
QUÍMICA ANALÍTICA

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

¿QUÉ VAMOS A APRENDER?



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

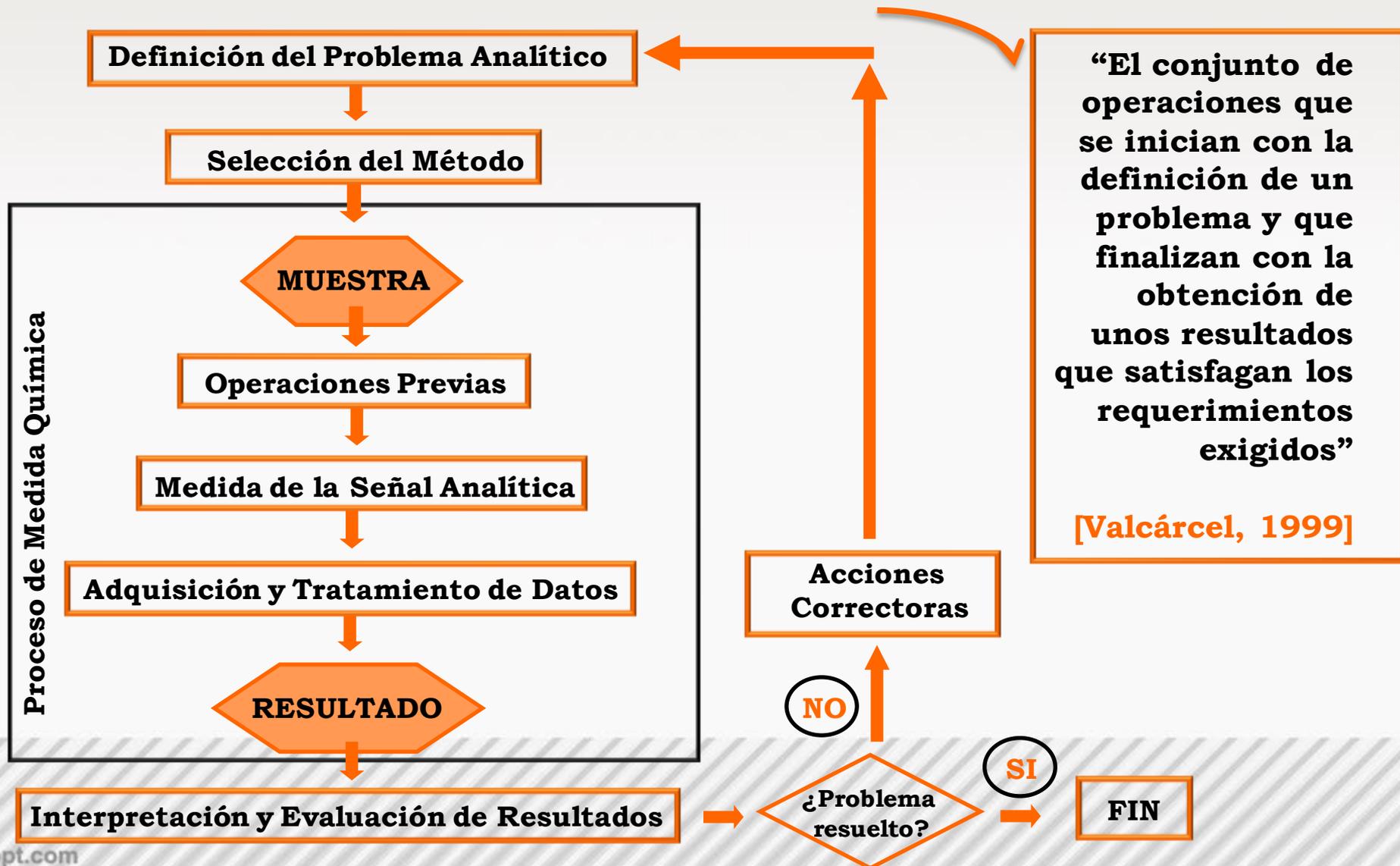
DEFINICIÓN, FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA QUÍMICA ANALÍTICA



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

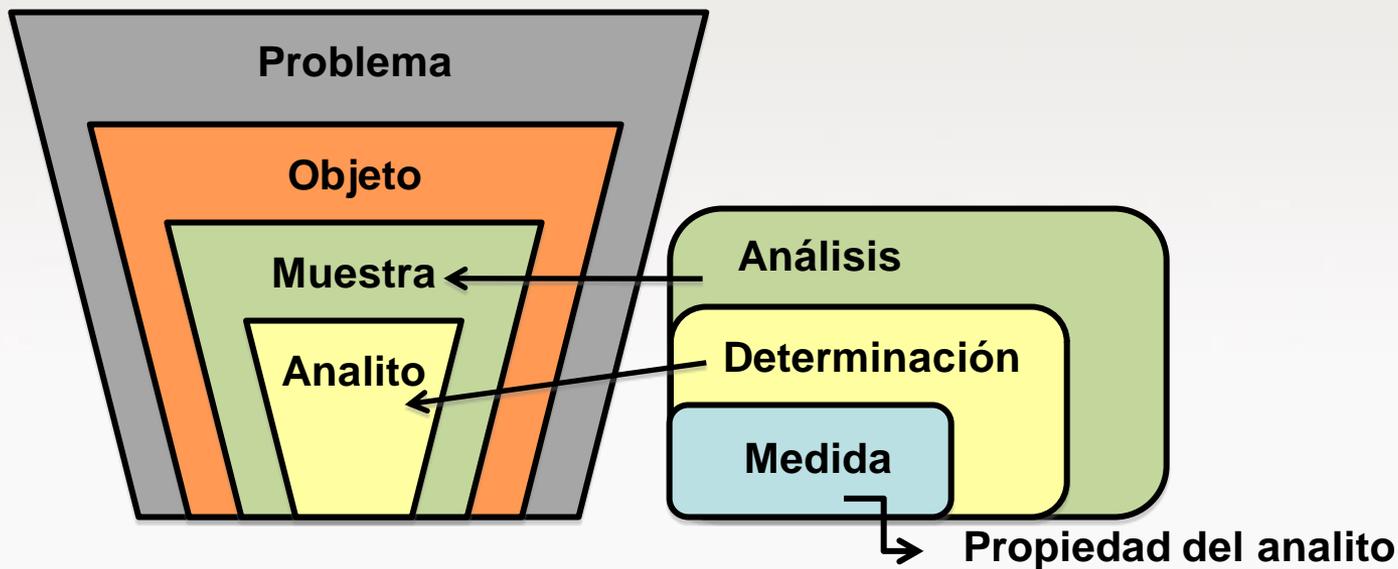
ETAPAS

EL PROCESO ANALÍTICO



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ETAPA 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA ANALÍTICO



