



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Química Bioquímica y Farmacia  
Departamento: Química  
Area: Qca Analítica

(Programa del año 2025)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 05/05/2025 20:39:34)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
TECNICAS SEPARATIVAS	LIC. EN QUIMICA	12/21	2025	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ALMEIDA, CESAR AMERICO	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
GUIÑEZ, MARIA EVANGELINA	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
MARIÑO REPIZO, LEONARDO	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
GODOY, ANA PAULA	Auxiliar de Laboratorio	A.1ra Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	4 Hs	Hs	2 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2025	24/06/2025	15	90

### IV - Fundamentación

El Curso Técnicas Separativas se dicta en el tercer año de la carrera y se ubica entre cursos básicos y avanzados de Química Analítica. Sus contenidos complementan, por una parte, al conjunto de procesos encaminados a la determinación cualitativa, cuantitativa y estructural de la materia vistos en otros cursos de Química Analítica. Por otra parte, considerando el enorme avance de la tecnología de los instrumentos disponibles para realizar separaciones continuas -especialmente las cromatográficas y las electroforéticas- sirven para introducir el concepto de la integración de los procesos separativos con el determinativo en una sola etapa.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El objetivo principal del curso es introducir al estudiante tanto en la importancia como en la problemática de las separaciones y en la preconcentración de compuestos químicos, con propósitos analíticos. Se orienta hacia el estudio de los fundamentos de las técnicas separativas discontinuas (no cromatográficas) y de las continuas (no cromatográficas y cromatográficas). El/la estudiante aprenderá los fundamentos y la finalidad de las principales técnicas de separación tales como la extracción líquido-líquido, cromatográficas en sus diversas modalidades y electroforéticas, clásica y capilar.

Se introducirá al estudiante en el conocimiento de una tendencia tecnológica actual de la Química Analítica que está ampliamente extendida en otras áreas científicas y tecnológicas, que es la Miniaturización de Sistemas y Procesos Analíticos. El objetivo principal del Curso es introducir al estudiante tanto en la importancia como en la problemática de las separaciones y en la preconcentración de compuestos químicos, con propósitos analíticos. Se orienta hacia el estudio de los fundamentos de las técnicas separativas discontinuas (no cromatográficas) y de las continuas (no cromatográficas y cromatográficas). El/la

estudiante aprenderá los fundamentos y la finalidad de las principales técnicas de separación tales como la extracción líquido-líquido, cromatográficas en sus diversas modalidades y electroforéticas, clásica y capilar. Aprenderá los diagramas esquemáticos generales de la instrumentación básica requerida para el uso de cada técnica y su implementación en equipos reales de alta complejidad. Se introducirá al estudiante en el conocimiento de una tendencia tecnológica actual de la Química Analítica que está ampliamente extendida en otras áreas científicas y tecnológicas, que es la Miniaturización de Sistemas y Procesos Analíticos.

## VI - Contenidos

### **Bolilla 1.-**

Introducción a los métodos analíticos. Los métodos de análisis analíticos y las técnicas separativas. Su importancia en el proceso de medida química. Generalidades de los métodos instrumentales. Parámetros de calidad de las medidas en los métodos analíticos. Curvas de calibrado. Relación entre señal y ruido instrumental. Aumento de la relación señal y ruido. Evaluación estadística de datos analíticos.

### **Bolilla 2.-**

Separaciones cuantitativas. Definición de Separación de Compuestos Químicos. Generalidades. Importancia y necesidad de las separaciones en Química Analítica. Propósitos de las separaciones. Separaciones continuas y discontinuas. Técnicas analíticas de separación: clasificación según criterios estáticos, de acuerdo con la naturaleza de las fases. Relaciones generales que afectan los procesos de separación con fundamentos termodinámicos y cinéticos.

### **Bolilla 3.-**

Extracción líquido-líquido: concepto. Generalidades. Aspectos termodinámicos. Equilibrio de distribución. Constante de reparto. Constante de distribución. Relación de distribución. Factor de recuperación, de separación y de enriquecimiento. Cinética de la extracción líquido-líquido. Extracción mediante un contacto y multicontacto. Extracción por circulación. Rendimiento o eficacia del proceso de separación. Errores genéricos originados por los procesos separativos. Separación y preconcentración Aplicaciones.

