



San Miguel de Tucumán

EXP – FBQF – ME - 3657 – 2025

VISTO:

Las presentes actuaciones mediante las cuales la Secretaria Académica de esta Facultad, solicita la aprobación del programa teórico y práctico de la asignatura "QUÍMICA ANALÍTICA INSTRUMENTAL" correspondiente al 2° año del Plan de Estudios 2025 de la Carrera de Bioquímica y de Farmacia;

ATENTO:

A que el tema fue tratado como Asunto Entrado; y

CONSIDERANDO:

Que luego de un exhaustivo análisis del presente tema, los señores consejeros presentes, por unanimidad, acordaron acceder a lo solicitado;

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE BIOQUIMICA, QUIMICA Y FARMACIA

(en Sesión Ordinaria de fecha 28/03/2025)

RESUELVE :

Art.1°)- Aprobar el programa teórico y práctico de la asignatura "QUÍMICA ANALÍTICA INSTRUMENTAL" correspondiente al 2° año del Plan de Estudios 2025 de la Carrera de Bioquímica y de Farmacia, cuyo anexo forma parte de la presente resolución.

Art.2°)-Comuníquese. Cumplido archívese.

Firma electrónica por: Dra. María Eugenia Mónaco, Vicedecana - Dra. Carolina Serra Barcellona, Secretaria Académica - Sra. Nilda Leonor Ardiles, Directora General Administrativa a cargo de la Dirección General Académica

Resolución N°: RES - FBQF - DGA - RES - 2189 / 2025



Programa de asignatura – Plan de estudios 2025

I. Identificación			
Asignatura	Química Analítica Instrumental		
Instituto	Instituto de Química Analítica – Instituto de Química Orgánica		
Carrera	Bioquímica - Farmacia		
Carácter	Obligatoria		
Curso	Segundo		
Cuatrimestre	2° Cuatrimestre		
Horas presenciales	80	Horas semanales	6
Asignaturas correlativas	Asignaturas correlativas para cursar: Regular: Química Analítica y Química Orgánica I.		
	Asignaturas correlativas para rendir examen final o promoción: Regular: Química Analítica Aprobada: Química Orgánica I		

II. Descripción de la asignatura

El estudio de las bases conceptuales y metodológicas de las diferentes técnicas analíticas instrumentales y su aplicación al análisis de sustancias naturales y sintéticas de interés farmacéutico y bioquímico, permitirá al estudiante adquirir criterios sobre las posibilidades de aplicación, ventajas e inconvenientes de cada técnica. Además, la introducción al laboratorio de instrumentación analítica contribuirá al conocimiento de las diferentes formas de preparación de muestras y de trabajo experimental, los conceptos de garantía de calidad, el tratamiento de datos e informe de resultados confiables.

III. Resultados de Aprendizaje

1. Proporcionar los fundamentos de las técnicas analíticas instrumentales mediante el estudio de técnicas cromatográficas, espectroscópicas, espectrométricas y electroanalíticas.
2. Preparar al estudiante para desarrollar labores en el plano profesional, académico, científico y de extensión en aspectos vinculados al análisis de sustancias de interés en el ámbito de la salud.
3. Aplicar un proceso analítico para resolver problemas específicos mediante el estudio de cada una de las etapas que lo componen.
4. Conocer y usar herramientas estadísticas para el tratamiento e interpretación de datos, así como para la expresión de resultados.
5. Definir, calcular y evaluar parámetros de calidad para validar métodos de análisis.
6. Contribuir a la formación práctica de los estudiantes en el aislamiento, purificación e identificación de compuestos orgánicos con aplicación farmacológica y bioquímica.
7. Desarrollar habilidades en el manejo del equipamiento analítico y fomentar una actitud crítica en el trabajo experimental mediante la evaluación de la calidad de los resultados y la correcta elaboración de informes.
8. Poner en prácticas normas de higiene y seguridad en el laboratorio, así como la minimización y gestión de residuos químicos.