| PROBLEMA | OBJETO | MUESTRA | ANALITO |
|--------------------------------|---|---|---|
| Contaminación de un río | El río con sus características geográficas y temporales | Alícuotas tomadas en diferentes zonas y tiempos | Especies contaminantes orgánicos e inorgánicos |
| Dopaje en los Juegos Olímpicos | Atletas | Orinas | Anfetaminas, hormonas, β -bloqueantes, etc. |
| Juguetes tóxicos amarillos | Juguetes importados en una partida | Limaduras superficiales según muestreo | Cd |

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ETAPA 2. SELECCIÓN DEL MÉTODO



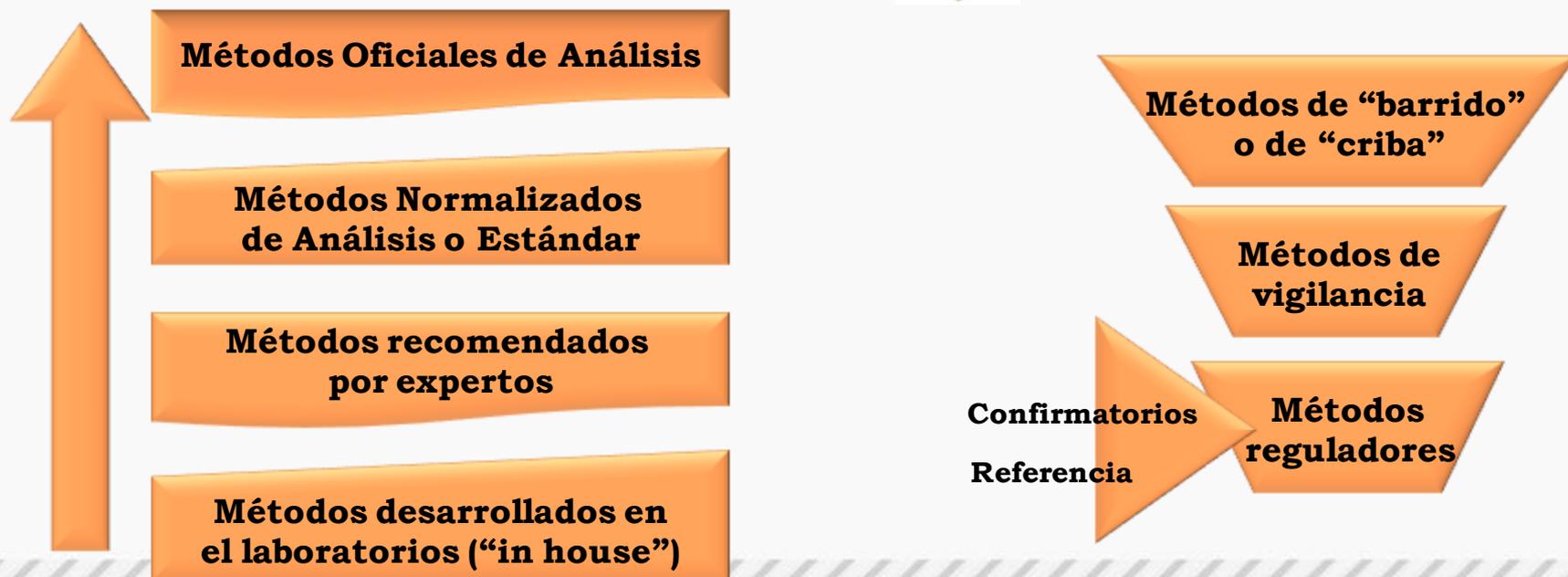
TIPOS DE MÉTODOS



LITERATURA CIENTÍFICA



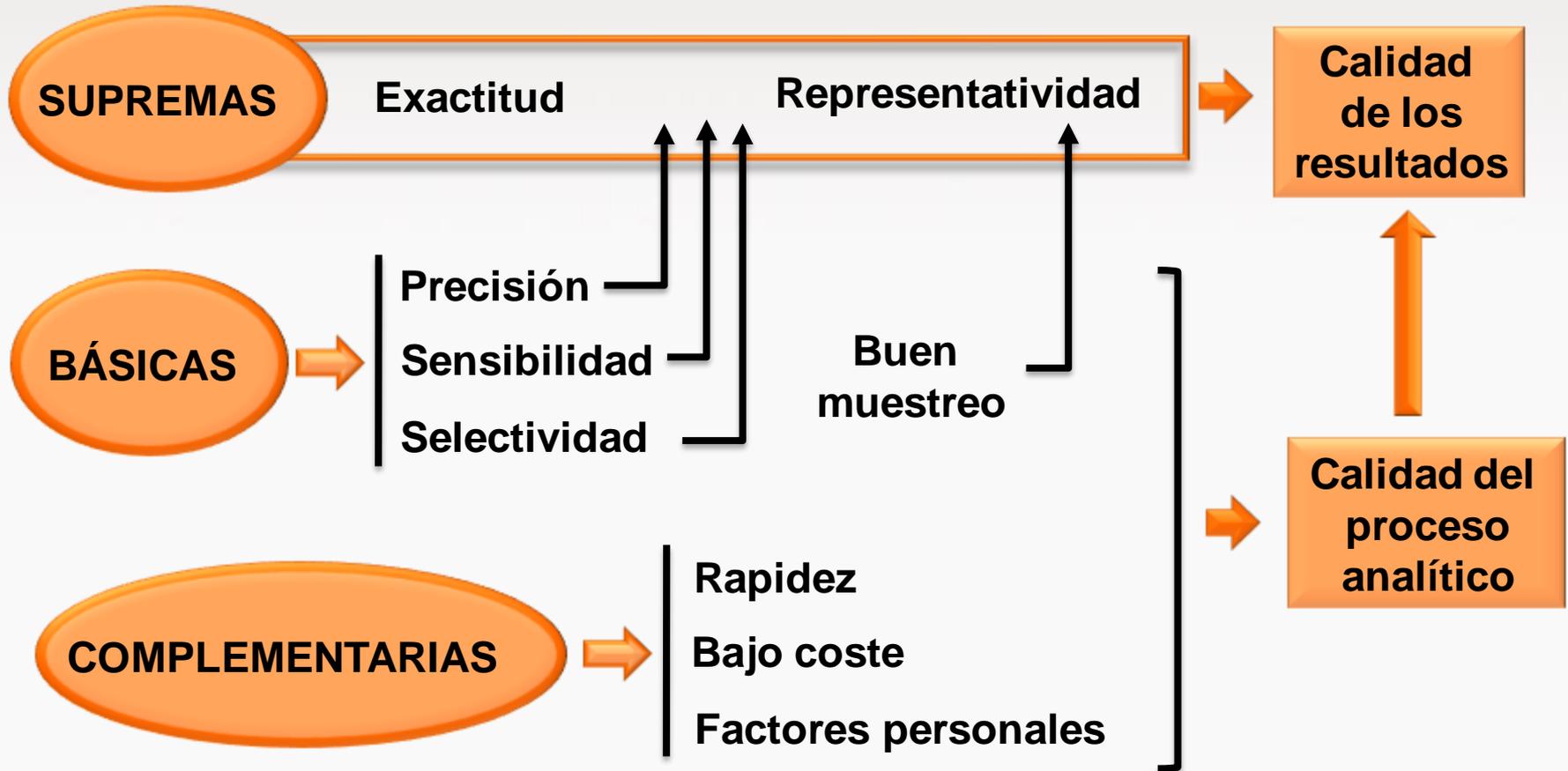
**GRADO DE CONFIANZA
EXIGIDO A LOS RESULTADOS**



