

## ***Programa regular de asignatura***

- **Denominación de la Asignatura:** Química Analítica
- **Carrera/s a la/s cual/es pertenece:** Bioquímica
- **Plan de estudios:** 2015
- **Ciclo lectivo:** 2022
- **Docente/s:**

**Profesor (Coordinador):** Jorge Luis López

**Jefe de Trabajos Prácticos:** Verónica Arias

**Jefe de Trabajos Prácticos:** Paula Barrionuevo

**Ayudante Diplomado:** Ezequiel Mapelli

**Ayudante Diplomado:** Guillermina Hasan

- **Régimen de dictado y carga horaria semanal:** Cuatrimestral - 7 Horas
- **Modalidad de cursada:** La materia propone dos modalidades de cursada a elección de los alumnos en el momento de la inscripción:

Cursada Presencial (100 % presencial)

o

Cursada Integrada (60% presencial y 40% virtual)

### ***Fundamentación:***

En el plan 2015 de la carrera de Bioquímica la asignatura Química Analítica corresponde al tercer año académico y articula con las asignaturas Técnicas Analíticas Instrumentales I y II.

Los alumnos que pertenecen al plan 2015 deben cursar la materia teniendo regularizadas las asignaturas Análisis Matemático I y Química II y aprobada la asignatura Química I y pueden rendir la asignatura Química Analítica teniendo aprobadas las asignaturas Análisis Matemático I, Química I y Química II.

A esta altura de sus carreras los estudiantes han adquirido conocimientos básicos de química y

matemática que es deseable integren y apliquen a la problemática del análisis químico cuantitativo.

En Química Analítica se estudiarán los distintos pasos generales de un análisis químico, con especial énfasis en la etapa de análisis propiamente dicho, así como los principios fisicoquímicos que los sustentan.

Así esta asignatura se enfoca en que los alumnos encaren la problemática del equilibrio químico mediante la matematización de los problemas químicos que involucran el estudio del equilibrio y su posterior aplicación práctica mediante el estudio de las correspondientes volumetrías.

Es importante para el estudiante la apropiación del lenguaje y del proceder teórico y práctico particular de la química analítica lo que en conjunción con las demás asignaturas les permitirá construir conocimientos sólidos relacionados con el campo de aplicación de las competencias profesionales adquiridas.

La significación pedagógica de los contenidos de esta asignatura se encuentra, en parte, en la posibilidad de adquirir o complementar capacidades de iniciativa y creatividad y en la valoración de la investigación científica tanto en el rol propiamente académico como en el social.

### **Objetivos:**

#### *Objetivos generales:*

Que los alumnos tomen conciencia sobre la importancia del análisis químico desde una perspectiva problemática.

Que adquieran, integren y apliquen los conocimientos químicos con fines analíticos. Que los alumnos sean capaces de desarrollar competencias y capacidades de analista químico.

#### *Objetivos específicos:*

- Conocer los fundamentos teóricos que sustentan cada paso del proceso analítico cuantitativo, asegurando una mejor comprensión de sus leyes y de los alcances y limitaciones de las teorías actuales.
- Transferir los principios teóricos a la programación del análisis aplicado, con especial énfasis a casos reales.
- Profundizar en el conocimiento de las especies químicas en solución y la regulación de los equilibrios correspondientes.
- Conocer los procedimientos que permitan evaluar la calidad del resultado analítico.

- Comprender que el análisis químico exige criterios para la elección y aplicación del procedimiento.
- Interpretar el proceso analítico, el programa de control de calidad del resultado y el protocolo de buenas prácticas de laboratorio.
- Lograr competencias y capacidades propias de un químico analítico en el laboratorio a un nivel inicial.

### ***Contenidos mínimos:***

Calidad de los reactivos analíticos. Especies químicas. Equilibrios químicos y equilibrios en solución. Equilibrios ácido-base, de complejación, redox y de precipitación-solución. Formación y propiedades de los precipitados. Gravimetría. Volumetría ácido-base, de precipitación, por formación de complejos y redox. Etapas en un análisis químico. Tratamiento de datos analíticos.

### ***Contenidos temáticos por unidades:***

#### **Unidad 1: Introducción.**

Objetivos de la Química Analítica. Clasificaciones. Muestreo: su importancia en el análisis. Diferentes métodos. Escalas analíticas: su elección según el tamaño de la muestra y concentración del analito. Preparación de la muestra para el análisis: ensayos preliminares; disolución; disgregación; destrucción de la materia orgánica; acondicionamiento.