### **Bolilla 4.-**

Aplicaciones de las Extracciones Líquido-Líquido: Extracción de quelatos metálicos: concepto. Generalidades. La extracción de quelatos metálicos como una reacción química. Relación de distribución. Factores que afectan la extracción de quelatos: pH, concentración de reactivo quelante,  $pH_{1/2}$  concepto y utilidad. Empleo y preparación de soluciones buffer. Extracción de especies ionizables. Extracción de pares iónicos. Otras variantes: Extracciones Sólido-Líquido. Etapas y aspectos termodinámicos del proceso. Factores experimentales. Clasificación. Aplicaciones analíticas.

### **Bolilla 5.-**

Cromatografía. Definición. Panorama general de los distintos tipos de cromatografía. Clasificación (de acuerdo con el criterio de la I.U.P.A.C.). Cromatografía plana. Principios teóricos: concepto de  $R_f$ . Cromatografía en papel. Distintos tipos de papel para cromatografía. Siembra. Procedimientos de desarrollo: ascendente, descendente y horizontal. Revelado y sistemas de detección. Cromatografía en capa fina. Generalidades. Ventajas de la CCP frente a la CP. Materiales: placas y fases estacionarias. Cromatografía en capa fina de alta resolución.

### **Bolilla 6.-**

Cromatografía en columna. Consideraciones generales. Cromatograma. Forma del pico cromatográfico. Constante de distribución. Factor de selectividad y de capacidad. Eficacia de la columna cromatográfica. Evaluación experimental de la altura y del número de platos teóricos. Ensanchamiento intracolumnar de la banda cromatográfica: teoría cinética de la cromatografía. Ecuación de Van Deemter. Resolución de la columna cromatográfica. Aplicaciones: análisis cualitativo y cuantitativo. Distintas formas de obtener información cuantitativa.

### **Bolilla 7.-**

Cromatografía en columna de fase líquida: clásica y de alto rendimiento (CLAR o HPLC). Instrumentación para la cromatografía líquida de alto rendimiento. Sistemas de impulsión de solventes. Elución isocrática y con gradiente de

solventes. El problema de la inyección de la muestra. Columnas para la CLAR. Rellenos para la cromatografía de reparto: de película líquida adsorbida y unidas químicamente. Cromatografía de fase directa e inversa. Detectores. Cromatografía de Fluidos Supercríticos (CSF).

#### **Bolilla 8.-**

Cromatografía de fase gaseosa. Instrumentos para la cromatografía de gases. Inyección de la muestra. Columnas cromatográficas: rellenas y capilares. Requisitos de la fase estacionaria. Fases estacionarias de uso frecuente. Detectores. Características del detector ideal. Detector de ionización por llama, de conductividad térmica; de captura de electrones; de emisión atómica. Acoplamiento de la cromatografía a la espectroscopía infrarroja y de masas.

#### **Bolilla 9.-**

Electroforesis. Concepto. Propiedades generales de los electrolitos. Extensión de las leyes generales a los sistemas dispersos. Electroforesis en medios líquidos. Electroforesis sobre soportes. Técnicas. Ventajas y limitaciones. Condiciones experimentales. Electroforesis con evaporación controlada o no. Otros tipos de electroforesis. Evaluación de los resultados. Aplicaciones en el campo orgánico e inorgánico.

#### **Bolilla: 10**

Electroforesis Capilar: Principios generales. Instrumentación. Modos de operación. Modos electroforéticos: Electroforesis capilar de zona, Isoelectroenfoque Capilar. Electroforesis Capilar de geles. Modos Cromatográficos: Cromatografía Capilar Micelar Electrocinética. Cromatografía Capilar Quiral. Electrocromatografía Capilar. Aplicaciones en el campo del análisis biológico, clínico y farmacéutico.