[Cámara, 2004]

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PROPIEDADES ANALÍTICAS



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PROPIEDADES ANALÍTICAS



Rapidez



Tiempo de análisis que generalmente se expresa como frecuencia de muestreo, es el número de muestras procesadas de forma completa por unidad de tiempo.



Costes



Valor económico de cada análisis



Factores personales

SEGURIDAD



Operador, personal de laboratorio, medio ambiente

COMODIDAD

Evitar tareas tediosas o que impliquen estrés, propiciar la creatividad, competitividad y estímulo técnico y económico.



COMPLEMENTARIAS

Rapidez

Bajo coste

Factores personales

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PARÁMETROS DE CALIDAD

Exactitud

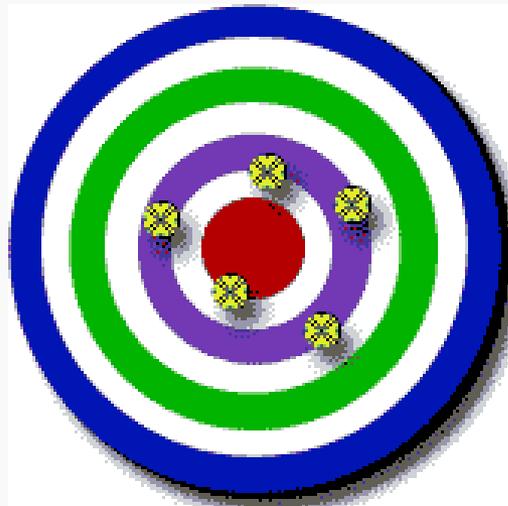
La exactitud es lo cerca que el resultado de una medición está del **valor verdadero**

Precisión

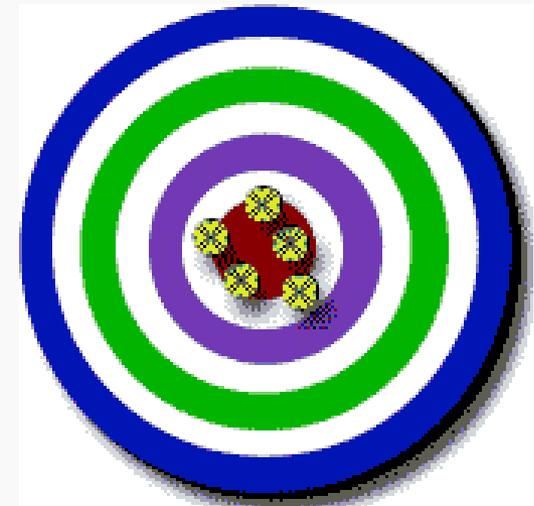
La precisión es lo cerca que los valores medidos están **unos de otros**.



Exactitud baja
Precisión alta



Exactitud alta
Precisión baja



Exactitud alta
Precisión alta

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ETAPA 4. MEDIDA DE LA SEÑAL ANALÍTICA

CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS



ANÁLISIS CLÁSICO



Finalidad CUALITATIVA: MARCHAS SISTEMÁTICAS

Identificación “humana o a través de los sentidos humanos” de analitos empleando reacciones químicas siguiendo o no esquemas establecidos



IDENTIFICACIÓN analito



Comparaciones del comportamiento en el proceso de medida químico de un estándar del analito, de un blanco y muestra



Comparaciones con una escala de referencia efectuadas por el ojo humano

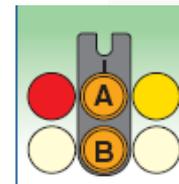
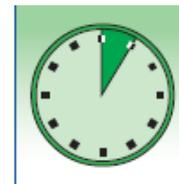
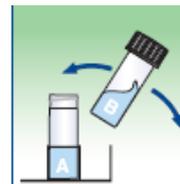
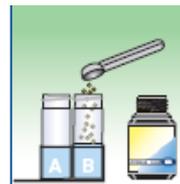
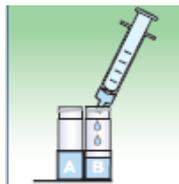
Fundamento de la reacción: El nitrato se reduce a nitrito. El nitrito se diazota con una amina aromática y simultáneamente se forma un colorante azo.



