y las fuerzas intermoleculares de una sustancia.

- El aumento de temperatura aumenta la E cinética promedio conduciendo a un movimiento más rápido de las partículas, permite sobrepasar las atracciones.

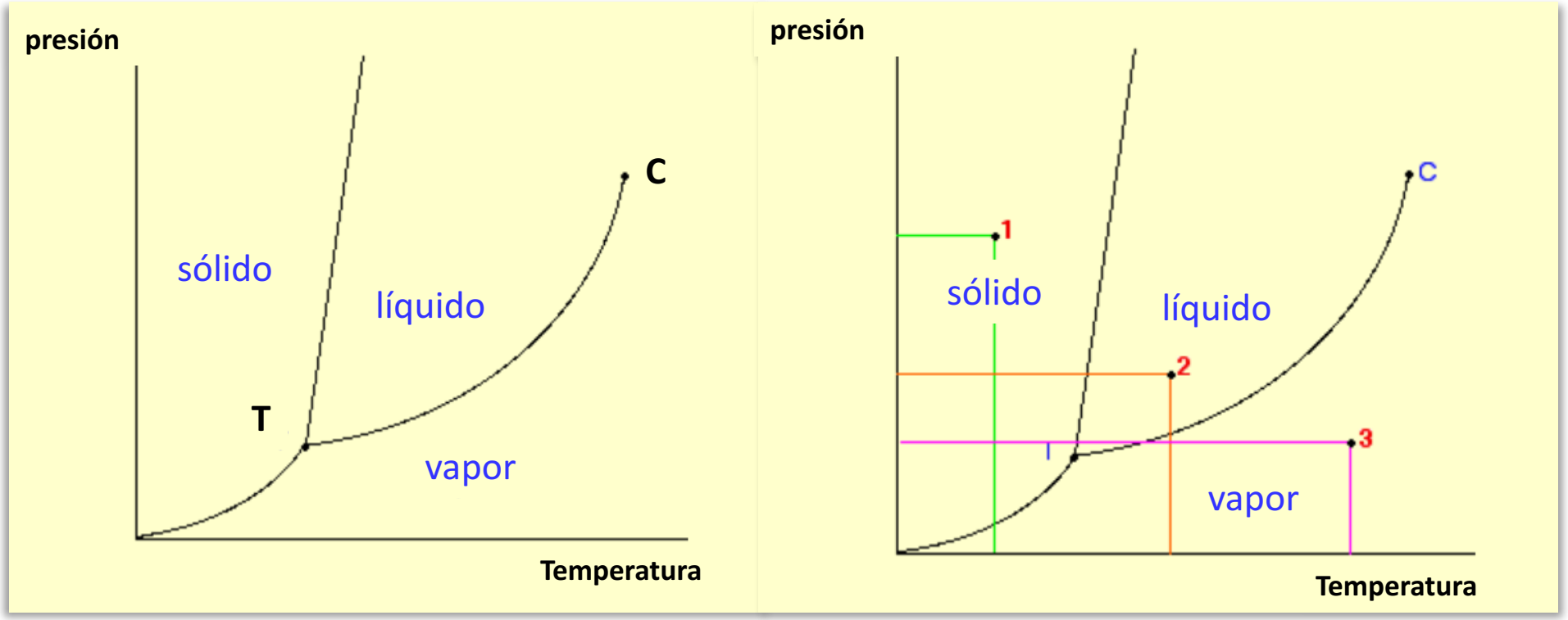
- Por el contrario, a medida que baja la temperatura se fortalece la unión entre las partículas por lo que éstas se mueven más lentamente.