IV. Contenidos mínimos

Técnicas instrumentales de análisis. Espectrometría de absorción y emisión molecular. Espectrometría de absorción y emisión atómica. Turbidimetría y nefelometría. Potenciometría. Voltamperometría. Radioquímica. Separaciones analíticas. Cromatografías. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear de protones y carbono-13. Espectrometría de masas. Estadística aplicada a la química analítica. Estadística descriptiva e inferencia estadística. Calidad de las mediciones. Calibración en el análisis instrumental. Tratamiento e interpretación de datos. Elaboración de informes. Aplicaciones: determinaciones en muestras con importancia en salud.

V. Programa de contenidos Teóricos

MÓDULO 1

UNIDAD I- Separación y análisis de mezclas

TEMA 1

Cromatografía. Fundamentos. Clasificación. Cromatografía de adsorción. Adsorbentes: Concepto de actividad. Preparación de muestras analíticas. Eluyentes. Cromatografía en capa fina. Desarrollo, revelado y análisis de resultados. Criterios de identificación y de pureza. Cromatografía en columna. Uso analítico y preparativo de la cromatografía. Aplicaciones en muestras de interés farmacéutico y bioquímico.

TEMA 2

Cromatografía de gases. Definición. Clasificación. Tiempo y volumen de retención. Retención relativa. Eficiencia de una columna. Número de platos teóricos. Resolución. Instrumental para cromatografía de gases. Gas portador. Métodos de inyección. Columnas: distintos tipos. Temperatura de la columna. Detectores. Características generales. Detector de conductividad térmica. Detector de ionización de llama. Preparación de muestras. Aplicaciones en muestras de interés farmacéutico y bioquímico.

TEMA 3

Cromatografía líquida de alta performance (HPLC). Instrumental. Fase normal y fase reversa. Tratamientos de las fases móviles. Desecantes. Requisito de pureza de los solventes. Estabilidad y solubilidad de las muestras. Requisitos de la detección. Selección y manejo de las columnas. Preparación de muestras analíticas. Aplicaciones en muestras de interés farmacéutico y bioquímico.

UNIDAD II- Caracterización e identificación de compuestos puros

TEMA 4

Resonancia magnética nuclear protónica. Instrumentación. Preparación y manejo de muestras. Relaciones entre las constantes de acoplamiento, estructura y estereoquímica de los compuestos orgánicos. Análisis de señales complejas en el espectro de $^1\text{H-RMN}$. Protones sobre heteroátomos. Resonancia magnética nuclear de ^{13}C . Factores que afectan el desplazamiento químico de ^{13}C . Aplicación a la identificación de compuestos de interés farmacéutico y bioquímico.

TEMA 5

Espectrometría de masas. Fundamentos del método. Instrumentación. Obtención del espectro de masas. Reconocimiento del ion molecular. Fórmula molecular. Mecanismos de fragmentación y reordenamientos. Análisis de espectros de masas de compuestos orgánicos. Preparación y manejo de muestras. Aplicaciones en compuestos de interés farmacéutico y bioquímico.

MÓDULO II



UNIDAD III- Estadística para química analítica

TEMA 6

Errores en el análisis químico. Precisión. Medidas de dispersión: desviación estándar, varianza, coeficiente de variación y rango. Medidas de posición: media aritmética y mediana. Sesgo y recuperación. Exactitud. Cifras significativas. La t de Student. Límites de confianza de la media aritmética. Expresión de resultados. Calidad de las mediciones analíticas. Gráficas de control. Valores anómalos en una serie de datos: criterio Q de Dixon. Inferencia estadística. Prueba F. Prueba t .

TEMA 7

Métodos de calibración en el análisis instrumental. Calibración univariada. Análisis de regresión. Coeficiente de correlación y de determinación. Tratamiento e interpretación de datos. Validación de métodos analíticos. Límites de detección, límite de cuantificación, sensibilidad y selectividad.