EJEMPLO:

Kits rápidos VISOCOLOR® ECO con cartulina comparadora de colores

Principio: comparación colorimétrica



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ETAPA 4. MEDIDA DE LA SEÑAL ANALÍTICA

CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS

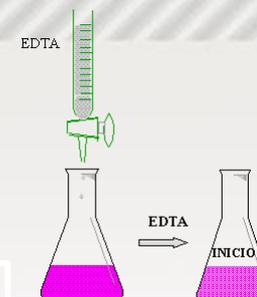
ANÁLISIS CLÁSICO: Finalidad CUANTITATIVA



VOLUMETRÍAS

Se determina el volumen de disolución de una sustancia de concentración conocida que reacciona cuantitativamente con el analito presente en la disolución de la muestra

EJEMPLO: Determinación de la dureza de un agua (concentración de Ca^{2+} y Mg^{2+}) con EDTA

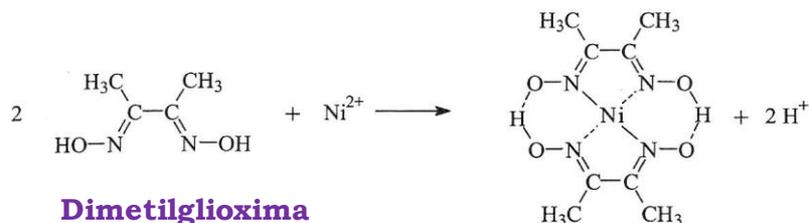


GRAVIMETRÍAS



Determinan la masa del componente de forma directa por pesada de un compuesto de composición fija y conocida

EJEMPLO: Determinación de Ni^{2+} con DMG



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ETAPA 4. MEDIDA DE LA SEÑAL ANALÍTICA

CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS



ANÁLISIS INSTRUMENTAL: TÉCNICAS ÓPTICAS

TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS

Espectroscopía MOLECULAR

ESPECTROFOTOMETRÍA ULTRAVIOLETA-VISIBLE

FLUORESCENCIA

FOSFORESCENCIA

QUIMIOLUMINISCENCIA

ESPECTROSCOPIA INFRARROJA (IR)

ESPECTROSCOPIA RAMAN

ESPECTROSCOPIA RESONANCIA

MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN)

Espectroscopía ATÓMICA

ESPECTROSCOPIA ABSORCIÓN ATÓMICA

ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN ATÓMICA

ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA ATÓMICA

Otras TÉCNICAS

ESPECTROSCOPIA ABSORCIÓN DE RAYOS X

ESPECTROSCOPIA FLUORESCENCIA RAYOS X

TÉCNICAS NO ESPECTROSCÓPICAS

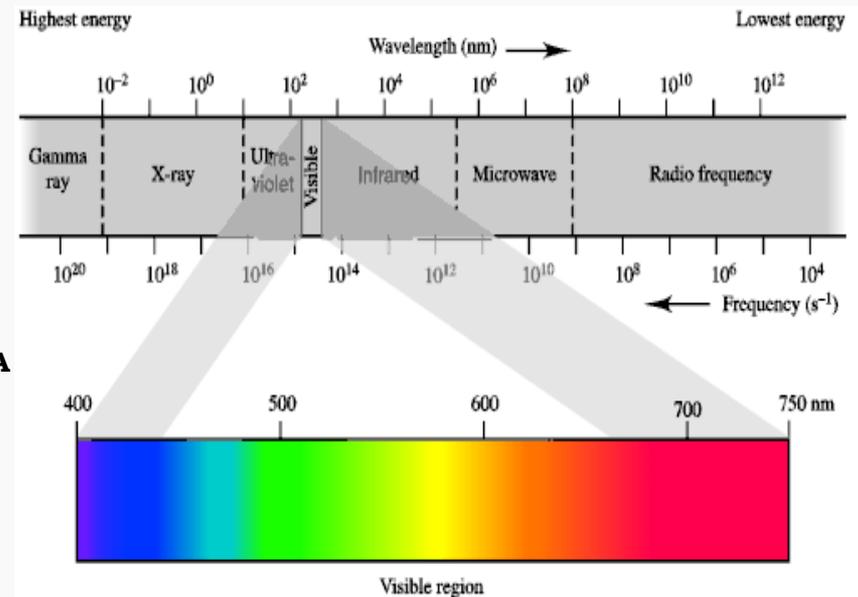
REFRACTOMETRÍA

TURBIDIMETRÍA

NEFELOMETRÍA

POLARIMETRÍA

Interacción energía
electromagnética con la materia



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ETAPA 4. MEDIDA DE LA SEÑAL ANALÍTICA

CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS



ANÁLISIS INSTRUMENTAL: TÉCNICAS ELECTROANALÍTICAS

CONDUCTIMETRÍA
ELECTROGRAVIMETRÍA
CULOMBIMETRÍA
POLAROGRAFÍA BARRIDO LINEAL
VOLTAMETRÍA HIDRODINÁMICA
VOLTAMETRÍA REDISOLUCIÓN
VOLTAMETRÍA CÍCLICA
AMPEROMETRÍA
ELECTROGRAVIMETRÍA
POTENCIOMETRÍA DIRECTA



**Interacción de la
corriente eléctrica
con la materia**



ANÁLISIS INSTRUMENTAL: TÉCNICAS DE ANÁLISIS TÉRMICO

TÉCNICAS ANÁLISIS TÉRMICO GRAVIMÉTRICO
TÉCNICAS ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
CALORIMETRÍA DIFERENCIAL



ANÁLISIS INSTRUMENTAL: ESPECTROMETRÍA DE MASAS

ESPECTROMETRÍA DE MASAS

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ETAPA 4. MEDIDA DE LA SEÑAL ANALÍTICA

CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS



TÉCNICAS DE SEPARACIÓN INSTRUMENTALES



CROMATOGRAFÍA

Separa en función de la velocidad de desplazamiento diferencial de la mezcla de solutos, que se establece al ser arrastrados por una fase móvil (líquida o gaseosa) a través de un lecho cromatográfico que contiene la fase estacionaria (sólida o líquida)



Cromatografía de GASES

Cromatografía de LÍQUIDOS

Según la NATURALEZA de la FASE MÓVIL



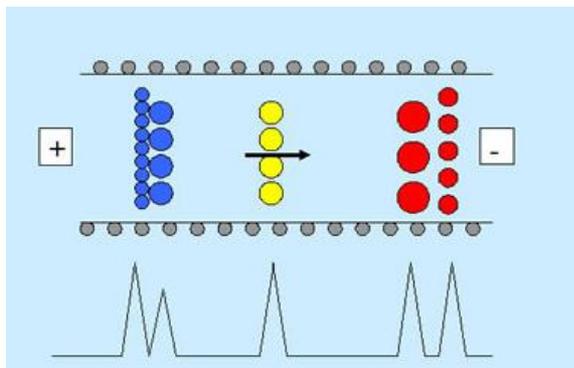
CLASIFICACIÓN:

Según la NATURALEZA de FASE ESTACIONARIA



ELECTROFORESIS CAPILAR

Se produce el movimiento, en sentido y velocidad, de partículas cargadas debido a la acción de un campo eléctrico externo dentro de capilares (50 μm).



● Analito cargado positivamente

● Analito neutro

● Analito cargado negativamente

de ADSORCIÓN

de INTERCAMBIO IÓNICO

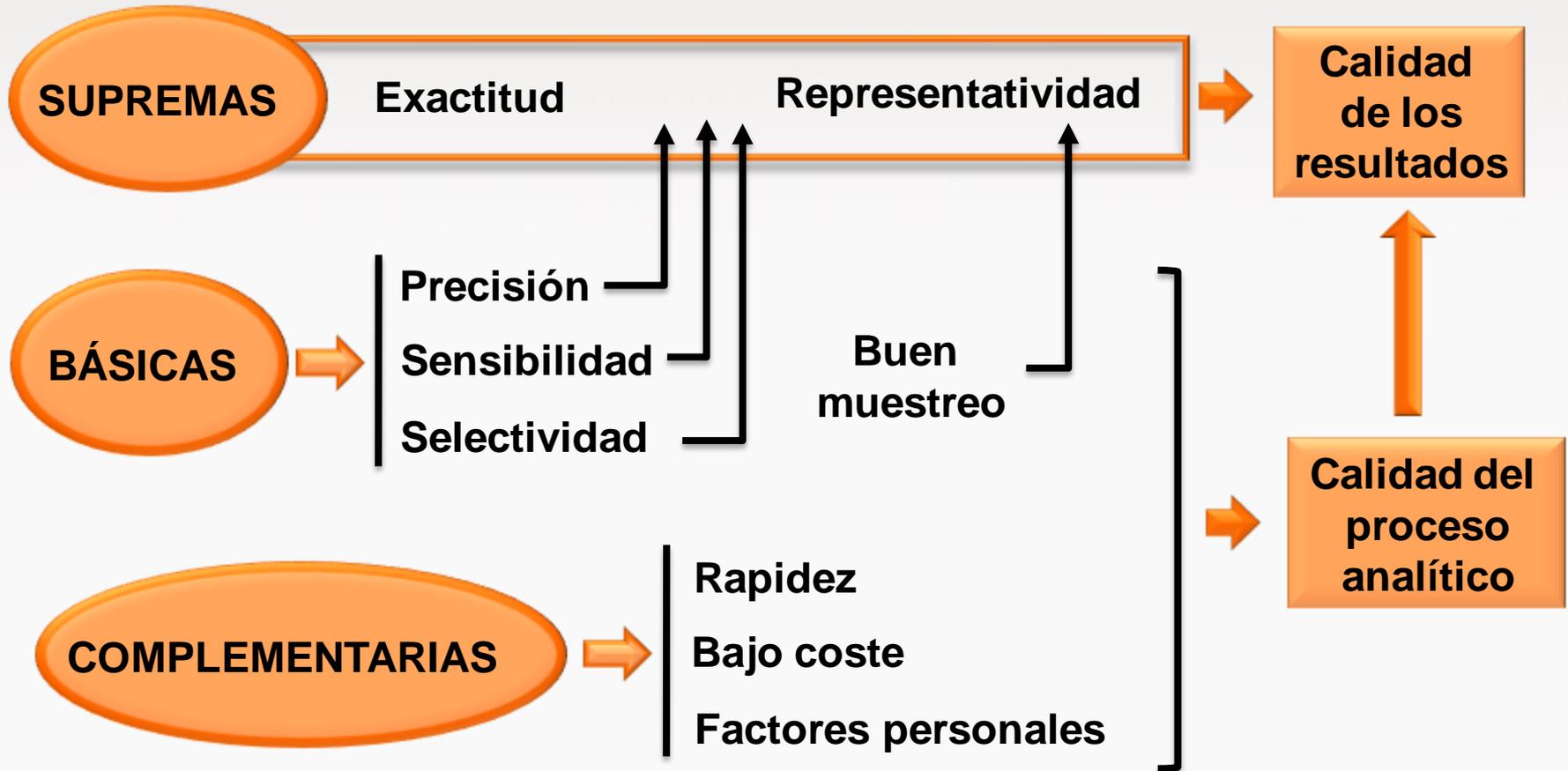
de EXCLUSIÓN

de AFINIDAD

de REPARTO

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PROPIEDADES ANALÍTICAS



TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ERROR E INCERTIDUMBRE

- ✓ El **ERROR** es la diferencia entre el valor medido y el valor “verdadero”
- ✓ También se utiliza error para indicar la incertidumbre estimada en una medida
- ✓ Todas las medidas experimentales vienen afectadas de una cierta imprecisión o incertidumbre, que se debe corregir o al menos estimar.
- ✓ Atendiendo a las causas que los producen, los errores se pueden clasificar en dos grandes grupos:

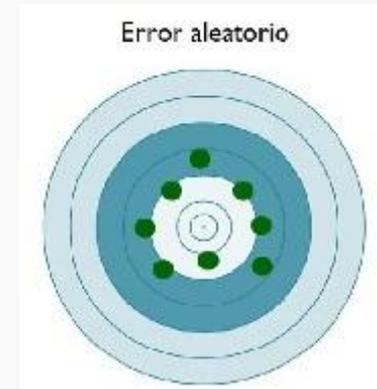


- ✓ Errores **ALEATORIOS**
- ✓ Errores **SISTEMÁTICOS**

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ERRORES ALEATORIOS

- ✓ Son variaciones al azar, que no se pueden controlar por los múltiples factores que pueden afectar a la medida
- ✓ Se producen en las pequeñas variaciones que aparecen entre observaciones sucesivas realizadas por un mismo operador
- ✓ Son accidentales
- ✓ Se pueden cuantificar



