



Gobierno de Ciudad de Buenos Aires  
Ministerio de Educación  
D.G.S.F.D



Instituto Superior de Profesorado  
"Dr. Joaquín González"

**Nivel:** Superior

**Carrera:** Profesorado de Educación Superior en Química

**Campo:** de la Formación Disciplinar

**Instancia curricular:** Química Analítica

**Cursada:** Anual

**Carga horaria:** 6 hs cátedra semanales

**Profesor/a:** Prof. Mauro Vanarelli

**Año:** 2025

## Fundamentación

La Química Analítica estudia el conjunto de principios, leyes y técnicas cuya finalidad es la determinación de la composición química de una muestra natural o artificial.

Aunque esta constituye una rama ya antigua de la Química, ha tenido lugar un desarrollo rapidísimo de nuevos métodos de análisis a partir de la tercera o cuarta década del siglo XX. Este desarrollo ha sido motivado en gran parte por las necesidades inherentes a la rápida expansión de la economía industrial y también al desarrollo intenso de programas de investigación en diferentes campos: agricultura, alimentos, minería, metalurgia, aprovechamiento de aguas, industria farmacéutica entre otros (Ayres, 19701; Johansson, 19882).

Dada su extensión, complejidad y los diferentes objetivos que persigue, se suele separar el estudio de esta rama en dos asignaturas diferenciadas: Química Analítica Cualitativa y Química Analítica Cuantitativa.

Resulta apropiado, entonces, preguntarnos cuál es el recorte pertinente de este campo del conocimiento, de manera que sea útil para la formación de un futuro profesor de Química.

Dentro del plan de estudios del Profesorado en Química, esta asignatura se enmarca en tercer año y contempla los contenidos fundamentales de ambas ramas de esta disciplina.

Atendiendo a la necesidad de formar Profesores en Química, y en concordancia con los contenidos propuestos en el Diseño Curricular de la Institución, se pretende desarrollar los fundamentos del análisis cualitativo y cuantitativo inorgánico a través del estudio de los diferentes tipos de reacciones de equilibrio (ácido-base, precipitación, formación de compuestos de coordinación, óxido-reducción) y su aplicación a la determinación cuantitativa de sustancias a través de métodos volumétricos y gravimétricos.

Por último, se estudiarán algunos métodos actuales de análisis como ser lo métodos electroquímicos y ópticos de análisis.

Con respecto a los trabajos prácticos de laboratorio, éstos cobran relevancia para el futuro profesor por cuanto hacen hincapié en el aspecto metodológico y riguroso de esta disciplina.

Estos trabajos de laboratorio se constituirán como instancias de aplicación de los contenidos tratados en las clases teóricas, propiciando la mejor comprensión de los mismos.

Las actividades de laboratorio propuestas refuerzan las destrezas adquiridas en los cursos de Química precedentes a la vez que dan la posibilidad de adquirir nuevas destrezas. Además, permitirán al estudiante conocer métodos de análisis que hasta el momento no se han explorado como parte de la formación.

## Objetivos / propósitos

Que el estudiante, al finalizar la materia, logre:

- Comprender los diferentes tipos de reacciones de equilibrio (ácido-base, precipitados, complejos, redox).
- Conocer los métodos clásicos del análisis cuantitativo y sus fundamentos químicos (volumetrías – gravimetrías).
- Introducirse conceptual y prácticamente en las técnicas instrumentales básicas.
- Interpretar fenómenos de interés práctico en función de los conceptos teóricos adquiridos en la asignatura.
- Resolver ejercicios numéricos relacionados con los contenidos de la materia.

- Perfeccionar las técnicas de trabajo en laboratorio adquiridas en asignaturas anteriores
- Adquirir el vocabulario específico de la asignatura.
- Desarrollar en el estudiante el espíritu crítico y la toma de decisiones fundamentadas.

## **Contenidos**

### Unidad 1. Introducción al Análisis Químico

Objetivos y alcance de la Química Analítica. Campo de estudio de la Química Analítica Cualitativa y la Química Analítica Cuantitativa. Condiciones exigidas para que una reacción química sea útil en análisis cualitativo. Comparación con aquellas exigidas para un análisis cuantitativo.

Etapas de un análisis químico. Consideraciones en cada etapa del análisis. Clasificación de métodos.

Presentación de resultados. Cifras significativas. Exactitud y precisión. Nociones de errores en el análisis químico.

Soluciones. Revisión de conceptos aprendidos en cursos anteriores. Expresión del balance de masa. Condición de electroneutralidad.

### Unidad 2. Equilibrio Ácido-Base. Volumetría Ácido-Base

Revisión de teoría ácido-base de Bronsted-Lowry. Pares ácido-base conjugados. Autoprotólisis del agua.  $K_w$ . Cálculos de pH de soluciones acuosas: ácido fuerte, base fuerte, ácido débil, base débil, sales. Ácidos polipróticos. Especies anfóteras. Resolución por balance de masa y cargas.

Diagramas de distribución de especies para el caso de ácidos monopróticos y polipróticos.

Mezclas de un ácido (o base) y su base (o ácido) conjugada. Expresión general obtenida por balance de masa y carga. Soluciones reguladoras de pH. Ecuación de Henderson-Hasselbach. Repaso de contenidos aprendidos en Química General e inorgánica 2.

Condiciones exigidas para que una reacción sea útil en análisis volumétrico. Principios generales de las titulaciones. Error de titulación. Patrones primarios. Requisitos necesarios. Patrones primarios utilizados en volumetría ácido-base. Curvas de titulación ácido-base. Efecto de la constante y de la dilución. Elección de indicadores.

### Unidad 3. Equilibrio de precipitación y sus aplicaciones analíticas.

Equilibrio de solubilidad. Constante del producto de solubilidad. Relación entre  $K_{ps}$  y solubilidad. Efecto del ion común. Efecto de la fuerza iónica. Precipitación fraccionada. Efecto del pH en la solubilidad. Aplicaciones al caso de precipitación de sulfuros y su relación con la marcha sistemática de cationes. Disolución de precipitados por formación de complejos.

Determinación del punto final en volumetrías de precipitación (Argentimetría). Métodos de Mohr, Charpentier Volhard y Fajans. Aplicaciones de estas técnicas.

Gravimetría por precipitación. Características que debe cumplir una reacción de precipitación para ser útil en gravimetría. Etapas del análisis gravimétrico. Etapas en la formación de un precipitado. Sobresaturación relativa. Precipitados cristalinos y coloidales. Digestión y lavado de precipitados. Contaminación de precipitados. Tratamiento térmico. Ejemplos de métodos gravimétricos: determinación de sulfato o bario, determinación de níquel, determinación de hierro.

#### Unidad 4. Separaciones analíticas.

Aplicación del equilibrio de solubilidad a la separación de iones. Factor de recuperación. Descripción de la marcha analítica de cationes.

Cromatografía. Fase estacionaria. Fase móvil. Clasificación de las técnicas cromatográficas. Fundamentos de la separación por cromatografía gaseosa. Cromatografía gas-líquido (CGL). Cromatografía gas-sólido (CGS). Cromatógrafo gaseoso: Breve descripción de sus partes y funciones. Corridas isotérmicas y con temperatura programada.

Cromatografía Líquida de Alta Performance (HPLC). Fundamentos básicos de la separación por cromatografía líquida. Esquema del equipo. Descripción de sus partes y funciones.

#### Unidad 5. Equilibrio de Óxido-Reducción. Volumetrías de óxido-reducción.

Reacciones de óxido-reducción. Oxidantes y reductores. Potencial de reducción estándar. Diagramas de Latimer. Dismutación. Ecuación de Nernst. Predicción de reacciones. Vinculación entre potencial de celda y energía libre. Cálculo de constantes de equilibrio de reacciones. Potencial formal. Equilibrios combinados: influencia del pH, de la formación de complejos y precipitados. Diagramas de Pourbaix.

Volumetría redox: Curva de titulación. Algunas aplicaciones de las titulaciones redox: determinación de concentración de peróxido de hidrógeno en agua oxigenada, determinación de hierro, determinación de cobre, determinación de hipocloritos.