UNIDAD IV- Cuantificación mediante técnicas ópticas

TEMA 8

Espectrometrías de absorción molecular UV-Visible. Fundamento. Interacción de la energía radiante con la materia. Procesos de absorción. Tipos de espectros. Ley de Beer. Instrumentación. Métodos analíticos para determinar concentraciones: recta de calibración, adición estándar, patrón cercano. Procesamiento de datos. Aplicaciones. Espectrometrías de emisión molecular. Fluorescencia, fosforescencia y quimioluminiscencia. Espectro de excitación y de emisión. Instrumentación. Aplicaciones. Técnicas de dispersión de la luz. Fundamento de Turbidimetría y de Nefelometría. Variables que afectan las mediciones. Instrumentación. Aplicaciones.

TEMA 9

Espectrometrías de absorción y emisión atómica. Fundamentos. Proceso de absorción y emisión atómica. Sistemas atomizadores: llama y horno de grafito. Espectrometría con plasma. Instrumentación. Interferencias. Métodos analíticos. Procesamiento de datos. Aplicaciones a la determinación de metales traza en diversas matrices.

UNIDAD V- Cuantificación mediante técnicas electroanalíticas

Tema 10

Potenciometría. Tipos de celdas. Electrodo de referencia. Electrodo indicadores. Electrodo selectivos de iones. Métodos potenciométricos directos. Métodos indirectos: valoraciones potenciométricas. Valoraciones derivadas. Aplicaciones.

Tema 11

Voltamperometría. Corrientes faradaicas y no faradaicas. Señales de excitación. Instrumentación. Electrodo de trabajo, de referencia y auxiliar. Electrodo de gotas de mercurio. Polarografía: corrientes polarográficas. Polarogramas. Relación entre intensidad de corriente límite y concentración. Voltamperometrías de pulsos: normal, diferencial y de onda cuadrada. Métodos analíticos de trabajo. Aplicaciones.

UNIDAD VI- Cuantificación mediante técnicas radioquímicas

Tema 12

Procesos de desintegración radiactiva: alfa, beta y gamma. Ley de la desintegración radiactiva. Estadística del conteo radiactivo. Mediciones de radiactividad. Detección y medición de la radiactividad. Técnicas analíticas: Análisis por Activación con Neutrones (AAN) y Dilución Isotópica (DI).



VI. Programa de Trabajos Prácticos

A- TEÓRICOS-PRÁCTICOS CON RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

1. Cromatografía de adsorción. Cromatografía en Capa Delgada: Elección de la fase estacionaria y de la fase móvil. Desarrollo cromatográfico. Revelado por métodos físicos y químicos. Cromatografía en Columna (CC). Elección de la fase móvil. Desarrollo cromatográfico. Planteo y resolución de problemas de interés analítico.

2. Cromatografía de gases (FID). Equipos: Partes y funcionamiento. Preparación de muestras para el análisis. Inyección, desarrollo, detección y análisis del cromatograma. Identificación de los componentes de una mezcla de interés farmacéutico y bioquímico por comparación con estándares. Problemas de aplicación. Cálculos de parámetros cromatográficos.

3-Cromatografía líquida de alta performance (HPLC). Equipos. Preparación de muestras. Extracción por SPE. Desarrollo, detección, análisis del cromatograma y comparación con estándares. Cálculos de parámetros cromatográficos e interpretación analítica de un cromatograma. Planteo de problemas de aplicación.

4-Resonancia magnética nuclear protónica. Interpretación de un espectro de RMN de protones. Uso de tablas de estimación de desplazamientos químicos y resolución de problemas para la determinación de la estructura química.

5-Resonancia magnética nuclear de ¹³C. Interpretación de un espectro de RMN de C-13. Uso de tablas de estimación de desplazamientos químicos y resolución de problemas de aplicación.

6-Espectrometría de masas. Espectrómetro de masas: Partes y funcionamiento. Sistema de Introducción de muestras. Interpretación de un espectro de masas. Problemas de muestras de interés farmacéutico y bioquímico. Manejo de tablas de correlación de masas y mecanismos de fragmentación y reordenamientos.