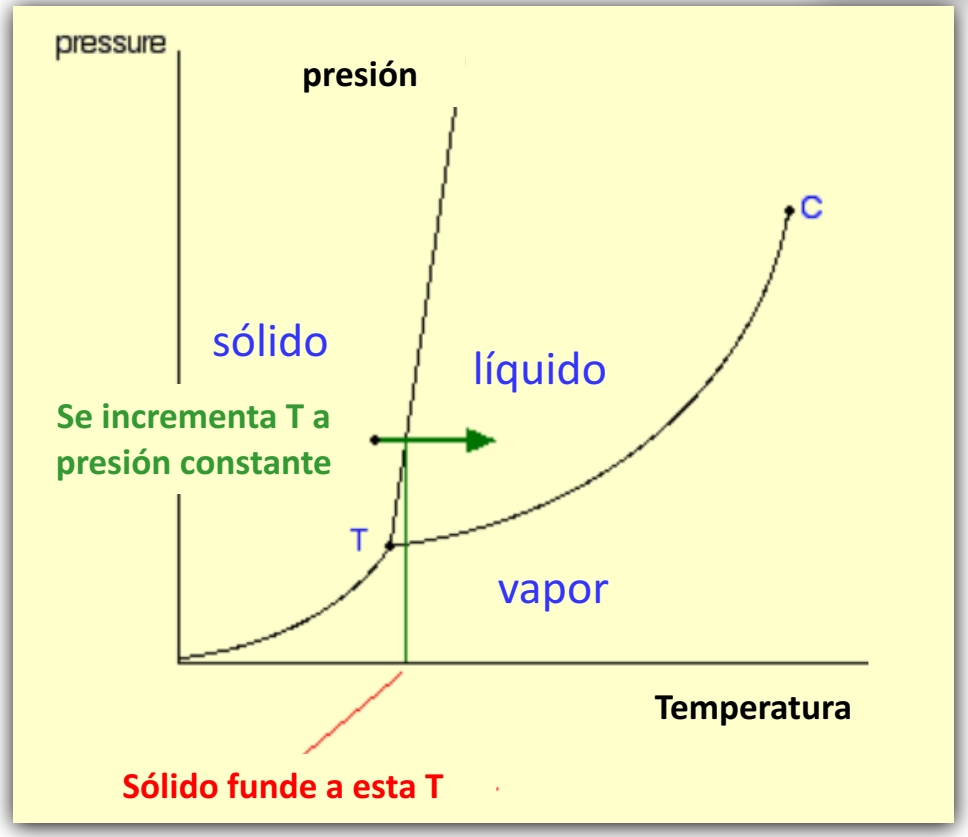
# Diagramas de fases

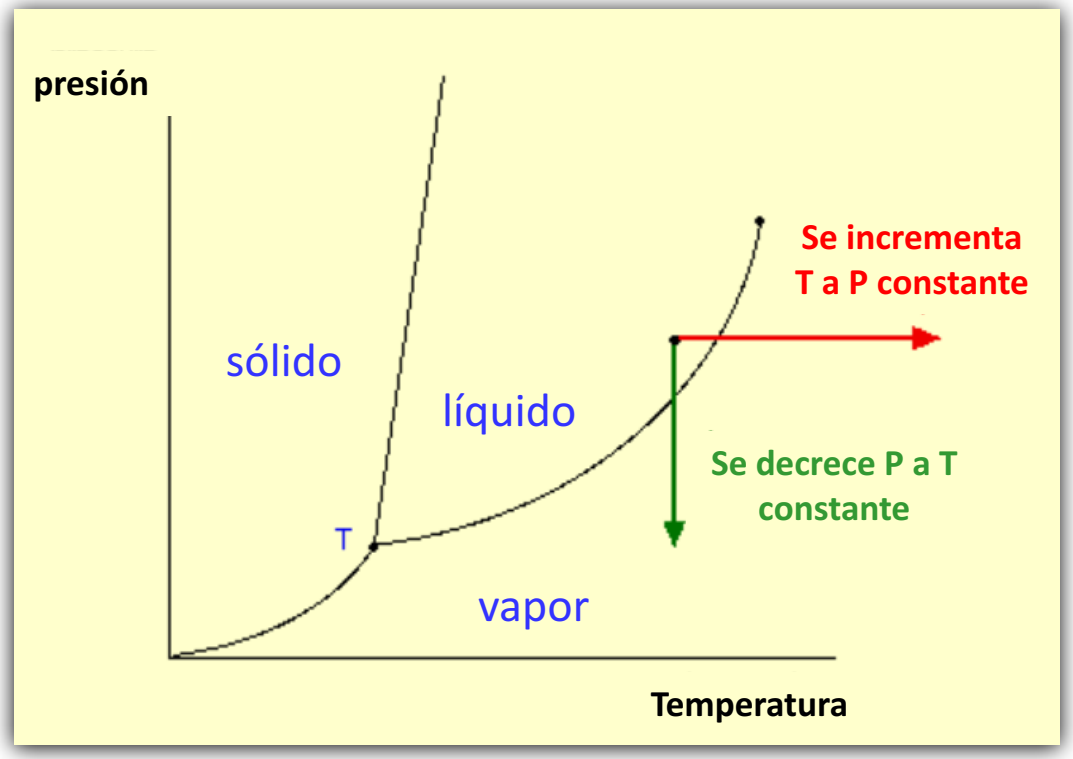
- Las relaciones entres las fases sólida, líquida y vapor se pueden representar en una gráfica conocida como diagrama de fases

- Resume las condiciones en las cuales una sustancia existe como sólido, líquido o gas