✓ **Se compensan (repetir varias veces la medida)**

✓ **La media es el valor más probable**

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ERRORES SISTEMÁTICOS

- ✓ Alteran la medida por no tener en cuenta alguna circunstancia que afecta al resultado siempre igual (ej.: valores que son más altos o más bajos que el valor verdadero)
- ✓ Como es constante a lo largo de todo el proceso de medida, afecta a todas las medidas de un modo definido y es el mismo para todas ellas
- ✓ Ejemplos de posibles causas:
 - errores instrumentales (ej: calibración de equipos)
 - error personal (depende del operador que realiza la medida)
 - error de la elección del método (cuando el método utilizado no es adecuado para lo que se mide)

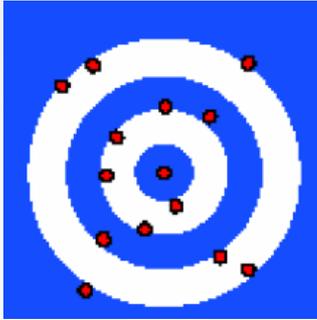


- ✓ La mayoría de las veces no se llega a conocer la causa
- ✓ Se detectan por comparación con un valor verdadero

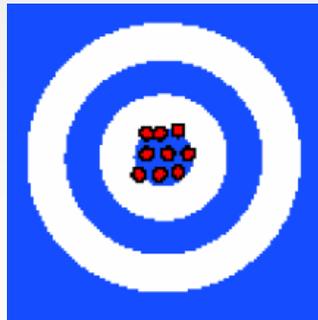
TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

EXACTITUD Y PRECISIÓN

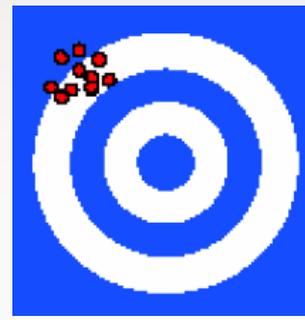
A



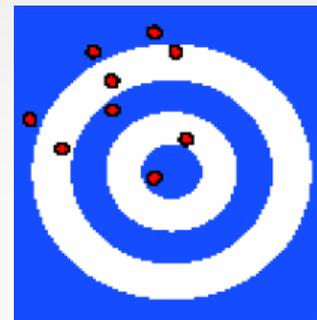
B



C



D



- A. Gran cantidad de errores aleatorios. No existen errores sistemáticos.
- B. Pocos errores aleatorios. No existen errores sistemáticos.
- C. Pocos errores aleatorios. Gran cantidad de errores sistemáticos.
- D. Gran cantidad de errores aleatorios. Gran cantidad de errores sistemáticos.

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

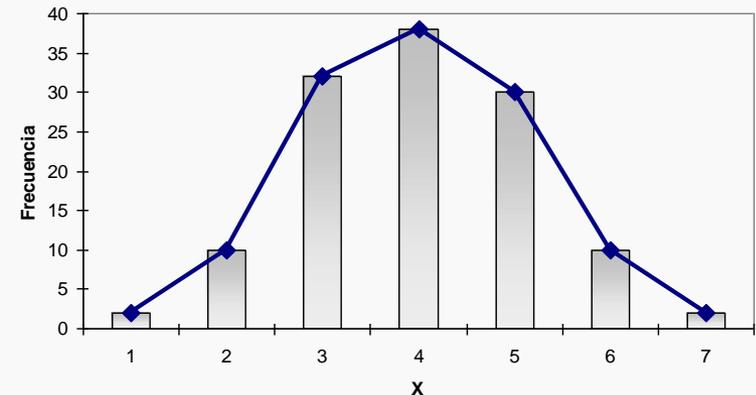
ALGUNAS DEFINICIONES...

✓ **POBLACIÓN** “conjunto de todos los casos o unidades experimentales que son objeto de estudio estadístico”



✓ **MUESTRA** “subconjunto tomado aleatoriamente de la población”

✓ **MODELO DE DISTRIBUCIÓN** “función matemática que describe la distribución de la población en términos de frecuencia de los resultados frente a un valor numérico”



✓ **En QA medimos muestras (subconjuntos de la población)**

✓ **Utilizamos modelos de distribución de tipo gaussiano**

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

CÁLCULO DE LA MEDIA Y DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Población vs Muestra

Población

- **N** datos (conjunto ilimitado)
- Definida por μ y σ

Muestra

- **n** datos ($n \ll N$)
- Definida por \bar{x} y s

Media muestral

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar muestral

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PRECISIÓN DE UN CONJUNTO DE RESULTADOS. INTERVALO DE CONFIANZA

- ✓ Es el grado de concordancia entre datos obtenidos de manera independiente al aplicar repetidamente el mismo método analítico a alícuotas de la misma muestra
- ✓ Está relacionada con la variabilidad de la medida: cuanto más pequeña es la desviación, menor dispersión y mejor precisión
- ✓ Se puede evaluar numéricamente de diversas formas:

- desviación estándar

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- desviación estándar relativa

$$\text{RSD} = \frac{s}{\bar{x}}$$

- coeficiente de variación

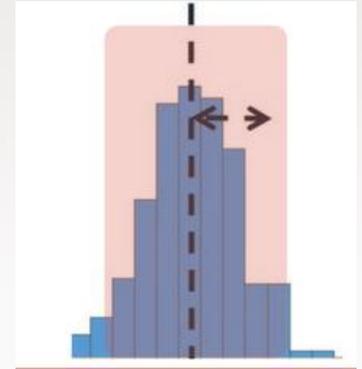
- varianza

$$s^2$$

$$\text{CV} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PRECISIÓN DE UN CONJUNTO DE RESULTADOS. INTERVALO DE CONFIANZA



- ✓ El intervalo entorno a la media, determinada experimentalmente, dentro del cual se espera, con una cierta probabilidad, que esté incluida la media poblacional (μ) se denomina **intervalo de confianza** y sus límites son los **límites de confianza**
- ✓ Proporciona una medida de la fiabilidad de los resultados. Se toma como incertidumbre de la medida e indica el número de cifras significativas con el que se debe expresar el resultado

✓ Cálculo del intervalo de confianza $\bar{x} \pm t_{\alpha, \nu} \frac{s}{\sqrt{n}}$

S es la desviación estándar,
t es la t de Student para un nivel de probabilidad o confianza y un número de determinaciones (grados de libertad)
y **n** el número de medidas

La distribución **t de Student** permite hallar los límites de confianza cuando sólo se dispone de un número reducido de datos de una población normal

- ❖ Se asume que la *media* de una determinada muestra puede generalizarse a la población de la proviene o representa.

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha, \nu} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PRECISIÓN DE UN CONJUNTO DE RESULTADOS. INTERVALO DE CONFIANZA

Valores de t para diversos niveles de confianza

| Número de medidas, n | Nivel de confianza y probabilidad | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | 0.10 90 % | 0.05 95 % | 0.01 99 % |
| 2 | 6.314 | 12.706 | 63.657 |
| 3 | 2.920 | 4.303 | 9.925 |
| 4 | 2.353 | 3.182 | 5.841 |
| 5 | 2.132 | 2.776 | 4.604 |
| 6 | 2.015 | 2.571 | 4.032 |
| 7 | 1.943 | 2.447 | 3.707 |
| 8 | 1.895 | 2.365 | 3.499 |
| 9 | 1.860 | 2.306 | 3.355 |
| 10 | 1.833 | 2.262 | 3.250 |
| 11 | 1.812 | 2.228 | 3.169 |
| 12 | 1.796 | 2.201 | 3.106 |
| 13 | 1.782 | 2.179 | 3.055 |
| 14 | 1.771 | 2.160 | 3.012 |
| 15 | 1.761 | 2.145 | 2.977 |
| 16 | 1.753 | 2.131 | 2.947 |
| 21 | 1.725 | 2.086 | 2.845 |
| 26 | 1.708 | 2.060 | 2.787 |
| 31 | 1.697 | 2.042 | 2.750 |
| 41 | 1.684 | 2.021 | 2.704 |
| 61 | 1.671 | 2.000 | 2.660 |
| $\infty + 1$ | 1.645 | 1.960 | 2.576 |

Tabla de 2 colas

Nivel de
probabilidad (p)

Nivel de
confianza (%)

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PRECISIÓN DE UN CONJUNTO DE RESULTADOS. INTERVALO DE CONFIANZA

Cifras significativas. Reglas de redondeo

- ✓ Cuando se estima el error de medida, el valor obtenido presenta con frecuencia un número arbitrario de cifras.
- ✓ No tiene sentido emplear cualquier número de cifras en el error, ya que es la primera cifra distinta de cero la que determina su magnitud.
- ✓ Las **cifras significativas** son las que se necesitan para expresar con precisión una medida.
- ✓ Al proceso de eliminar las cifras no significativas se le denomina **REDONDEO**.

| Expresiones Incorrectas | | Expresiones Correctas |
|-------------------------------|---|----------------------------|
| $23.463 \pm 0.165 \text{ cm}$ | → | $23.5 \pm 0.2 \text{ cm}$ |
| $345.20 \pm 3.10 \text{ mm}$ | → | $345 \pm 3 \text{ mm}$ |
| $43 \pm 0.06 \text{ m}$ | → | $43.00 \pm 0.06 \text{ m}$ |
| $345.2 \pm 3 \text{ m}$ | → | $345 \pm 3 \text{ m}$ |

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PRECISIÓN DE UN CONJUNTO DE RESULTADOS. INTERVALO DE CONFIANZA

Ejemplo 1

Se ha llevado a cabo la determinación de mercurio en una muestra de condensado de gas comercial con los siguientes resultados (expresados en ng mL⁻¹):

23.3 22.5 21.9 21.5 19.9 21.3 21.7 23.8 22.6 24.7

a) Calcular la media de los resultados obtenidos evaluando su intervalo de confianza para un 95 % de nivel de probabilidad.

b) Evaluar la precisión del método.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = 22.32 \text{ ng/mL}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$s = 1.377 \text{ ng/mL}$$

$$IC = \frac{ts}{\sqrt{n}} = 2.262 \times \frac{1.377}{\sqrt{10}} = 0.949 \text{ ng/mL}$$

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha, y} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\mu = (22 \pm 1) \text{ ng/mL}$$



Reglas de redondeo

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

PRECISIÓN DE UN CONJUNTO DE RESULTADOS. INTERVALO DE CONFIANZA

Ejemplo 1

Se ha llevado a cabo la determinación de mercurio en una muestra de condensado de gas comercial con los siguientes resultados (expresados en ng mL⁻¹):

23.3 22.5 21.9 21.5 19.9 21.3 21.7 23.8 22.6 24.7

a) Calcular la media de los resultados obtenidos evaluando su intervalo de confianza para un 95 % de nivel de probabilidad.

b) Evaluar la precisión del método.

$$\bar{x} = 22.32 \text{ ng/mL}$$

$$s = 1.377 \text{ ng/mL}$$

$$\text{RSD} = \frac{s}{\bar{x}}$$

$$\text{RSD} = 0.062$$

$$\text{CV} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

$$\text{CV} = 6.2\%$$

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ELIMINACIÓN DE RESULTADOS DISCORDANTES: CRITERIO Q DE DIXON

- ✓ Los resultados discordantes son aquellos que no pertenecen a una población o que existe una probabilidad inferior a un determinado valor de que pertenezcan a ella
- ✓ Son valores que no parecen corresponderse con el resto de los valores en el grupo de datos
- ✓ Se pueden producir al cometer errores o fallos en la metodología aplicada
- ✓ Cuando se tienen una serie de valores se debe aplicar algún criterio, como el Q de Dixon para evaluar si los valores extremos están dentro del grupo
- ✓ Se aplica cuando el número de valores está entre 3 y 10
- ✓ El criterio sirve para eliminar solo un valor anómalo

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ELIMINACIÓN DE RESULTADOS DISCORDANTES: CRITERIO Q DE DIXON

| Resultado dudoso | Fórmula |
|--------------------------|--|
| Valor más bajo (x_1) | $Q_{\text{exp}} = \frac{X_2 - X_1}{X_n - X_1}$ |
| Valor más alto (x_n) | $Q_{\text{exp}} = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_1}$ |

El valor de Q_{exp} calculado se compara con el valor de Q tabulado (Q_{tab}) al nivel de confianza elegido, normalmente el 90%, para el número de datos experimentales (n).