#### **Bolilla 11.-**

Separaciones por intercambio iónico. Intercambiadores de iones: conceptos generales. Distintos tipos de sustancias intercambiadoras de iones: inorgánicas, orgánicas, aniónicas, catiónicas. Equilibrio del intercambio de iones: coeficiente de selectividad. Cromatografía de intercambio iónico. Generalidades. Cromatografía iónica. Equilibrios del intercambio iónico Tipos de rellenos de columnas. C.I. con columnas supresoras y con una sola columna. Aplicaciones

#### **Bolilla 12.-**

Ultracentrifugación en química analítica y preparativa. Aplicaciones de la ultracentrifugación preparativa en diversas muestras. Ultracentrifugación diferencial. Sistemas automáticos discontinuos. Separaciones continuas no-cromatográficas. Sistema gas-líquido: Difusión gaseosa; Ósmosis. Sistema líquido-líquido: Diálisis. Aplicaciones.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

- TP 1.- Preparación de soluciones (soluciones amortiguadoras de pH) para ser utilizadas en los prácticos posteriores Entrenamiento en el uso correcto de material de laboratorio (balanzas, pH-metro, material de vidrio, etc). Duración 3 h.
- TP 2.- Preconcentración: extracción de hierro como oxinato y retroextracción con solución acuosa ácida. Determinación cuantitativa del hierro preconcentrado por comparación visual de colores. Duración 3 h.
- TP 3.- Extracción de quelatos metálicos. Separación y determinación espectrométrica de Fe(III) y Co(II) como oxinatos. Duración 3 h.
- TP 4.- Separación e identificación de Cu, Co y Ni por cromatografía sobre papel. Duración 3 h.
- TP 5- Separaciones en Cromatografía líquida de ultra elevada eficiencia y Cromatografía Gaseosa. Duración 3 h.
- TPL 6.- Determinación de proteínas séricas por electroforesis sobre soporte de acetato de celulosa. Duración 3 h.
- TPL 7.- Aplicación de separaciones mediante intercambio iónico en la desmineralizar una muestra de agua cruda. 3 h.

### **NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO**

Usar guardapolvo con puños, entallados y a la altura de la rodilla, de preferencia de algodón. Usar protección para los ojos tales como lentes de seguridad, guantes apropiados

No se permitirá la entrada al laboratorio con: faldas, pantalones cortos, medias de nylon, zapatos abiertos y cabello largo suelto.

No comer, beber, ni fumar en los lugares de trabajo. Trabajar con ropa bien entallada y abotonada.

Mantener las mesas siempre limpias y libres de materiales extraños (traer repasador). Colocar materiales peligrosos alejados

de los bordes de las mesas.

Arrojar material roto sólo en recipientes destinados a tal fin. Limpiar inmediatamente cualquier derrame de producto químico.

Mantener sin obstáculo las zonas de circulación y de acceso a las salidas y equipos de emergencia. Informar en forma inmediata cualquier incidente al responsable de laboratorio.

Antes de retirarse del laboratorio deben lavarse las manos.

#### NORMAS ESPECÍFICAS

Para tomar material caliente usar guantes y pinzas de tamaño y material adecuados.

Colocar los residuos, remanentes de muestras, etc. en recipientes especialmente destinados para tal fin. Rotular los recipientes, aunque sólo se utilicen en forma temporal.

No pipetear con la boca ácidos, álcalis o productos corrosivos o tóxicos

Manejo de solventes, ácidos y bases fuertes

Abrir las botellas con cuidado y de ser posible, dentro de una campana.

Los ácidos y bases fuertes deben almacenarse en envases de vidrio perfectamente tapados y rotulados, lejos de los bordes desde donde puedan caer.

No apoyar las pipetas usadas en las mesas. No exponer los recipientes al calor.

Trabajar siempre con guantes y protección visual.

Para la dilución de ácidos añadir lentamente el ácido al agua contenida en el matraz, agitando constantemente y enfriando si es necesario.

Antes de verter ácido en un envase, asegurarse de que no esté dañado.

Si se manejan grandes cantidades de ácidos tener a mano bicarbonato de sodio.

Si le cae por accidente sobre piel un solvente, ácido o álcali, inmediatamente lávese con abundante agua y busque atención.

#### TRABAJOS PRÁCTICOS DE PROBLEMAS:

El Curso proporcionará a los alumnos con la debida anticipación, los enunciados de los problemas que deberán resolver.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### CONCURRENCIA A TRABAJOS PRACTICOS DE LABORATORIO:

El/ la estudiante que no concurriere perderá el derecho a la realización de la práctica, en ese o en cualquier otro turno, pudiendo recuperarla en la fecha que oportunamente se fijare, siempre que cumpla los requisitos que se fijan más adelante. Será requisito indispensable que el estudiantado concurra al laboratorio munido de la correspondiente Guía de Trabajos Prácticos o un esquema sintético de la misma, cuaderno de notas, guardapolvo, guantes de látex descartables, antiparras de material plástico para la protección de los ojos y repasador.