#### **Unidad 2: Tratamiento de datos analíticos.**

Definiciones de parámetros estadísticos. Tipos y evaluación de errores en Química Analítica: groseros, sistemáticos y aleatorios. Precisión y Exactitud. Curva normal de error. Intervalos de confianza de la media. Propagación de errores aleatorios. Rechazo de resultados. Errores

sistemáticos y aleatorios en el análisis volumétrico. Convenio en el uso de cifras significativas. Tratamiento y expresión de los resultados.

### **Unidad 3: Equilibrio químico**

El estado de equilibrio. Equilibrio y Termodinámica. Actividad. Estados estándar y actividad en soluciones de electrolitos. Constantes de equilibrio. Estimación de coeficientes de actividad de iones.

### **Unidad 4: Equilibrio ácido-base y Volumetría ácido-base.**

Revisión de teorías de ácidos y bases; influencia del solvente; poder nivelador del agua; soluciones reguladoras; expresión del poder regulador ácido-base. Curvas de titulación ácido-base: punto equivalente; punto final; indicadores; error de titulación; sustancias patrón en titulaciones ácido-base; extensión a titulaciones en medios no acuosos.

### **Unidad 5: Equilibrio de solubilidad y Gravimetría.**

Formación de precipitados: nucleación; conceptos fundamentales; mecanismos; nucleación homogénea y heterogénea; crecimiento: distintos procesos y factores que lo afectan; envejecimiento: cambios estructurales; recristalización primaria; envejecimiento térmico. Precipitación en fase homogénea: ventajas y desventajas; diferentes casos; ejemplos. Contaminación de precipitados: clasificación y tipos; coprecipitación; postprecipitación; adsorción; formación de soluciones sólidas; técnicas de purificación: digestión, lavado. Tratamiento térmico de precipitados: secado, calcinación, conversiones a otras sustancias, factor gravimétrico. Gravimetría de sulfato de bario: condiciones de precipitación, errores en la determinación de bario y/o sulfato, tratamiento térmico, extensión al caso del sulfato de plomo. Gravimetría de óxidos hidratados: casos del hidróxido de hierro y del hidróxido de aluminio; formación, dependencia de la solubilidad con el pH, eliminación de interferencias; tratamiento térmico. Reactivos orgánicos en gravimetría: usos más frecuentes, ventajas y desventajas, caso del dimetilgloximato de níquel.

### **Unidad 6: Efecto del pH en el equilibrio de solubilidad y volumetría de precipitación**

Solubilidad de hidróxidos y sales en función del pH; precipitación en medio de pH controlado. Volumetrías de precipitación: análisis de la curva de titulación para iones de igual y distinta carga; punto equivalente; punto final; indicadores; error de titulación; sustancias patrón; aplicaciones.

### **Unidad 7: Equilibrio de formación de complejos y volumetría de complejación**

Efecto del pH en la formación de complejos, estudio analítico y representación gráfica. Curvas de titulación complejométricas: punto equivalente, punto final, error de titulación, indicadores metalocrómicos, sustancias patrón en volumetría de complejación. Valoraciones con EDTA: aplicación a la determinación de dureza de aguas.

### **Unidad 8: Equilibrio de óxido-reducción y volumetría redox**

Influencia del pH sobre el equilibrio redox; electrodos indicadores de pH. Efecto de la formación de complejos en el equilibrio redox: distintos casos. Efecto de la formación de precipitados en el equilibrio redox: distintos casos; electrodos de referencia. Curvas de titulación redox: punto inicial, punto equivalente, punto final, error de titulación, indicadores; aplicaciones.

### **Unidad 9: Análisis sistemático cuantitativo**

Distintos casos. Análisis químico de un cemento portland: generalidades; esquema de análisis; gravimetrías de sílice y de metales precipitables por el amoníaco; volumetría de hierro por titulación redox; determinación de óxido de calcio por titulación redox. Extensión al análisis químico de aguas, suelos, aleaciones y sistemas biológicos.

### ***Bibliografía:***

Por tratarse de un curso básico de Química Analítica no se solicitará bibliografía particular por unidad temática. La bibliografía del curso consistirá en libros generales de química analítica que se dan a continuación.

Por idéntico motivo la mayor parte de los libros indicados están en idioma castellano, se indica solo un libro en idioma inglés para los alumnos que deseen iniciarse en la lectura del inglés técnico.

Burriel Marti, F., Ed. 18 (2007). *Química Analítica Cuantitativa*.

Fisher, R. B., & Peters, D. G. (1970). *Análisis Químico Cuantitativo*. Interamericana.

Guenther, W. R. (1991). *Unfied Equilibrium Calculations*. John Wiley & Sons.

Harris, D. (2007). *Análisis Químico Cuantitativo - Tercera Edición*. Editorial Reverté.