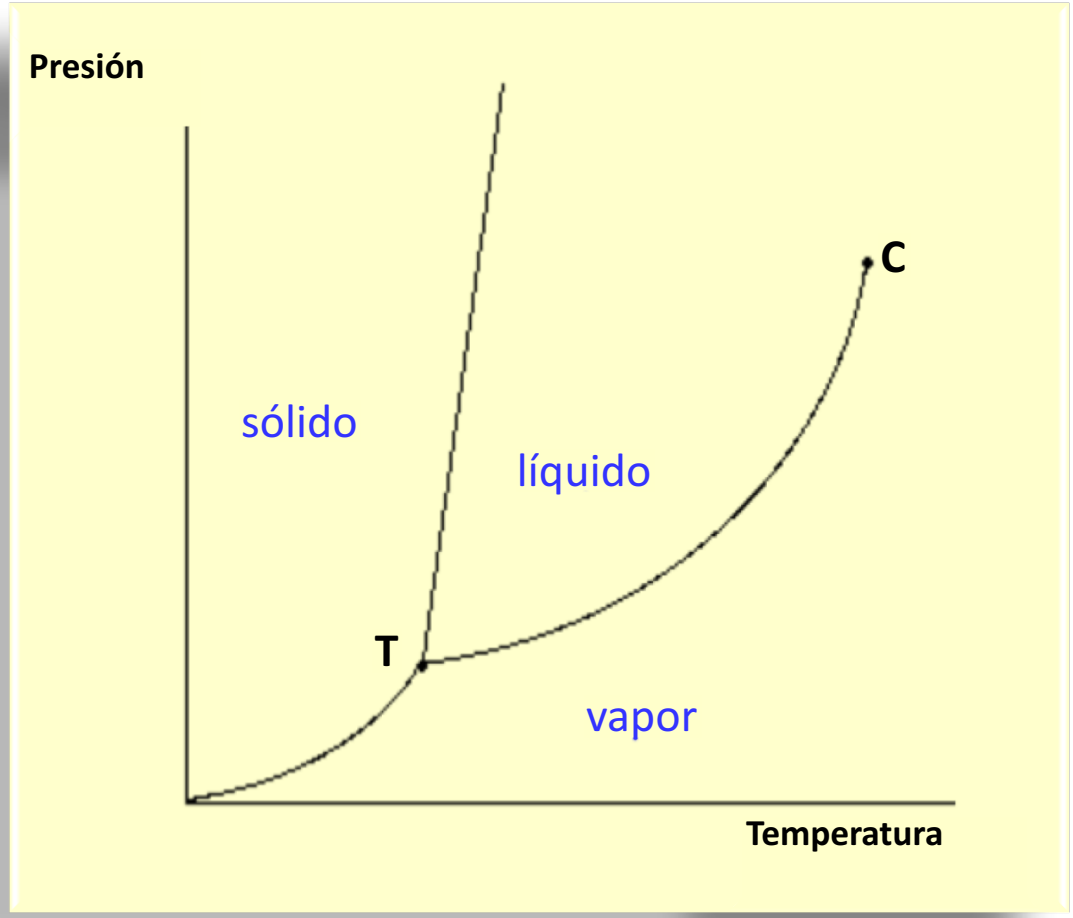
# Diagramas de fases



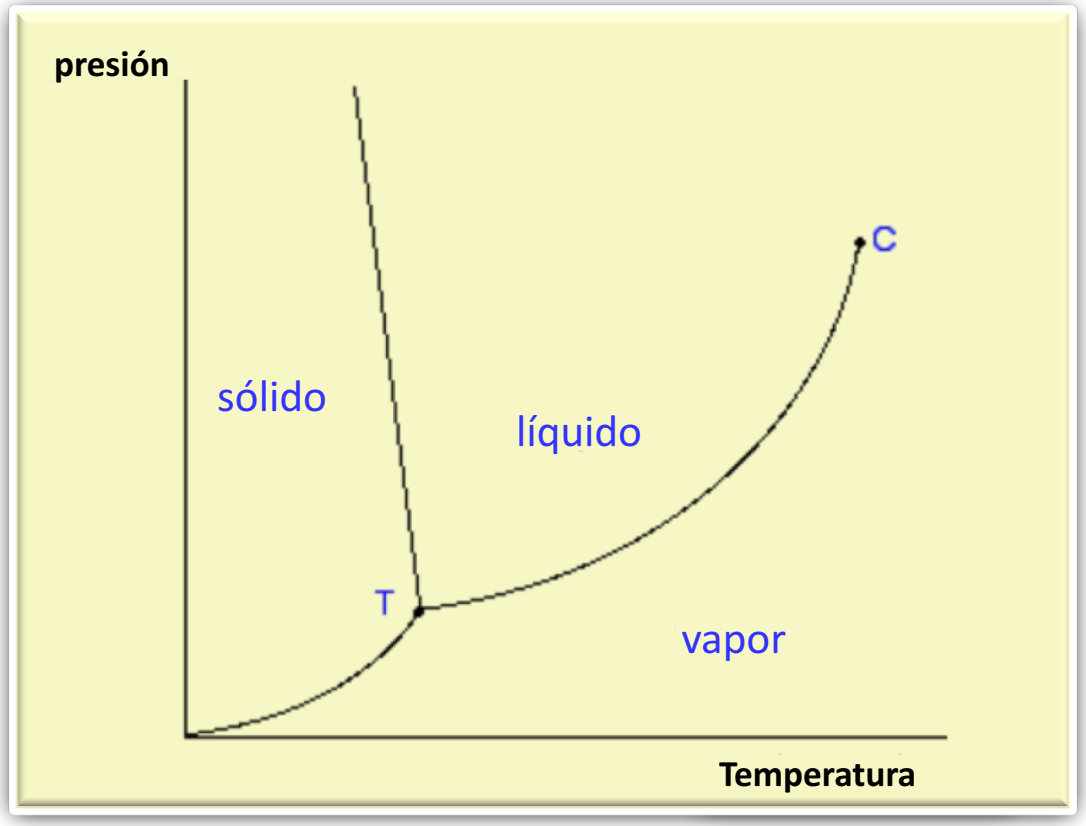



# Punto Triple y T y P críticas

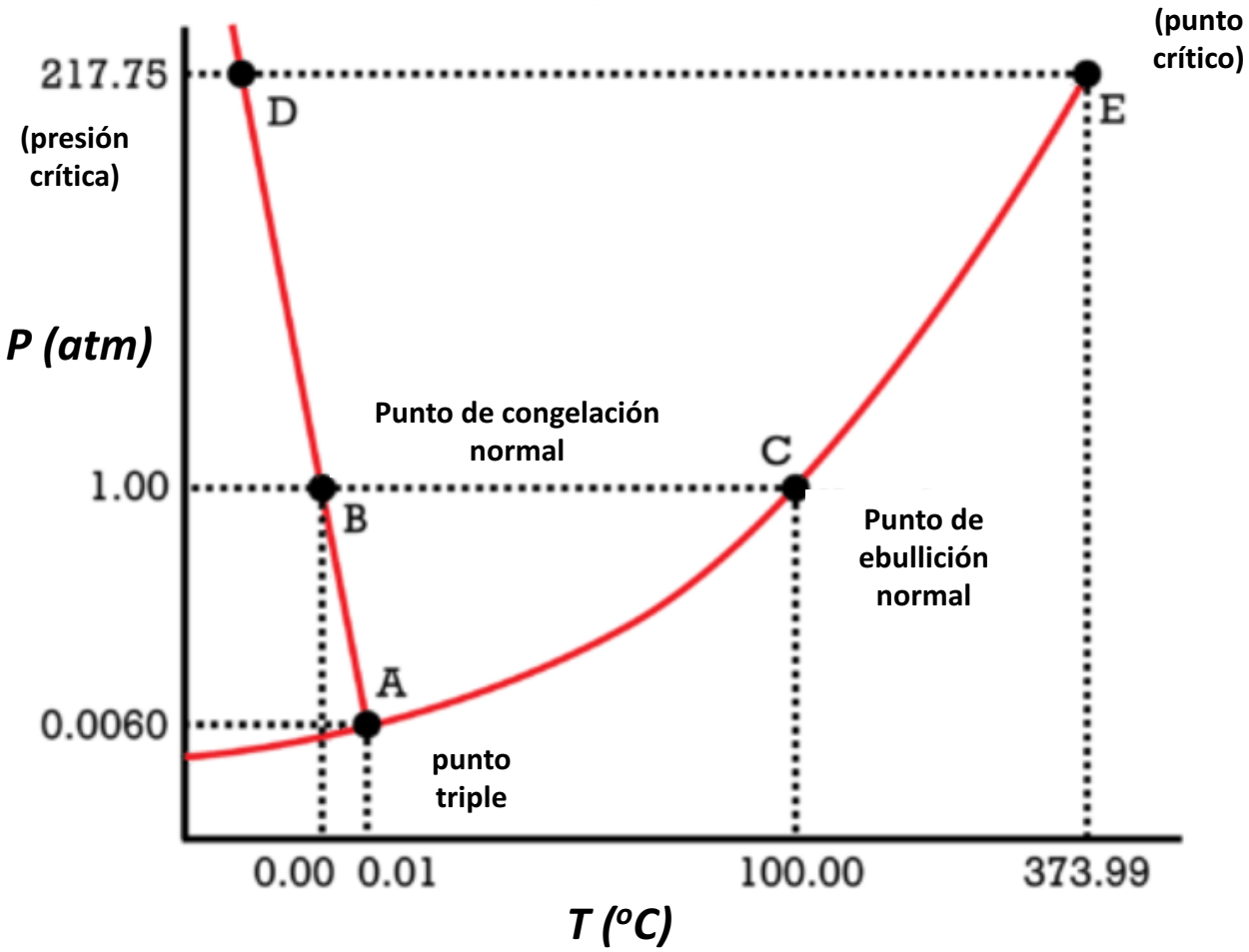
- **Punto triple:** Punto en que las 3 curvas se unen. Representa las únicas T y P a las cuales las 3 fases pueden estar en equilibrio simultáneo