7- Estadística en Química Analítica. Cálculo de descriptores muestrales, identificación de errores, aplicación de criterio de rechazo de resultado, construcción de cartas de control, cálculo de límites de confianza y evaluación de errores sistemáticos, interpretación de cifras de mérito. Aplicación de la prueba F y de la prueba t.

8- Espectrofotometría UV-Vis. Resolución de problemas de aplicación de la Ley de Beer, Construcción de rectas de calibración usando Excel. Cálculo de concentraciones por diferentes métodos como recta de calibración, patrón cercano y adición patrón. Obtención e interpretación de coeficiente de correlación y de determinación.

9- Fluorescencia molecular. Factores que afectan la eficacia cuántica. Determinación de concentraciones de diferentes analitos mediante problemas de recta de calibración, adición estándar y patrón cercano.

10- Espectrometría de absorción y emisión atómica. Cálculo de concentraciones de metales traza por los métodos de recta de calibración, adición estándar y patrón cercano a diferentes tipos de muestras como agua, suelos, suero sanguíneo, orina, etc.

11- Potenciometría. Cálculo de concentraciones por los métodos de recta de calibración, adición estándar y patrón cercano en diferentes tipos de muestras. Aplicaciones de electrodos selectivos.

12- Voltamperometría. Cálculo de concentraciones de diferentes tipos de muestras. Interpretación de polarogramas.

13- Radioquímica. Cálculo de concentraciones de nucleídos radiactivos aplicando la Ley de la desintegración radiactiva. Aplicación de la estadística al conteo radiactivo. Interpretación de espectros gamma para identificación y cuantificación de analitos.

B- PRÁCTICAS DE LABORATORIO



1-Cromatografía de adsorción. Cromatografía en Capa Delgada: Elección de la fase estacionaria y de la fase móvil. Desarrollo cromatográfico. Revelado por métodos físicos y químicos. Identificación de principios activos en diferentes matrices. Cromatografía en Columna (CC). Elección de la fase móvil. Desarrollo cromatográfico de muestras de interés analítico.

2-Cromatografía de gases (FID). Características del equipo. Preparación de muestras para el análisis. Inyección, desarrollo, detección y análisis del cromatograma. Identificación de los componentes de una mezcla de interés farmacéutico y bioquímico por comparación con estándares.

3-Cromatografía líquida de alta performance (HPLC). Características del equipo. Preparación de la muestra. Extracción por SPE. Desarrollo, detección, análisis del cromatograma y comparación con estándares. Cálculos de parámetros cromatográficos e interpretación analítica.

4-Resonancia magnética nuclear protónica. Práctica en espectrómetro Bruker-Ascend400 (400 Mz para ^1H). Reconocimiento de sus partes y funcionamiento. Medición de espectros de muestras de interés farmacéutico y bioquímico. Uso de tablas de estimación de desplazamientos químicos y resolución de problemas de aplicación.

5-Resonancia magnética nuclear de ^{13}C . Práctica en equipo Bruker-Ascend400 (100 Mz para ^{13}C). Adquisición de espectros de muestras de interés farmacéutico y bioquímico. Uso de tablas de estimación de desplazamientos químicos y resolución de problemas.

6-Espectrometría de masas. Práctica en equipo de cromatografía de gases-espectrometría de masas. Reconocimiento de sus partes y funcionamiento. Obtención de espectros de muestras de interés farmacéutico y bioquímico. Interpretación de espectros de masas y mecanismos. Uso de tablas de correlación de masas.

7-Espectrofotometría UV-Vis. Determinación de un analito de interés bioquímico o farmacéutico. Reconocimiento de las partes del espectrofotómetro UV-Vis. Calibración instrumental y metodológica. Uso de blancos de calibración. Construcción de la recta de calibración. Análisis de regresión lineal. Cifras de mérito del método (LD, LC, LRL). Control de la calibración mediante un estándar interno. Expresión del resultado. Valores esperados en aguas naturales. Discusión.