Kolthoff, I. M., Sandell, E. B., Meehan, E. J., & Bruckenstein, S. (1985). *Análisis Químico Cuantitativo*. De Nigar.

Miller, J. C., & Miller, J. N. (1993). *Estadística Para Química Analítica*. Addison-Wesley Iberoamericana.

Miller, J. C., & Miller, J. N. (2005). *Estadística y Quimiometría Para Química Analítica*. Ed. Pearson Education.

Skoog, D., West, D., & Holler, J. (2014) *Fundamentos de Química Analítica - Edición 9*

Skoog D., West, D. (2002). *Introducción a la Química Analítica*. Ed. Reverté

Yanez P. (2004). *Problemas resueltos de Química Analítica*. Ed. Síntesis

Mikkeisen Susan R. (2011) *Química Bioanalítica*.

Vogel Arthur, I. (1969) *Química Analítica Cualitativa*

### ***Propuesta Pedagógico-Didáctica:***

Los alumnos que cursan la asignatura serán divididos en cuatro comisiones. Cada comisión recibirá una clase de teoría y seminarios de tres horas de duración. Estas clases serán presenciales en la modalidad de cursada presencial o virtuales sincrónicas para quienes eligieron la modalidad de cursada integrada.

A su vez cada comisión, independientemente de la modalidad de cursada elegida, tomará una clase de trabajos prácticos presenciales de cuatro horas por semana.

Los estudiantes podrán elegir la modalidad de cursada al momento de la inscripción. En las clases de teoría y seminario presenciales se utilizarán como recursos didácticos el pizarrón y proyecciones de PowerPoint. En las clases de teoría y seminario virtuales sincrónicas se utilizará como recurso didáctico las proyecciones de apuntes de la asignatura como de PowerPoint y el uso de pizarra vía tableta digitalizadora. Ambas clases serán de carácter expositivo por parte del docente, utilizando el diálogo didáctico.

Las clases de teoría y seminario están a cargo de un profesor asistido por un jefe de Trabajos Prácticos. Las clases de trabajos prácticos están a cargo de los jefes de Trabajos Prácticos asistidos por los ayudantes.

Se ha optado para este curso por estudiar primeramente el tratamiento de datos analíticos y posteriormente tratar cada equilibrio seguido de la técnica volumétrica que con él correlaciona. Así se tratan las volumetrías ácido-base luego del estudio del equilibrio ácido-base. Los métodos gravimétricos y la volumetría de precipitación son estudiados luego de tratar el equilibrio precipitado-solución. Lo mismo se realiza para los restantes equilibrios y volumetrías.

Con esta forma de dictado se persigue el ayudar en la integración de los conocimientos entre los equilibrios químicos y la técnica volumétrica correspondiente desde el punto de vista de la química analítica cuantitativa.

Luego de cada trabajo experimental los alumnos deberán entregar un informe del desarrollo del mismo, así como de los resultados analíticos obtenidos, a través del campus virtual de la Universidad. En dicho campus los alumnos encontrarán los avisos que los docentes deban transmitir a los alumnos junto con los enlaces para las clases virtuales sincrónicas, un foro de discusión entre los estudiantes y con los docentes a fin de poder atender dudas y consultas y cualquier otra propuesta sobre el desarrollo del curso, el material de estudio (guías de trabajos prácticos, seminarios y apuntes complementarios de las clases teóricas), los apuntes sobre seguridad en el laboratorio, el cronograma de la asignatura, simulaciones de experimentos y cualquier otro material que sea de interés para el desarrollo del curso.

En cuanto a las clases de teoría y seminarios la estrategia didáctica es la expositiva utilizando el diálogo didáctico asistido mediante la utilización de pizarrón. Dadas las características de la asignatura donde se combina el álgebra con la química (matematización del problema químico) consideramos conveniente el desarrollo de las expresiones químicas y matemáticas en pizarrón y reducir al máximo las proyecciones de PowerPoint, reservando estas últimas solamente para visualizar tablas y/o gráficos o simulaciones.

### ***Régimen de aprobación:***

La asignatura Química Analítica es de carácter promocional si se cumplen con las condiciones de aprobación específicas. De no lograr los alumnos cumplir con dichas condiciones pueden aprobar la cursada de la materia (regularizarla) y presentarse a rendir un examen final.

Tanto los alumnos que han optado por la cursada presencial como por la cursada integrada tendrán el mismo tipo y forma de evaluación. Para ambos tipos de cursada la evaluación será siempre

presencial.

La evaluación de la asignatura seguirá los lineamientos de una evaluación formativa y continúa tendiendo a asegurar la correcta apropiación de los conocimientos teóricos con el desarrollo de competencias y capacidades propias de la Química Analítica en el laboratorio presencial.