#### APROBACION DE LOS TRABAJOS PRACTICOS DE LABORATORIO:

- 1.- El /la estudiante deberá demostrar un pleno conocimiento de la parte teórica referente a la práctica o experiencia, al ser interrogado en forma oral y/o escrita, antes, durante o a la finalización del Trabajo Práctico.
- 2.- El /la estudiante deberá tener una habilidad manual acorde con el tipo de experiencia que realice.
- 3.- Registrará en un "cuaderno de laboratorio" en forma ordenada los resultados obtenidos y las operaciones numéricas que cada cálculo le demande.
- 4.- El /la estudiante deberá obtener en sus determinaciones resultados aceptablemente coincidentes con los reales. El error aceptado dependerá del tipo y técnica de análisis utilizada y será fijado por el Curso en cada caso.
- 5.- A la finalización de cada práctica deberá entregar el material en perfectas condiciones de orden y limpieza. Para la aprobación de cada trabajo práctico, el estudiantado deberá dar cumplimiento a los cinco requisitos precitados.

#### REGULARIZACIÓN DEL CURSO

TRABAJOS PRÁCTICOS: De acuerdo a las reglamentaciones vigentes (Ord. CS-13/03 el estudiantado deberá aprobar en primera instancia el setenta y cinco (75 %) (o su fracción entera menor) del Plan de Trabajos Prácticos del Curso. Deberá completar la aprobación del noventa por ciento (90%) (o su fracción entera menor) en la primera recuperación. En la segunda recuperación deberá totalizar la aprobación del cien por ciento del Plan de Trabajos Prácticos.

PARCIALES: El /la estudiante será evaluado mediante dos evaluaciones parciales, las cuales deben ser aprobadas con siete (7) . Tendrá derecho a dos recuperaciones por parcial (Ord. CS-32/14).

## EXAMEN DE ESTUDIANTES QUE HAYAN PERDIDO SU CONDICION DE REGULARES Y ESTEN AUTORIZADOS A RENDIR:

Los /las estudiantes serán sometidos a tres tipos de pruebas de conocimientos, todas de carácter eliminatorio.

1.- La primera prueba consistirá en la resolución de problemas numéricos, problemas conceptuales y cuestionario sobre temas teóricos alusivos. Esta prueba no tendrá calificación numérica computable a los fines de la nota final; será de carácter eliminatorio, y para su aprobación se requerirá dar satisfacción al 75% de las exigencias solicitadas.

2.- La segunda parte será de índole práctica y consistirá en la realización de un Trabajo Práctico de los efectuados en el curso inmediato anterior al momento de la prueba. Para su aprobación deberá demostrarse una aceptable habilidad operativa junto a una clara y racional presentación de los valores determinados, y una coincidencia aceptable entre los últimos y los verdaderos. Al igual que la anterior, esta prueba tampoco tendrá calificación numérica computable a los fines de la nota final y será igualmente de carácter eliminatorio.

3.- El tema de las pruebas 1 y 2 será el mismo y a él se llegará por sorteo de los tres propuestos por el Curso, realizado en presencia de los interesados.

4.- La prueba final será oral o escrita y en la misma se procederá del mismo modo que para el caso de estudiantes regulares. La calificación de esta prueba será la única que se asentará en la planilla y libreta respectiva.

## IX - Bibliografía Básica

[1] M. Valcarcel Cases y A.Gómez Hens, "Técnicas Analíticas de Separación", Reverté, 1988.

[2] J. Calving Giddings "Unified Separation Science", John Wiley & Sons, Inc., 1991

[3] Yu Zolotov, "Extraction of Chelates Compounds", Ann Arbor, London, 1970.

[4] D.C. Harris, "Análisis Químico Cuantitativo", 3a edición, Ed Iberoamericana, 1992

[5] A. Ringbom, "Formación de Complejos en Química Analítica", Ed Alhambra, 1979.

[6] D. Skoog y D. West, "Análisis Instrumental", Interamericana, 1975.