Si $Q_{\text{exp}} > Q_{\text{tab}}$, se rechaza el valor dudoso

Si $Q_{\text{exp}} < Q_{\text{tab}}$, no existen diferencias significativas y se acepta dicho valor

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ELIMINACIÓN DE RESULTADOS DISCORDANTES: CRITERIO Q DE DIXON

Valores de Q para diversos niveles de confianza

| <u>Número de medidas, n</u> | <u>Q 0.90</u> | <u>Q 0.95</u> |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| 4 | 0.765 | 0.829 |
| 5 | 0.642 | 0.710 |
| 6 | 0.560 | 0.625 |
| 7 | 0.507 | 0.568 |
| 8 | 0.468 | 0.526 |
| 9 | 0.437 | 0.493 |
| 10 | 0.412 | 0.466 |
| 11 | 0.392 | 0.444 |
| 12 | 0.376 | 0.426 |
| 13 | 0.361 | 0.410 |
| 14 | 0.349 | 0.396 |
| 15 | 0.338 | 0.384 |
| 16 | 0.329 | 0.374 |
| 17 | 0.320 | 0.365 |
| 18 | 0.313 | 0.356 |
| 19 | 0.306 | 0.349 |
| 20 | 0.300 | 0.342 |

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

ELIMINACIÓN DE RESULTADOS DISCORDANTES: CRITERIO Q DE DIXON

Ejemplo 2.

La determinación de la concentración de nitrito en una muestra de agua de río ha proporcionado los siguientes valores, expresados en mg L⁻¹:

0.403 0.410 0.401 0.380

Evaluar si el valor 0.380 mg L⁻¹ debe ser rechazado a un nivel de probabilidad del 95 %.

1. Ordeno los valores de mayor a menor: 0.410, 0.403, 0.401, 0.380

| Resultado dudoso | Fórmula |
|----------------------------------|--|
| Valor más bajo (x ₁) | $Q_{\text{exp}} = \frac{X_2 - X_1}{X_n - X_1}$ |
| Valor más alto (x _n) | $Q_{\text{exp}} = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_1}$ |

$$Q_{\text{exp}} = \frac{0.401 - 0.380}{0.410 - 0.380} = 0.7$$

$$Q_{\text{tab}} = 0.829$$

$Q_{\text{exp}} < Q_{\text{tab}}$, no existen diferencias significativas y se acepta dicho valor

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD

- ✓ Cuando existe un valor histórico o valor verdadero (μ), que procede por ejemplo de un material de referencia certificado, se debe evaluar la exactitud entre el valor medio (\bar{x}), obtenido experimentalmente, y el valor verdadero



Utilizamos la distribución t de Student

1º Calcular la t de Student

$$t_{\text{exp}} = \frac{|\mu - \bar{x}| \sqrt{n}}{S}$$

2º Comparar t_{exp} y t_{tab}

Si $t_{\text{exp}} > t_{\text{tab}}$ **existen diferencias significativas**, al nivel de probabilidad establecido, que **indican además de errores aleatorios un error de método.**

Si $t_{\text{exp}} < t_{\text{tab}}$ **no existen diferencias significativas**, al nivel de probabilidad establecido y **el método utilizado es exacto.**

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD

Ejemplo 3

Para llevar a cabo la determinación rápida de azufre en queroseno, se probó un método nuevo cuyos resultados, en % S, fueron de:

0.112 0.118 0.115 0.119

Se sabe que el contenido real de azufre en la muestra era de un 0.123 %

- Compare el valor medio de los resultados obtenidos con el valor nominal e indique si hay diferencias significativas a un nivel de probabilidad del 95 %.
- ¿Qué ocurre si se trabaja a un nivel de probabilidad del 99 %?

$$t_{\text{exp}} = \frac{|\mu - \bar{x}| \sqrt{n}}{s}$$

$$\bar{x} = 0.116 \%$$

$$s = 3.2 \times 10^{-3} \%$$

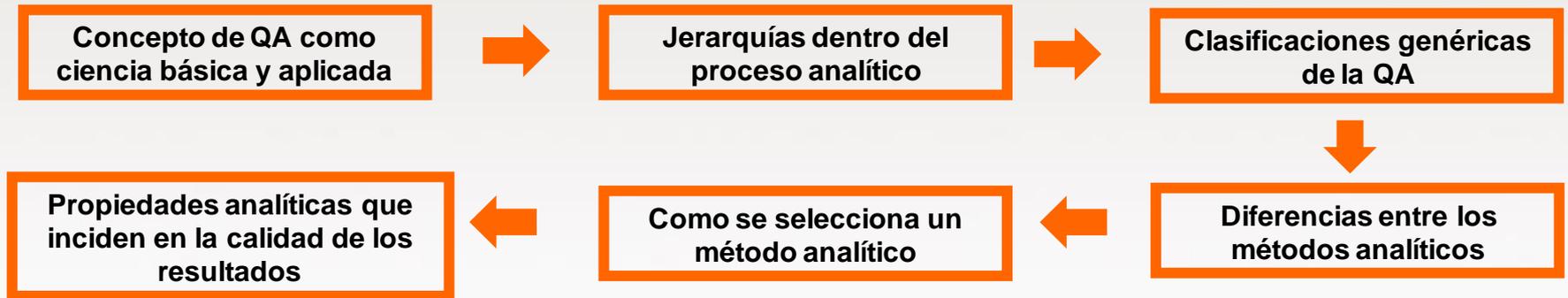
$$t_{\text{exp}} = 4.43$$

$$t_{n=4,95\%} = 3.182 \quad \longrightarrow \quad \text{Hay diferencias significativas}$$

$$t_{n=4,90\%} = 5.841 \quad \longrightarrow \quad \text{No hay diferencias significativas}$$

TEMA 1. Química Analítica: Concepto, Objetivos y Metodología

¿QUÉ VAMOS A APRENDER?



¿QUÉ HEMOS APRENDIDO?

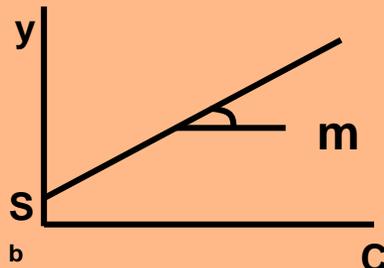
- Calcular las propiedades analíticas que inciden en la calidad de los resultados

- Exactitud

- Intervalo de confianza $\mu = \bar{X} \pm \frac{t \times s}{\sqrt{n}}$

- Sensibilidad

$$y = mC + S_b$$



- Precisión

$$CV = \frac{s}{\bar{X}} \times 100$$

- Incertidumbre

$$U_R = t \frac{s_R}{\sqrt{n}}$$

- LD

$$LD = \bar{x}_b \pm 3s_b$$

- LQ

$$LQ = \bar{x}_b \pm 10s_b$$