Acorde con la normativa vigente la evaluación se efectuará a través de dos exámenes parciales que incluirán, cada uno, los aspectos discutidos en las clases teóricas y en los seminarios por un lado y el desarrollo de los trabajos prácticos de laboratorio por el otro.

La nota de cada parcial será un promedio de las notas obtenidas en la evaluación de los conocimientos teóricos y la nota obtenida en el desarrollo de los trabajos prácticos.

Los contenidos teóricos de la asignatura serán evaluados mediante un examen escrito presencial para todas las comisiones (presenciales o integradas) y la nota obtenida en el desarrollo de los trabajos prácticos surgirá de una evaluación continua del seguimiento de estos en el laboratorio cuyo objetivo será verificar si los alumnos han alcanzado las competencias y capacidades pretendidas para un analista químico inicial.

Cada examen de teoría y seminarios (escrito) podrá recuperarse sólo una vez en las fechas establecidas en el cronograma. Dicha evaluación recuperatoria será también presencial para todas las comisiones. Como ya se mencionó la evaluación los trabajos prácticos será continua y la nota obtenida promediará con la nota obtenida en cada examen escrito para constituir la nota final del examen parcial. Los alumnos que no alcancen el grado de evolución en su desempeño en el laboratorio accederán a una clase evaluativa práctica de recuperatorio.

En cuanto a la evaluación de la parte práctica de la asignatura, la misma se realizará utilizando como indicador el sistema de lista de chequeo sobre las operaciones que los alumnos deben realizar correctamente cuando se enfrentan a un trabajo de laboratorio.

La utilización de esta lista nos permitirá objetivar mejor la evolución continua del desempeño de los alumnos ante el desarrollo de cada trabajo práctico y permitirá, además, mediante la retroalimentación de los resultados y la autoevaluación que el alumno realice de su trabajo, una mejora continua en la calidad del trabajo realizado.

En dicha lista además figuran los niveles de logro esperados para un alumno de tercer año de la carrera de Bioquímica en su desarrollo experimental, así como una nota concordante con cada nivel alcanzado a los efectos de poder lograr una nota numérica promediable con la nota obtenida en la parte escrita del examen parcial. Las listas de chequeo con sus correspondientes calificaciones estarán disponibles para ser consultadas por los alumnos al finalizar cada actividad práctica junto con la devolución del docente sobre la actividad realizada.

Para promocionar la materia deberán aprobarse los parciales, o sus recuperatorios, con no menos de



siete puntos de promedio (mínimo de seis puntos en un sólo parcial). La nota obtenida en cada parte de cada examen parcial (teórico-seminario y laboratorio) no podrá ser menor a seis puntos en cada parte. El alumno podrá optar por recuperar solo una parte de la evaluación en caso necesario.

Con menos de seis puntos en un parcial pero más de cuatro en ambos parciales, el alumno deberá presentarse a un examen final en las fechas establecidas por la Universidad el cual se aprobará con un mínimo de cuatro puntos. La nota obtenida en cada parte de cada examen parcial (teórico-seminario y laboratorio) no podrá ser menor a cuatro puntos en cada parte. El alumno podrá optar por recuperar solo una parte de la evaluación en caso necesario.

Quién hubiera sacado menos de cuatro puntos en cualquiera de los dos parciales, para aprobar o promocionar la materia deberá recuperar el parcial desaprobado -una de sus partes o ambas según las notas obtenidas en cada una-, debiendo aprobarlo con más de cuatro puntos (sólo tiene un recuperatorio por parcial). En todos los casos, y en consonancia con la reglamentación vigente, la nota del recuperatorio anula la nota obtenida en la primera instancia por lo que si el alumno obtiene seis o más puntos en la instancia recuperatoria queda en condiciones de promocionar la materia en el caso de obtener siete o más puntos de promedio entre la nota del recuperatorio y del segundo parcial.

Además de las condiciones antes mencionadas, para aprobar la materia se deberán tener los informes de los prácticos de laboratorio aprobados. Los informes deberán ser entregados antes de la clase siguiente a aquella en que se realizó el práctico en el campus virtual y podrán ser aprobados o devueltos a los estudiantes para correcciones.

La asistencia a las clases teóricas/seminario (tanto presenciales como virtuales) y de trabajos prácticos presenciales de laboratorio es obligatoria. El trabajo no realizado por ausencia o desaprobado (dos como máximo) debe recuperarse en las fechas propuestas en cada curso. La asistencia a clases debe cumplirse en un mínimo de 75%.

La nota final de la asignatura se obtendrá promediando las notas de aprobación de los dos exámenes parciales.