[7] D.Skoog y D. West. "Química Analítica", 4ta ed., Mc Graw Hill,1989.

[8] D.A.Skoog, F.J. Holler y T.A. Nieman, "Principios de Análisis Instrumental", 5ta. Ed., Mc Graw Hill. 2002.

[9] I.M. Kolthoff, E.B. Sandell, E.J. Meehan y S.Bruckenstein, "Análisis Químico Cuantitativo", 4ta ed., Ed. Nigar SRL, 1972.

[10] F. Burriel Martí, F.Lucena Conde, S.Arribas Jimeno, J. Hernández Méndez, "Química Analítica Cuantitativa", 14ta ed.,Paraninfo, 1992.

[11] Walter Jennings, E. Mittleheldt y P. Stremple,"Analytical Gas Chromatography", 2da. Ed., Academic Press, 2002.

[12] Raymond P.W. Scott, "Principles and Practice of Chromatography", Chrom-Ed Book Series, Books 1-5, Laboratoryforscience,LLC, 2003.

[13] Gillian McMahon, "Analytical Instrumentation. A Guide to Laboratory, Portable and Miniaturized Instruments", 1st Ed.,

[14] John Wiley & Sons,Ltd., 2007

[15] "High Performance Capillary Electrophoresis. An Introduction". Publicación Nro 12-5091-6199E de Hewlett Packard Company.

[16] M. Valcárcel, Ma. S."Automatización y Miniaturización en Química Analítica". 2000 Ed. Springer-verlag Ibérica,S.A., Barcelona.

[17] L.R. Snyder y J.J. Kirkland, "Introduction to Modern Liquid Chromatography", 2nd edition,John Wiley & Sons, Inc.,1979.

[18] Timothy Blanc, Daniel E. Schaufelberger and Norberto A. guzman, "Capillary Electrophoresis". Analytical Instrumentation handbook, Edited by Galen Wood Ewing (Las Vegas, New Mexico), Marcel Dekker, Inc., 1997.

[19] Gas Chromatography, Gerhard Schomburg, Ed., M. G. Weller, VCH Publishers, Inc., new York, NY(USA), 1990.

[20] Apuntes de la asignatura, actualizados al 2015.

## X - Bibliografía Complementaria

[1] Apuntes redactados por los docentes de la cátedra.

## XI - Resumen de Objetivos

El objetivo del curso es introducir al estudiante tanto en la importancia como en la problemática de las separaciones y en la preconcentración de compuestos químicos, con propósitos analíticos. Se orienta hacia el estudio de los fundamentos de las

técnicas las separativas discontinuas (o no cromatográficas) y de las continuas o cromatográficas (cromatografía de fase líquida y gaseosa, y electroforesis clásica y capilar). Se introducirá al alumno en la tendencia actual de la Química Analítica por medio del tema "Miniaturización de sistemas y procesos analíticos".

## **XII - Resumen del Programa**

Bolilla 1.

Introducción a los métodos analíticos. Los métodos de análisis analíticos y las técnicas separativas.

Bolilla 2.

Separaciones cuantitativas. Propósitos de las separaciones. Separaciones continuas y discontinuas. Separación y preconcentración.

Bolilla 3.

Extracción líquido-líquido.

Bolilla 4.

Extracción de quelatos metálicos. Extracciones Sólido-Líquido.

Bolilla 5.-

Cromatografía. Cromatografía plana.

Bolilla 6.-

Cromatografía en columna.

Bolilla 7.-

Cromatografía en columna de fase líquida: clásica y de alto rendimiento (CLAR o HPLC). Cromatografía de Fluidos Supercríticos (CSF).

Bolilla 8.-

Cromatografía de fase gaseosa.

Bolilla 9.-

Electroforesis sobre soporte.

Bolilla: 10

Electroforesis Capilar.

Bolilla 11.-

Separaciones por intercambio iónico. Intercambiadores de iones. Cromatografía iónica.

Bolilla 12.-

Ultracentrifugación. Diálisis.

## **XIII - Imprevistos**

Los imprevistos, como así también las situaciones no contempladas en el presente programa, serán resueltos con las aplicaciones de las normativas vigentes para la Universidad Nacional de San Luis, en cada caso en particular.

## **XIV - Otros**

--

### **ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: