



Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Ministerio de Educación  
Unidad de Coordinación del Sistema de Formación Docente



Instituto Superior del Profesorado  
"Dr. Joaquín V. González"

2022 – Año del 40° Aniversario de la Guerra de Malvinas. En homenaje a los veteranos y  
caídos en la defensa de las Islas Malvinas y el Atlántico Sur"

**Nivel:** Superior

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

**Eje:** Campo de la Formación Específica

**Instancia curricular:** Química Analítica

**Cursada:** Anual

**Carga horaria:** 6 (seis) horas cátedra semanales

**Profesor/a:** Mauro Vanarelli.

**Año:** 2022

## **Fundamentación**

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

Aunque la Química Analítica 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, 1970<sup>1</sup>; Johansson, 1988<sup>2</sup>).

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 extracción) 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 los métodos electroquímicos y ópticos de análisis.

---

<sup>1</sup> Ayres, G. (1970). Análisis Químico Cuantitativo. Segunda Edición. Madrid: El Castillo.

<sup>2</sup> Johansson, A. (1988). The development of titration methods. Some historical annotations. *Analytica Chimica Acta*, 206, pp. 97-109.

## **Objetivos / Propósitos**

- Comprender los diferentes tipos de reacciones de equilibrio (ácido-base, precipitados, complejos, extracción, 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 / Unidades temáticas**

### **Unidad 1. Introducción a la Química Analítica**

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 del análisis químico.

Sensibilidad y selectividad de una reacción química. Factores que las afectan. Equilibrio Químico: repaso de contenidos estudiados.

### **Unidad 2. Equilibrio ácido-base en sistemas monopróticos y polipróticos**

Revisión de teorías ácido-base de Lewis y Bronsted-Lowry. Revisión de cálculos de pH en sistemas monopróticos aprendidos en años anteriores: ácido fuerte, base fuerte, ácido débil, base débil. Sistemas reguladores. Ecuación de Henderson.

Equilibrio ácido-base en sistemas polipróticos: ácidos y bases polipróticas. Especies anfóteras. Buffers de ácidos polipróticos. Diagramas de especiación.

Estudio sistemático del equilibrio químico: Expresión de balances de masa y carga para diferentes sistemas.

### **Unidad 3. Aplicaciones del equilibrio ácido-base: Titulaciones ácido-base**

Curvas de titulación de sistemas monopróticos y polipróticos. Gráficos relacionados. Posibilidad de la titulación utilizando indicadores de cambio de color.

Aspectos experimentales de las titulaciones ácido-base: Preparación de soluciones y valoración utilizando patrones primarios. Titulaciones directas y titulación por retorno.

Determinaciones cuantitativas: acidez de un vinagre comercial; análisis de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, solos o en mezclas por el método de Warder.

### **Unidad 4. Equilibrio de solubilidad**

Constante del producto de solubilidad ( $K_{ps}$ ). Factores que influyen en la solubilidad de los precipitados: efecto del ion común, efecto salino, influencia del pH.

Complejos: repaso de constantes de inestabilidad y formación. Influencia de la formación de complejos en la solubilidad de los precipitados.

Marcha sistemática de cationes: descripción de los grupos de análisis.

### **Unidad 5. Aplicaciones de los equilibrios de solubilidad: Titulaciones por precipitación y gravimetría.**

Titulaciones por precipitación. Determinación del punto final por el método de Mohr y Volhard. Reacciones características. Errores en cada método.

Gravimetría por precipitación y volatilización. 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 6. Equilibrio de oxido-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. Sistemas redox del agua. Zona de estabilidad del agua. Influencia del pH en el potencial de reducción, de la formación de complejos y precipitados. Breve reseña sobre diagramas de Pourbaix.

#### **Unidad 7. Aplicaciones del equilibrio de óxido-reducción: Titulación redox**

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 8. Métodos instrumentales de análisis**

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

**Espectroscopía UV-Vis.** 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.

Espectroscopía de 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.

### **Modalidad de trabajo**

Las clases serán de modalidad teórico-práctica. En ellas se espera la participación de los alumnos cursantes.

En las clases se introducirán los aspectos conceptuales de los diferentes temas, apelando a estrategias de rescate de ideas previas.

Se propone el estudio de casos representativos de los diferentes temas, apuntando a la aplicación de los mismos en situaciones reales.

La propuesta se complementa con experiencias de laboratorio donde los estudiantes podrán trabajar de manera empírica los diversos aspectos y aplicaciones de los temas estudiados.

Estos trabajos prácticos culminarán con la presentación de un informe donde se relate la experiencia del día y las observaciones y resultados obtenidos.

Se propone el uso de un aula en la plataforma del INFoD para la provisión de material bibliográfico,

## Trabajos Prácticos

Trabajo Práctico	Título
TP N°1	<b>Selectividad y sensibilidad de una reacción química</b>
TP N°2	Preparación y titulación de NaOH. Preparación y titulación de HCl
TP N°3	Titulación de ácido acético en vinagre. Determinación del contenido de $\text{NaCO}_3$ en una muestra sólida por titulación por retorno.
TP N°4	Determinación del contenido de iones carbonato y bicarbonato en una muestra de agua.
TP N°5	Análisis de cationes por precipitación fraccionada
TP N°6	Titulación de cloruros por métodos de Mohr y Volhard.
TP N°7	Gravimetría por precipitación: Determinación de Níquel con DMG
TP N°8	Titulación de $\text{KMnO}_4$ con oxalato de sodio Determinación del contenido de $\text{H}_2\text{O}_2$ en agua oxigenada.
TP N°9	Titulación potenciométrica y conductimétrica
TP N°10	Determinación de $\text{Cu}^{2+}$ por espectrofotometría

### Régimen de aprobación de la materia: sin examen final /con examen final. Condiciones.

#### 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 parcialitos de laboratorio y los informes correspondientes.
- Aprobar el examen final con una nota mínima de 4 puntos.

#### Libres

Los exámenes libres serán indefectiblemente escritos y orales y se rendirán frente a tribunal de profesores. El examen abarcará el programa completo del curso previo con la bibliografía indicada. El examen escrito es eliminatorio y quedará archivado.

El alumno deberá realizar un trabajo práctico del programa a elección del tribunal, luego de ser interrogado tanto en los temas teóricos como en los problemas.

### Bibliografía Específica

- Burriel, F. et al (1992). Química Analítica Cualitativa. Decimocuarta edición. España: Paraninfo.
- 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
- Zimmer, Roberto (1978). Primeros pasos en química analítica cuantitativa. Editorial Eudeba.

## **Bibliografía General**

- 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.
- Silva, M.; Barbosa, J. (2002). Equilibrio iónico y sus aplicaciones analíticas. España: Síntesis.
- Skoog, D., Holler, J., Nieman, T. (2000). Principios de Análisis Instrumental. Editorial Mc Graw Hill.
- Vogel, A (1969). Química Analítica Cualitativa. Buenos Aires: Kapelusz.
- Vogel, A. (1960) Química Analítica Cuantitativa. Volumen I. Buenos Aires: Kapelusz.