#### Unidad 6. Métodos Instrumentales

*Potenciometría.* Electrodos de referencia y electrodos indicadores. Medición del pH: Electrodo de vidrio. Electrodos de ion selectivo.

Titulaciones potenciométricas. Determinación del punto final por método gráfico: E vs volumen, primera y segunda derivada.

*Conductimetría.* Fenómenos de conducción en electrolitos fuertes y débiles. Conductancia molar. Conductancia molar por disolución infinita. Titulación conductimétrica. Aplicación al caso de titulaciones ácido-base y de precipitación.

*Métodos ópticos.* El espectro electromagnético. Interacción de la energía radiante con la materia. Espectro visible y ultravioleta. Aspectos cuantitativos: Ley de Lambert-Beer. Deducción y condiciones de validez. Transmitancia y absorbancia. Gráficos relacionados. Desviaciones. Análisis de mezclas.

*Espectrofotometría de absorción molecular.* Espectrómetros de simple y doble haz. Esquema de estos equipos y descripción de sus partes.

*Absorción atómica.* Descripción del fenómeno. Partes y funciones del equipo. Lámpara de cátodo hueco. Diferentes modalidades de producción de vapor atómico: llama, generación de hidruros y horno de grafito. Concepto de límite de detección y de cuantificación. Ejemplos de determinaciones por estos métodos.

## **Trabajos Prácticos de Laboratorio**

- Preparación de soluciones valoradas de ácidos y bases.
- Determinación de acidez de productos comerciales
- Determinación de carbonatos y bicarbonatos en una solución.
- Experiencias sobre equilibrio de precipitación
- Volumetría de precipitación. Métodos de Mohr, Charpentier-Volhard y Fajans.
- Gravimetría: tipos de precipitado y sus propiedades
- Separaciones analíticas: determinación de cationes en muestra incógnita por cromatografía en papel.
- Titulación redox: permanganimetría y yodometría.
- Titulación potenciométrica: Determinación de ácido fosfórico en coca cola.
- Titulación conductimétrica de HCl. Determinación de ácido acetil-salicílico en comprimidos.
- Espectrofotometría de absorción molecular: Determinación de la concentración de una solución de permanganato.

## **Bibliografía obligatoria**

- Day, R., Underwood, A. (1989). Química Analítica Cuantitativa. Quinta Edición. México:Prentice Hall.
- Skoog, D. y West, D. (2008). Fundamentos de Química Analítica. Octava Edición. México:Thomson.

## **Bibliografía de consulta**

- Burriel, F. et al (1992). Química Analítica Cualitativa. Decimocuarta edición. España: Paraninfo.
- Buttler, J.N. (1968). Cálculos de pH y de solubilidad. Colombia: Fondo Educativo Interamericano S.A.
- Hamilton, L. (1988). Cálculos de Química Analítica. Segunda Edición en Español. Buenos Aires: Mc. Graw Hill.
- Kolthoff, I. (1972). Análisis Químico Cuantitativo. Buenos Aires: Nigar.
- Skoog, D., Holler, J., Nieman, T. (2000). Principios de Análisis Instrumental. Editorial Mc Graw Hill.

**Modalidad:** Materia.

## **Evaluación:**

### **Sistema de Promoción Directa**

De acuerdo con el Régimen de Evaluación de la Institución, esta cátedra decide no ofrecer la posibilidad de promoción directa

### **Sistema de Promoción con Examen Final**

- Se deberá contar con una asistencia del 60% a las clases teóricas
- Aprobar 2 parciales de carácter teórico-práctico (o sus respectivos recuperatorios) que contemplarán los temas vistos en clases en sus aspectos conceptuales y resolución de problemas. Para la aprobación se requiere de una nota igual o superior a 4 puntos.

- Se deberá contar con una asistencia del 80% a las clases de laboratorio
- Aprobar los informes de laboratorio.
- Aprobar el examen final con una nota mínima de 4 puntos.

### **Sistema de Alumna/o Libre**

Al ser éste un espacio que contempla trabajos prácticos de laboratorio se exceptúa el régimen de alumno libre de acuerdo al Régimen de Evaluación del Instituto vigente desde 2018

**Prof. Mauro Vanarelli**

**Marzo 2025**