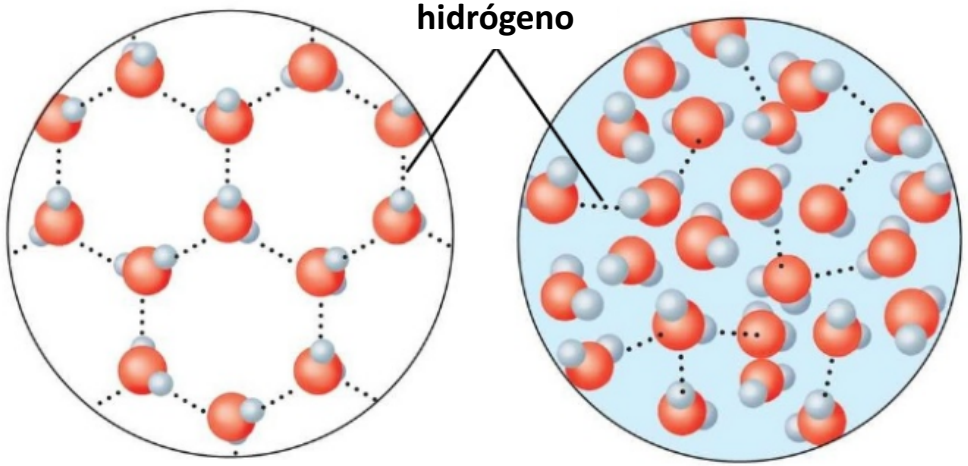
# Diagrama de Fase del Agua: Forma General




A T constante, el agua se transforma de sólido a líquido a medida que aumenta la presión