8-Turbidimetría. Determinación de sulfato en distintos tipos de agua (potable, mineral, de pozo). Cuidados en la preparación de los patrones. Construcción de la recta de calibración. Tratamiento de los datos. Cálculo de error relativo porcentual de un estándar interno. Cálculo de las cifras de mérito. Uso de Excel. Expresión y comparación de resultados. Límites indicados en la normativa.

9-Fotometría de llama. Determinación de sodio y potasio. Partes del instrumento. Aplicación del método del patrón cercano para determinar contenidos de sodio en muestras diversas: antiácido, solución fisiológica, gaseosa. Contenido de potasio en jugo de limón mediante el método de adición de estándar. Tratamiento de datos. Límites de confianza. Expresión de resultados. Evaluación de los niveles obtenidos.

10-Potenciometría. Determinación de un analito mediante un electrodo selectivo de iones (ESI). Calibración del instrumento. Calibración metodológica. Preparación de muestra y medición. Cifras de mérito. Obtención y evaluación de resultados.

VII. Horas de trabajo por actividad formativa

Actividad	Metodología	Horas
Clases teóricas	Desarrollo de contenidos teóricos acompañados de aplicaciones prácticas y problemas reales y actuales. Se hace uso de proyector multimedia y pizarra para el desarrollo de la clase.	21



Trabajos Prácticos en Laboratorios	Aplicación a nivel experimental de los conocimientos adquiridos.	30
Teóricos-prácticos con resolución de problemas	Integración del aprendizaje teórico con la aplicación práctica de los conceptos. Planteo y resolución de situaciones problemáticas reales o simuladas.	29

VIII. Estrategias Metodológicas

Existen diversas estrategias involucradas en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Química Analítica Instrumental y nuestra experiencia docente nos lleva a reflexionar y sugerir que la clave radica en una adecuada selección de los contenidos desde un enfoque integrador, así como la adquisición de la nueva información a los saberes previos de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos.

La enseñanza de dicha asignatura requiere una participación activa del estudiante en la construcción de sus aprendizajes. Para ello, se abordan en las clases teóricas, teórico-prácticas y prácticas de laboratorio problemas reales y actuales, adoptando el modelo de enseñanza "aprendizaje basado en problemas", para motivar al alumno que reconoce la importancia de la temática en el mundo que los rodea para la búsqueda de posibles soluciones al problema planteado.

Clases teóricas: el docente expone en el aula los contenidos teóricos acompañados de aplicaciones prácticas y problemas reales y actuales. Se hace uso de proyector multimedia y pizarra para el desarrollo de la clase.

Clases teórico-prácticas: consisten en el desarrollo y discusión de situaciones problemáticas y su resolución. Se llevan a cabo en forma conjunta e interactiva con los estudiantes. Se brindan también problemas adicionales para su resolución posterior.

Prácticos de laboratorio: se llevan a cabo una vez a la semana, en diferentes comisiones, en turnos por la mañana y por la tarde. Se desarrollan diferentes determinaciones analíticas con la guía del docente y siguiendo el protocolo correspondiente. Al finalizar la práctica, se discuten los resultados, mediante una puesta en común, para unificar criterios analíticos tendientes a resolver el problema planteado. Además, hay una instancia evaluativa, escrita e individual de los contenidos del laboratorio antes de realizar el mismo y, al finalizar la actividad, se presenta un informe.

Aula virtual de la materia en el campus de la FBQF: se incluye material didáctico elaborado por los docentes que participan en el dictado de la asignatura, tanto archivos PDF como videos tutoriales de los contenidos teóricos y prácticos. Esto es de suma importancia para alumnos que no puede asistir a las clases teóricas o que necesitan revisar algunos contenidos.

Clases de consulta: se realizan de manera continua a lo largo del cursado e intensificando en las fechas cercanas a las evaluaciones parciales. En estas clases, además de evacuar las dudas que les surgen a los estudiantes durante la preparación de los temas, se los orienta en la forma de abordar el estudio, se especifican los criterios de evaluación y se aportan preguntas modelos.

IX. Evaluación

FORMATIVA o DE PROCESO:

-Evaluación de contenidos del práctico de laboratorio. Previo al desarrollo del laboratorio se realiza un interrogatorio escrito sobre los contenidos que se desarrollarán en el mismo, tanto de conceptos teóricos básicos, procedimientos y/o cálculos de 45 minutos. Se aprueba con el 60%. Los estudiantes cuentan con videos tutoriales en el aula virtual en los que se lleva a cabo la práctica. Además, se discute en un taller los contenidos que sustentan la práctica.



-Evaluación del práctico de laboratorio. Se aprueba con la presentación de un informe de ensayo. Si el informe no es correcto, se recupera el práctico de laboratorio en las fechas previstas. Al final de cada laboratorio y, previamente a la elaboración del informe correspondiente, se realiza la discusión grupal de resultados, análisis estadístico de los mismos y como conclusión el alumno realiza una autoevaluación de su desempeño en base a resultados esperados y ámbitos de confianza.

SUMATIVA O FINAL:

- **Pruebas de integración de conocimientos (PIC).** Se toman tres PIC en las que se evalúan contenidos tanto teóricos como prácticos. Se aprueban con 5 (cinco) y los que obtengan notas iguales o superiores a 7 (siete) pueden acceder a la **promoción directa** de la asignatura. La nota final de promoción será el promedio de las tres evaluaciones.
- **Examen final.** Quienes tengan la regularidad de la materia deben rendir un examen final escrito ante tribunal examinador.

X. Régimen de regularidad y/o promoción

Según el Reglamento alumnos Resol. N° 0086-2018 y la Reconsideración Resol. N°0543-2018.

XI. Recursos didácticos, instrumentales y tecnológicos

Compendio de contenidos teóricos y prácticos, elaborado por los docentes a cargo del dictado de la asignatura, en el que se desarrollan todos los temas incluidos en el programa de la materia.

Guía de laboratorios, elaborada por los docentes, que contiene los trabajos prácticos de laboratorio, normas de seguridad, una breve introducción teórica, protocolo de trabajo y plantilla para elaborar el informe de ensayo.

Aula virtual, con información de interés para el alumno.

Videos tutoriales, son filmaciones del desarrollo de los laboratorios, realizados por los docentes.

Equipamiento principal:

- Cromatógrafos líquidos de alta presión.
- Cromatógrafos gaseosos: CG-MS y CG-FID.
- Espectrómetro de RMN.
- Espectrofotómetros UV-Vis.
- Fotómetros de llama.
- Potenciómetros/peachímetros.
- Espectrómetro de absorción atómica con llama y horno de grafito.
- Agitadores.

Programas computacionales de modelado molecular y de predicción espectroscópica y de espectrometría de masas.

XII. Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año de edición
Química Analítica	Christian Gary	Mac Graw Hill	2009 (6ta.edición)
Principios de Análisis Instrumental	Skoog D., Holler F., Crouch, S.	Cengage Learning	2008 (6ta.edición)



Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia
Universidad Nacional de Tucumán



Química Orgánica. Fundamentos Teórico- prácticos para el Laboratorio	Galagovsky Kurman L.	Eudeba	2015
Métodos Espectroscópicos en Química Orgánica	Hesse M., Meier H. y Zeeh B.	Madrid Síntesis	2005 (2da.edición)
Skoog, West. Fundamentos de Química Analítica	Holler F.J. y Crouch S.R.2	Cengage Learning	2015 (9na edición)
Resonancia Magnética Nuclear: Una Herramienta para la Elucidación de Estructuras Moleculares	Laurella S. L.	Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP)	2017

XIII. Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año de edición
Estadística y Quimiometría para Química Analítica	Miller J.C. y Miller J.N.	Prentice Hall	2002 (4ta.ed.)
Interpretación de Espectros de Masas	McLafferty F.	Editorial Reverté	1969

Hoja de firmas