

# QUÍMICA ANALÍTICA I

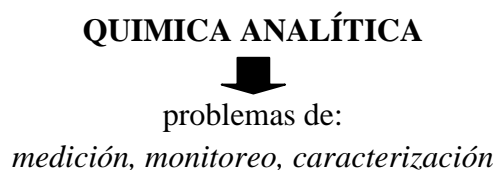
Documento de apoyo (1) : *Formación de soluciones analíticas.*

Dr. Alejandro Baeza. Semestre 2010-II.

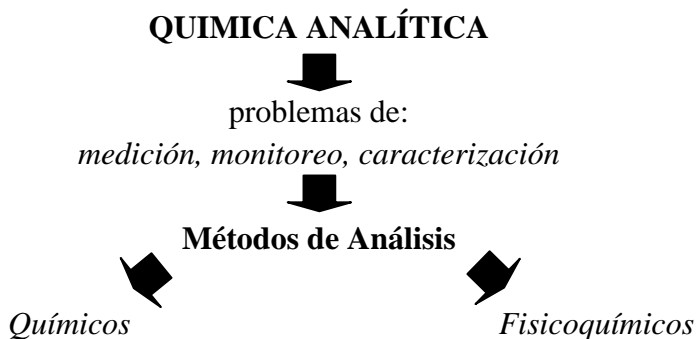
---

## *Antecedentes*

La Química Analítica nos permite *medir, monitorear o caracterizar* una, varias especies o procesos químicos para la resolución de diversos problemas:



Para ello se recurre a dos grandes grupos de estrategias teóricas y técnicas que se conocen como *Métodos Químicos de Análisis* y *Métodos Fisicoquímicos de Análisis*:



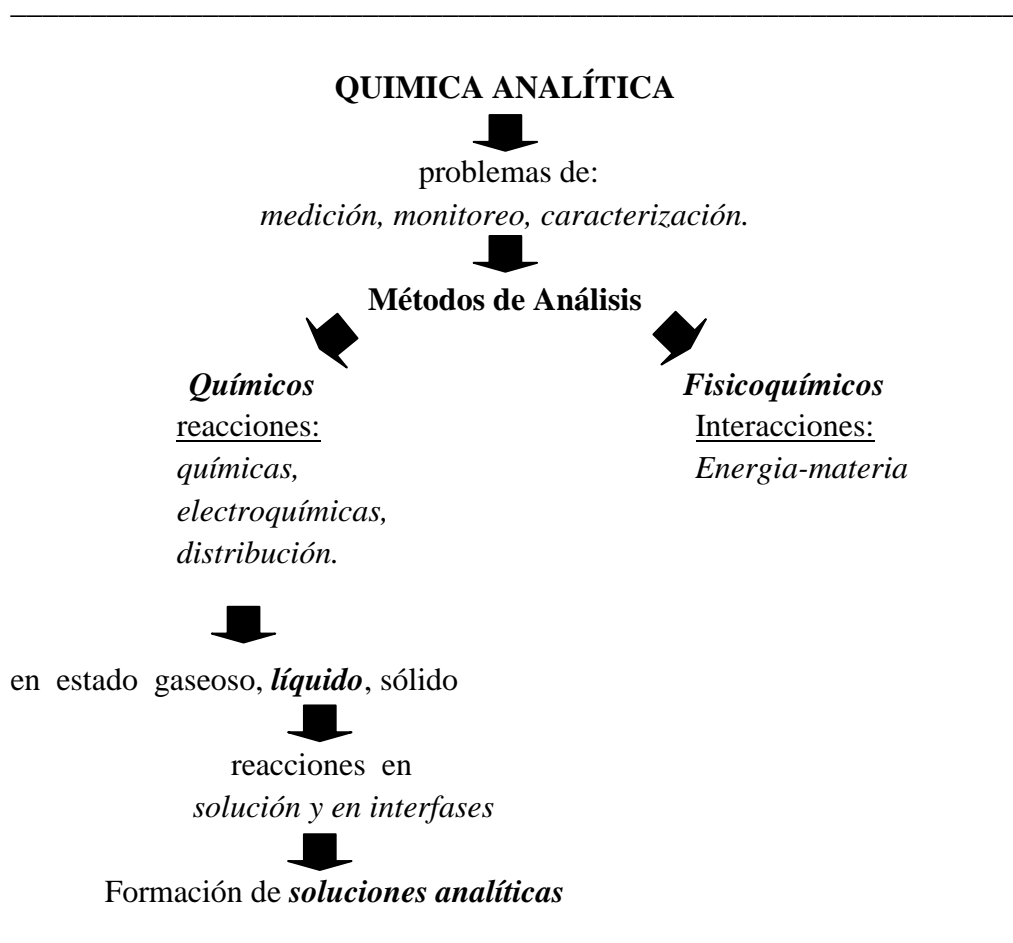
Los métodos químicos de análisis se basan en las *reacciones químicas, electroquímicas y de distribución* como elementos cuantificadores o cualificadores. Los métodos fisicoquímicos de análisis se basan en la *interacción energía-materia* para efectuar el análisis cualitativo o cuantitativo.

Las reacciones químicas con fines analíticos pueden llevarse a cabo en medio gaseoso, en medio líquido o en estado sólido. Operativamente el manejo de los gases es muy impreciso e ineficiente por lo que los métodos *gasométricos* prácticamente están en desuso.

La gran mayoría de los reactivos químicos puede *disolverse* o *solubilizarse* en algún medio líquido además el manejo de líquidos es más práctico y eficiente por lo que

hasta hoy en día es práctica común analizar química o fisicoquímicamente a los analitos en solución. En la actualidad la *Química Analítica en estado sólido* es un área de investigación en desarrollo.

Por todo lo anterior es fundamental no solo el estudio de las técnicas de preparación de soluciones y las formas de expresar la concentración de los solutos, sino también los procesos químicos que ocurren al formar la solución lo cual determina desde un principio su reactividad en solución:



### **Formación de soluciones.**

Al mezclar un soluto en un disolvente pueden ocurrir fenomenológicamente dos procesos hasta llegar al equilibrio:

**Proceso I:** *Reacciones químicas de disolución:*

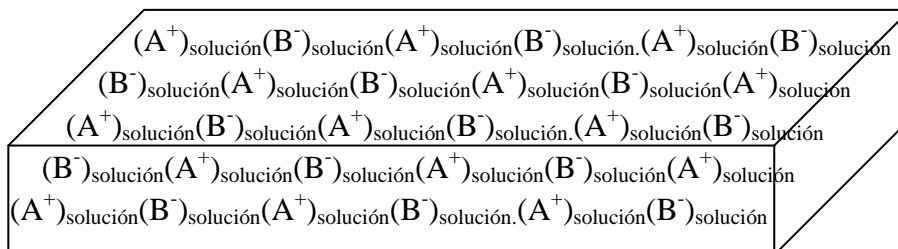
Son reacciones que ocurren por las interacciones *soluto-disolvente* y están determinadas por las características estructurales (eléctricas) del disolvente y del soluto. A su vez pueden ocurrir en tres etapas fenomenológicas macroscópicamente determinables:

- I.a) solvatación molecular:  $(AB)_{\text{sólido}} \rightarrow (AB)_{\text{solución}}$   
I.b) solvólisis o formación de par iónico:  $(AB)_{\text{solución}} \rightarrow (A^+B^-)_{\text{solución}}$   
I.c) disociación iónica:  $(A^+B^-)_{\text{solución}} \rightarrow (A^+)_{\text{solución}} + (B^-)_{\text{solución}}$

**Proceso II:** *Reacciones químicas al equilibrio:*

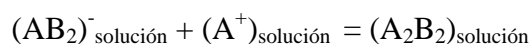
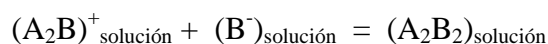
Son reacciones que ocurren por las interacciones *soluto-soluto* y están determinadas por las características estructurales (eléctricas) de los *solutos solvatados*. Las interacciones son de naturaleza fisicoquímica (eléctricas, *efecto del medio salino*) y química, reacciones ácido-base, formación de complejos, formación de fases condensadas, reacciones redox, reacciones de distribución, etc.

- IIa) Interacciones eléctricas, arreglos *coulostáticos*:



- IIb) Interacciones químicas, *reacciones de intercambio de partículas*:

*por ejemplo:*

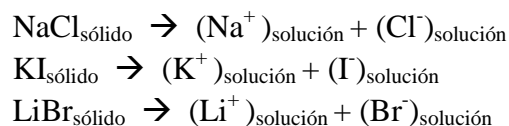


*etc.*

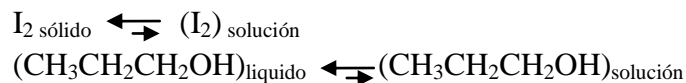
## Formación de soluciones *acuosas*.

El esquema anterior es universal, es decir, es válido para cualquier soluto y cualquier disolvente, sean éstos orgánicos, inorgánicos, bioquímicos, etc. Las interacciones pueden ser *irreversibles o totales* o bien *reversibles o parciales*.

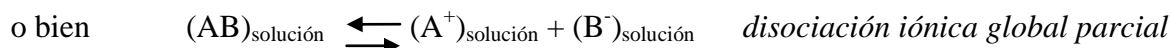
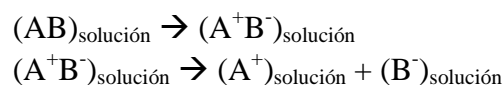
En el caso en que el disolvente es el agua se restringen las posibles interacciones toda vez que es un disolvente *polar* y muy *disociante*. Los solutos iónicos por naturaleza (*electrolitos verdaderos*) tienden a disolverse totalmente hasta sus respectivos iones solvatados y prácticamente no reaccionan al equilibrio. Tal es el caso de las sales de los cationes muy electropositivos, de la primera familia de elementos, con aniones muy electronegativos, por ejemplo:



En el otro extremo se encuentran los solutos poco polares que tienden a disolverse sólo molecularmente y de manera parcial, por ejemplo:



Entre estos casos extremos es posible encontrar todas las posibilidades de formación de soluciones acuosas. Sin embargo el proceso de solvólisis o formación de pares iónicos prácticamente no ocurre dada la alta capacidad disociante del agua:

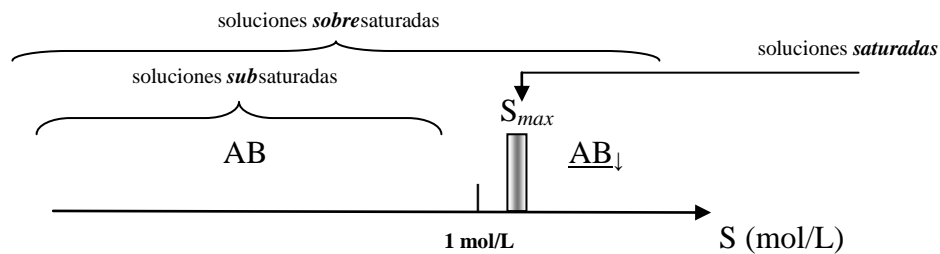


### Permisividad en la formación de soluciones acuosas.

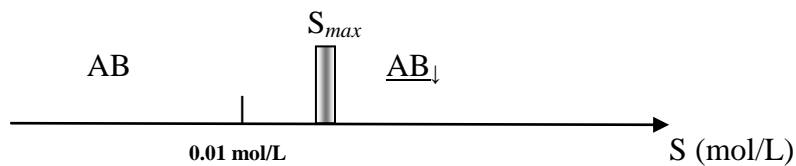
Cuando los solutos se disuelven poco en agua y se agrega una cantidad que supera la *concentración máxima* posible dan lugar a soluciones acuosas en presencia de una fase condensada lo que se conoce como soluciones sobresaturadas.

En términos de su *disolubilidad máxima*\*,  $S_{max}$ , y por razones prácticas se han clasificado los solutos arbitrariamente, a una temperatura dada, en tres grandes grupos:

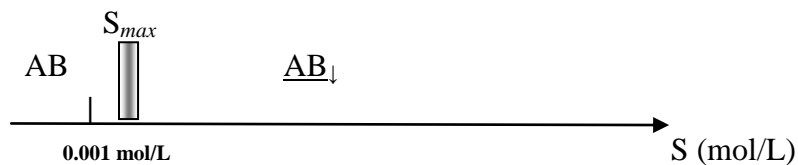
Solutos “**muy** *disolubles*”:



Solutos “**moderadamente** *disolubles*”:



Solutos “**poco** *disolubles*”:



---

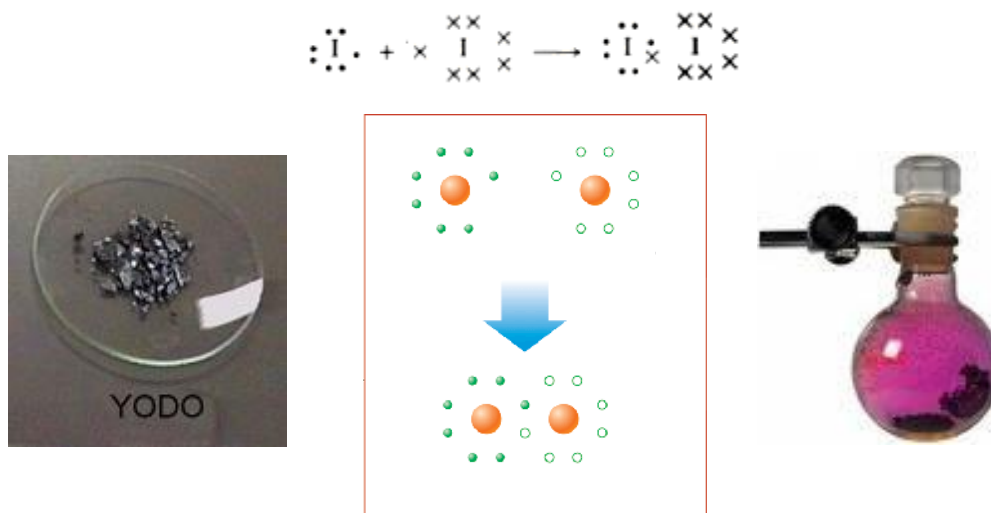
\*En la mayoría de los textos en español se refiere a la cantidad máxima que puede disolverse como “la *solubilidad* de un compuesto es...” por lo que en este documento se refiere a ésta como  $S_{m\acute{a}x}$  ya que el término “*disolubilidad*” no es *gramaticalmente* común en español.

## Disolver y solubilizar

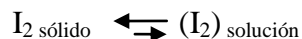
La acción técnica de mezclar solutos con disolvente para formar una solución corresponde a la **acción de disolver**. La mezcla resultante puede resultar en una solución subsaturada, saturada o sobresaturada y ello depende de las propiedades estructurares de soluto y disolvente (*interacciones soluto disolvente*), de la temperatura y de la presión.

Alterar la composición de una disolución por medio de *reacciones químicas controladas* de algún tipo corresponde a la **operación analítica de solubilizar** y requiere de un conocimiento sólido de las reacciones en solución y en las interfases.

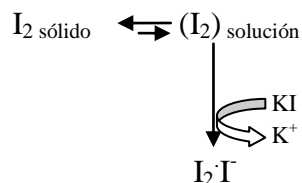
**Ejemplo:** El yodo es una molécula simétrica, no polar y muy sublimable:



Al mezclar los cristales de yodo en agua que es un disolvente muy polar, solo se disolverán aproximadamente, 0.001 mol/L,  $S_{\max}$ , el resto permanece precipitado. Entonces se dice que “el yodo *se disuelve* poco en agua”. La disolución se forma solo hasta el primer paso del proceso I:



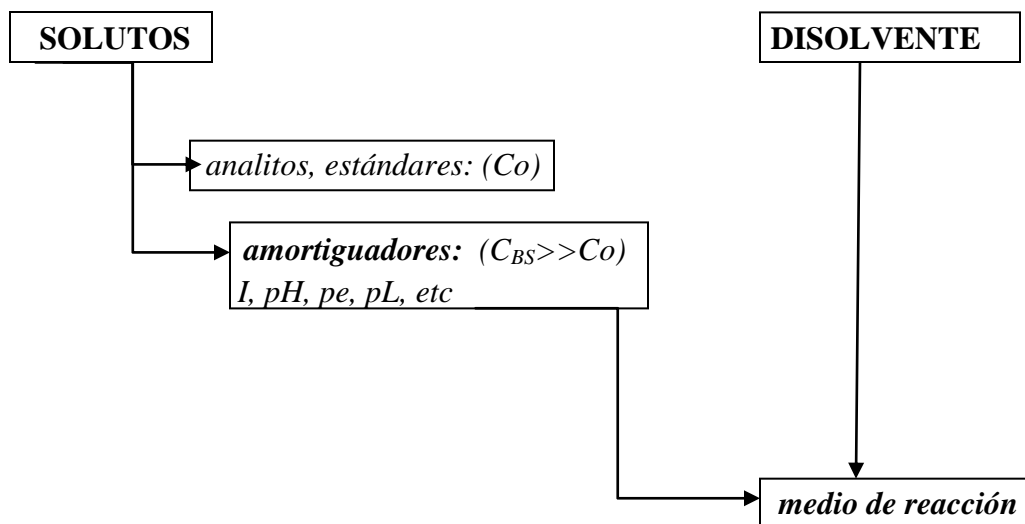
Si se requiere una mayor cantidad de yodo en solución es necesario recurrir a una reacción de formación de complejos con exceso de yoduro de potasio:



Entonces el yodo *se solubiliza* por formación del complejo triyoduro,  $\text{I}_3^-$ .

### *Soluciones analíticas.*

Los solutos y el disolvente que forman soluciones analíticas tienen una función determinada:



donde  $C_o$  es la concentración analítica o total de analitos o estándares y  $C_{BS}$  es la concentración analítica o total de los amortiguadores químicos empleados para fijar la fuerza iónica, el nivel de acidez, el nivel redox, el nivel de complejación, etc.

=====