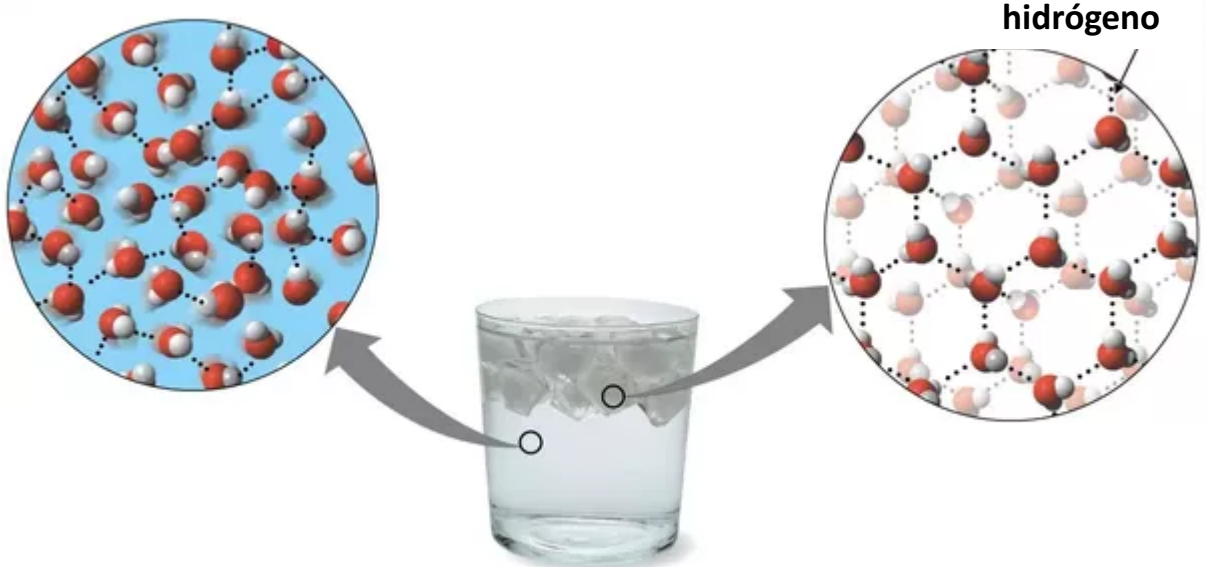
Puente de hidrógeno



**Hielo**
**Puentes de hidrógenos son estables**

**Agua líquida**
**Puentes de hidrógenos se forman y rompen constatemente**

**Puente de hidrógeno**



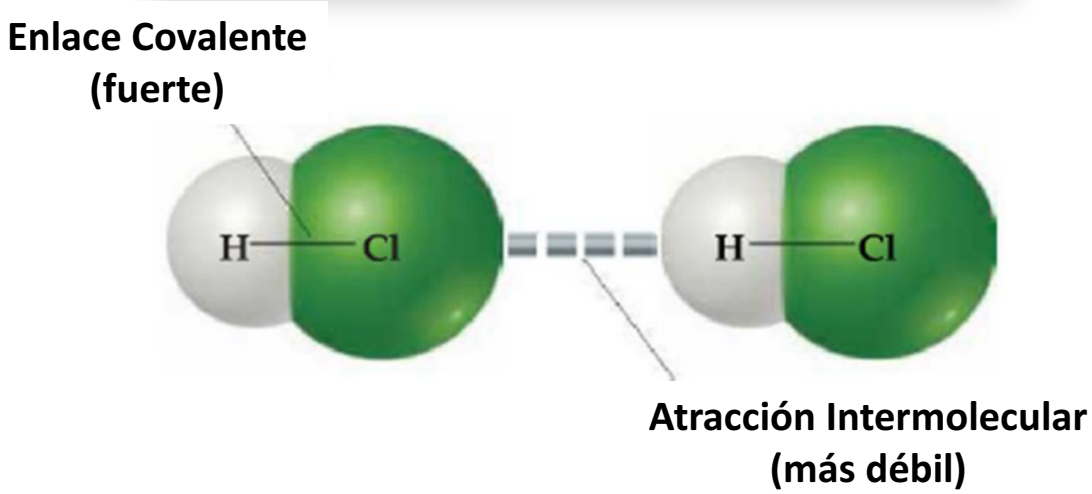
# Fuerzas Intermoleculares

- Para comprender las propiedades de fases condensadas (líquidos y sólidos) en necesario entender los distintos tipos de fuerzas intermoleculares.

- Las fuerzas **intermoleculares** son las que actúan entre las partículas que forman la fase condensada

- Comparadas con las fuerzas de enlace (**intramoleculares**) las **intermoleculares** son más débiles

# Fuerzas Intermoleculares




Hay diferentes tipos de fuerzas **intermoleculares**:

- *ion –dipolo*
- *dipolo –dipolo*
- *enlace por puente de hidrógeno*
- *ión –dipolo inducido*
- *dipolo-dipolo inducido*
- *Fuerzas de dispersión(London)*

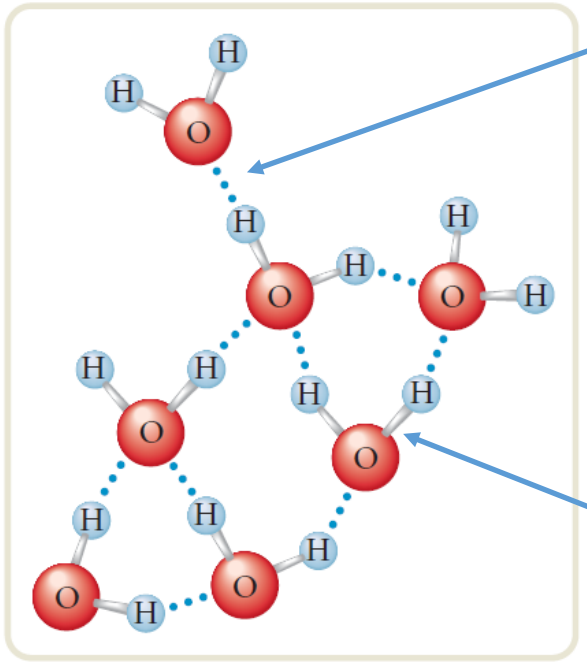
"**Fuerzas de van der Waals**"

Dipolo-dipolo, dipolo-dipolo inducido, fuerzas de dispersión.

**Recordemos:**

$H_2O\ (s) \longrightarrow H_2O\ (l)$ **Energía Requerida ≈ 6 kJ/mol**

$H_2O\ (l) \longrightarrow H_2O\ (g)$ **Energía Requerida ≈ 41 kJ/mol**



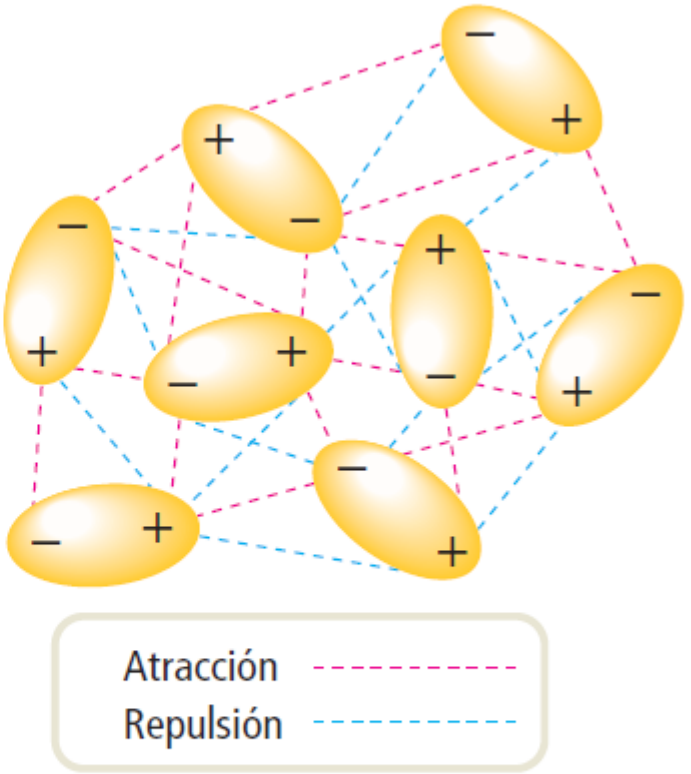
**Energía Requerida ≈ 930 kJ/mol**
**(2 enlaces O-H)**

# Dipolos



a

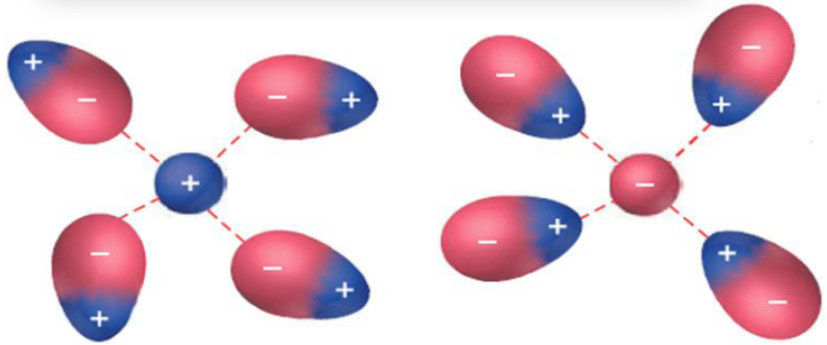
*Interacción de dos moléculas polares.*



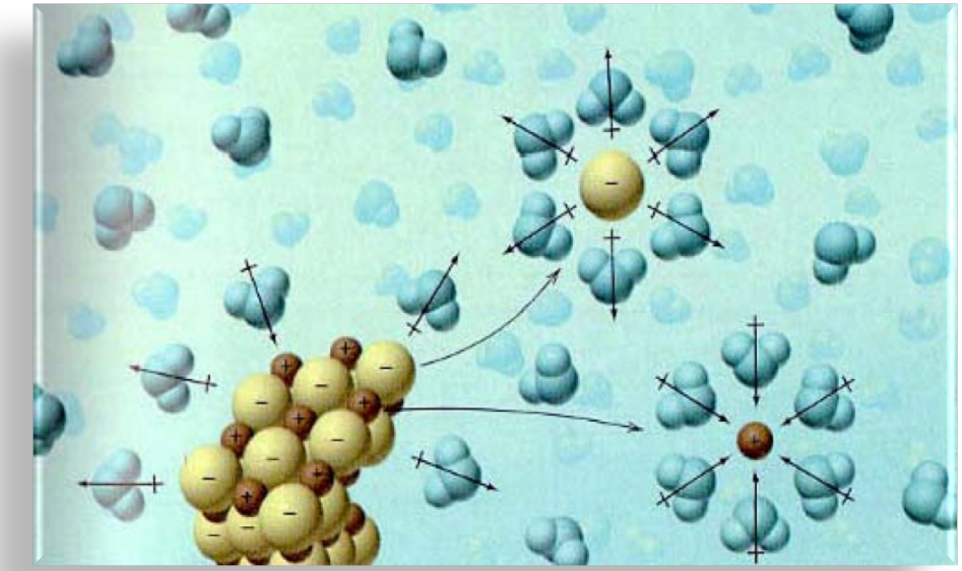

b

*Interacción de muchos dipolos en un líquido.*

# Fuerzas Ión-Dipolo

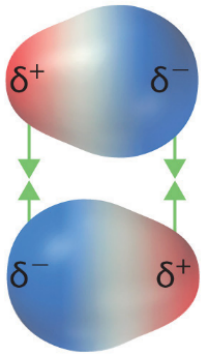


- El ejemplo más importante se presenta cuando un compuesto iónico se disuelve en un compuesto polar como sucede al disolver NaCl en agua

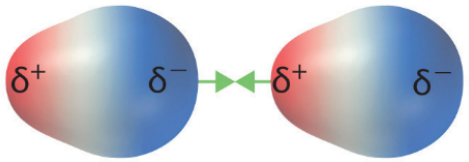


# Fuerzas Dipolo-Dipolo

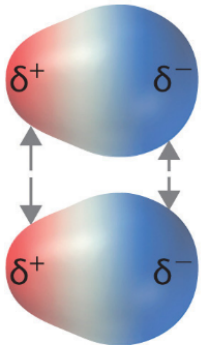
- Cuando las moléculas polares están cercanas unas de otras, (en líquidos y en sólidos), sus cargas parciales actúan como pequeños campos eléctricos que las orientan y dan lugar a las fuerzas dipolo-dipolo.



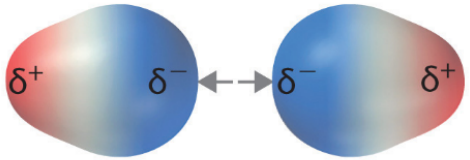

**a) atracción**



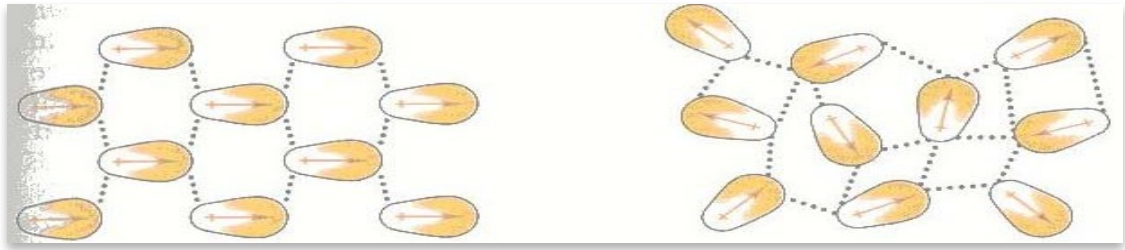

**b) atracción**




**c) repulsión**




**c) repulsión**



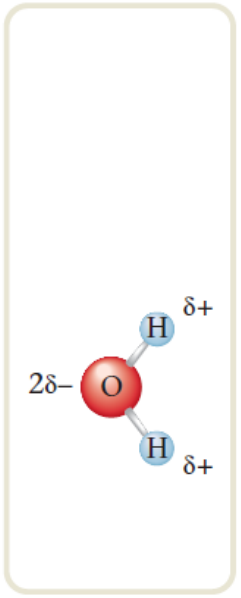
en sólido

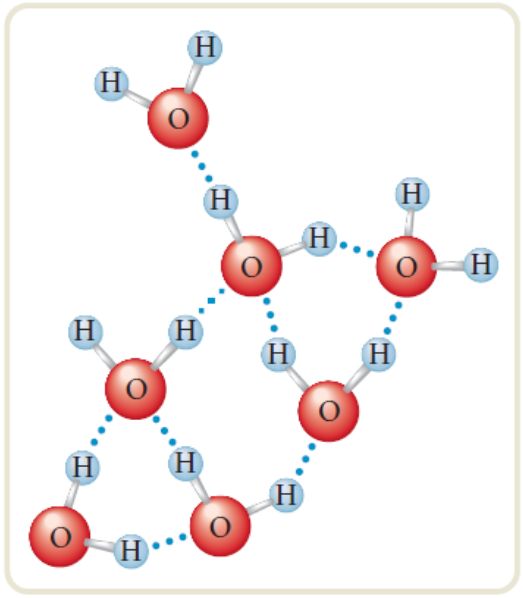
en líquido

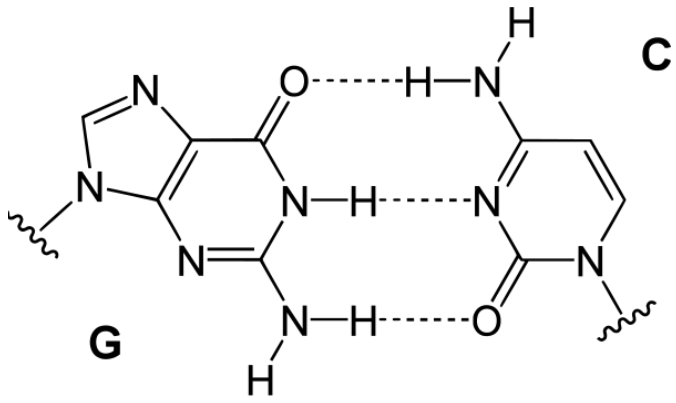
# Enlaces por Puente de Hidrógeno

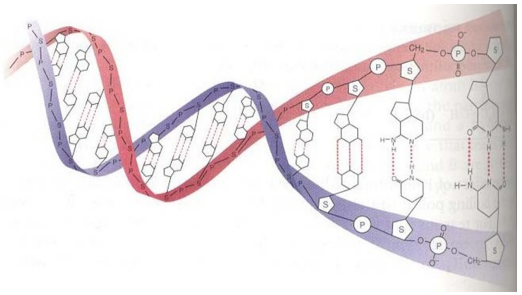
- Es un tipo especial de fuerzas dipolo-dipolo que se da entre moléculas que tienen un átomo de H unido a un átomo pequeño altamente electronegativo con pares de electrones libres.

- Los átomos más importantes que satisfacen esta descripción son: N, O y F. El enlace covalente entre H y estos átomos es polar, debido a la diferencia en electronegatividad que retira densidad electrónica del H.



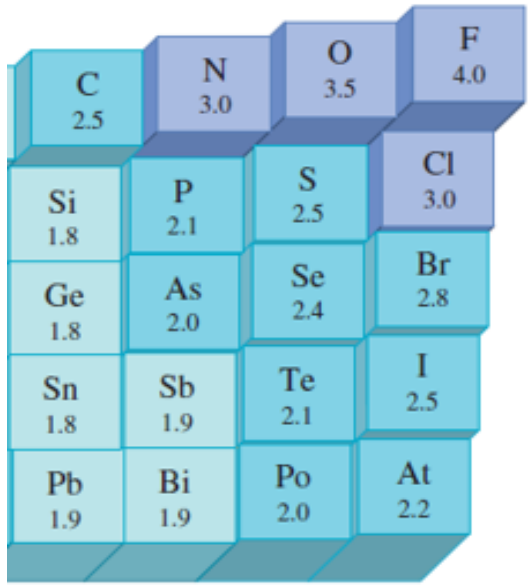


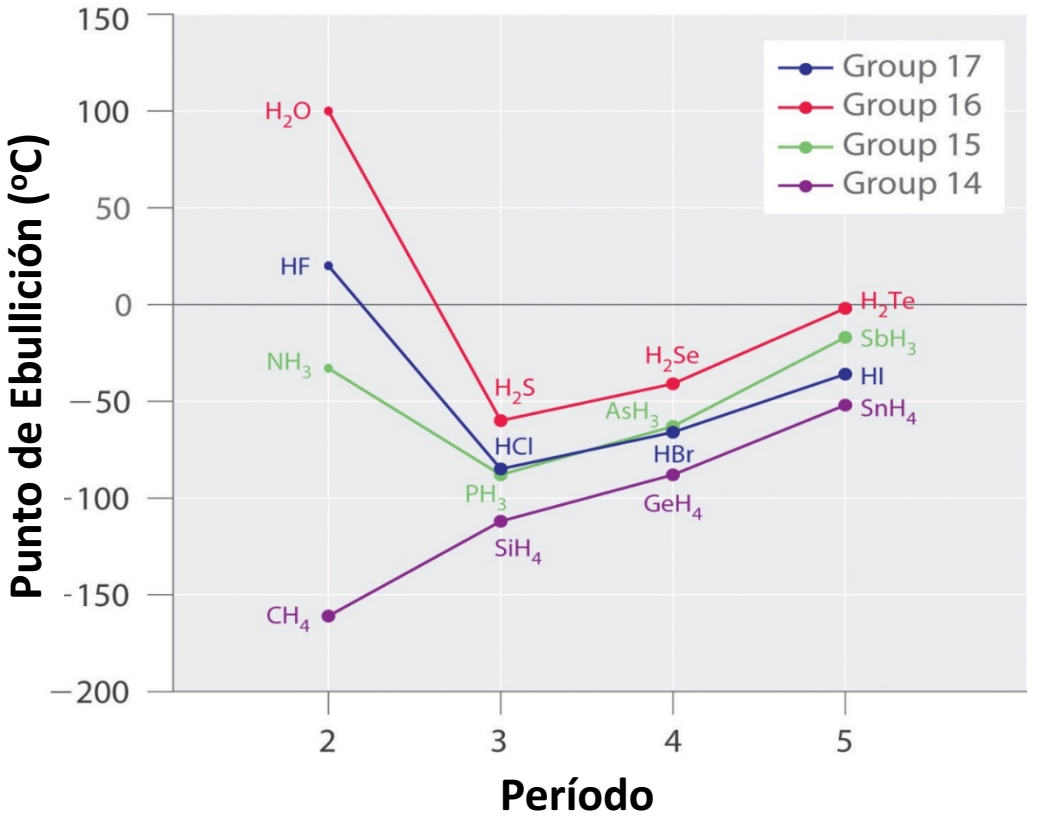



# Efectos Macroscópicos Debido a Puentes de Hidrogeno

- Comúnmente los puntos de ebullición de las sustancias aumentan cuando la masa molar se incrementa, como se observa con los compuestos del grupo 14.

- Anomalías a esta tendencia ocurren cuando se establecen puentes de hidrógeno



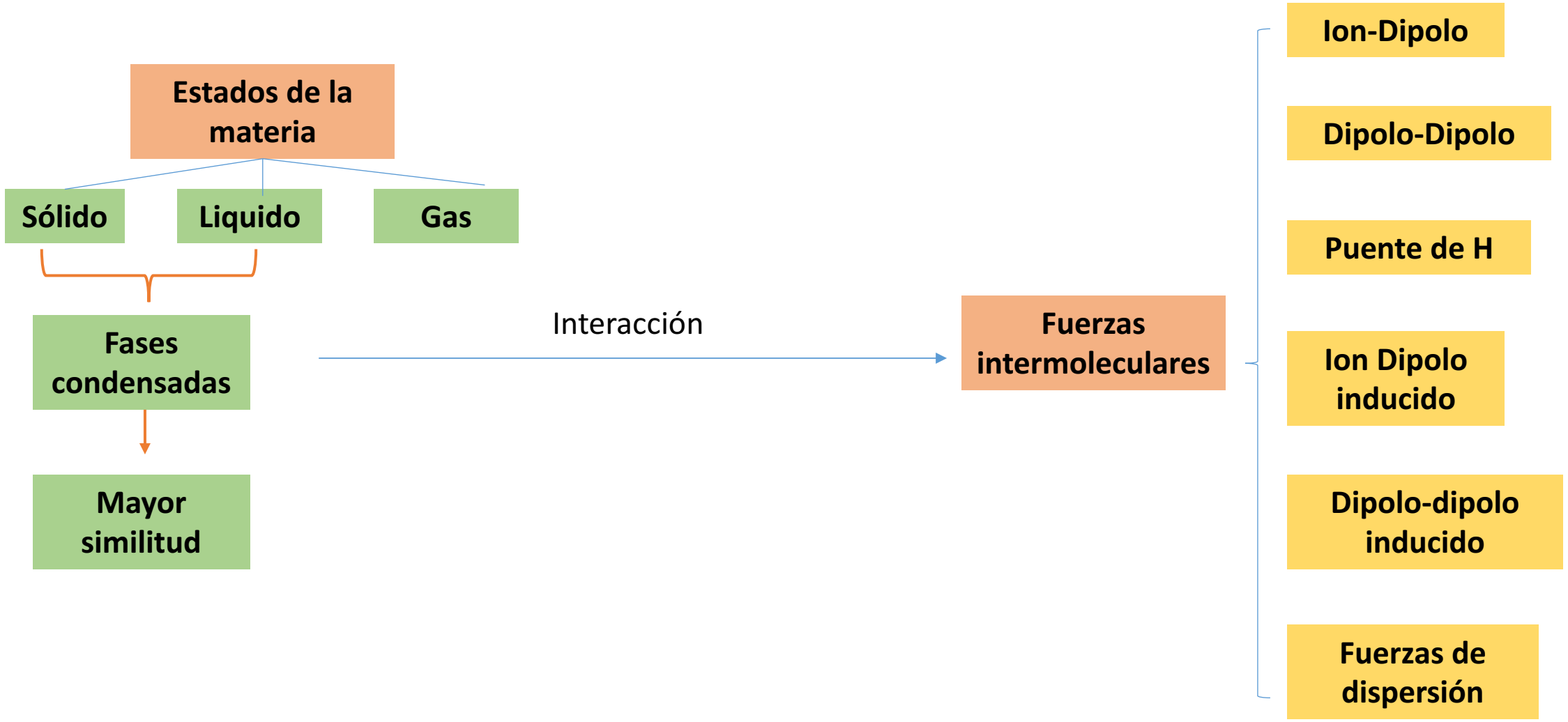
# Ejercicios

1. Identifique que tipo de fuerza intermolecular tienen los siguientes compuestos:

- Etanol
- Agua
- Amoníaco
- He líquido
- Fibras de polietileno

2. Explique por que el HF presenta un momento dipolar (1,92 D) mas grande que el HCl (1,08 D)

# Que Aprendimos Hoy



# Bibliografía


- Petrucci, R. Química general: Principios y aplicaciones modernas. (2011) *8ª Ed*. Harrow-Pearson. Capítulo 13.

- Brown, L., Holme, T. Chemistry for engineering students. (2011) *Second edition*. Brooks/Cole.