

Química Analítica Instrumental

Programa vigente desde 2003 para las siguientes carreras:

- ✓ Bioquímica
- ✓ Farmacia
- ✓ Licenciatura en Biotecnología y Biología Molecular
- ✓ Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos
- ✓ Licenciatura en Ciencia y Tecnología Ambiental

Desarrollo programático:

Unidad didáctica N°1. Electroanálisis.

1. Fundamentos de electroquímica. Celdas galvánicas. Potenciales normales y formales. Ecuación de Nernst. Potenciometría. Medidas directas. Curvas de titulación. Electroodos y sensores. Electrodo de vidrio. Medida de pH.
2. Conductimetría. Introducción a la cinética electroquímica.
3. Técnicas exhaustivas de análisis: coulombimetría y electrogravimetría.
4. Polarografía. Voltametrías. Valoraciones con electrodos polarizados.

Unidad didáctica N° 2. Métodos ópticos de análisis.

5. Espectrofotometría. Radiación electromagnética UV-VIS. Absorción y emisión de la radiación; Ley de Beer. Diseños generales de instrumentos ópticos para la región UV-VIS. Colorimetría visual.
6. Desviaciones y aplicaciones de la ley de Beer. Análisis de mezclas. Estudio de equilibrios por espectrofotometría.
7. Estudio de equilibrio ácido-base por espectrofotometría. Equilibrio de formación de complejos.
8. Espectrometría de luminiscencia molecular. Teoría de la fluorescencia y de la fosforescencia. Aplicaciones seleccionadas.
9. Espectrometría óptica atómica: absorción, emisión y fluorescencia. Llamas, hornos y plasmas. Instrumentación: lámparas de cátodo hueco. Métodos analíticos: método del sobregregado, método del patrón interno.

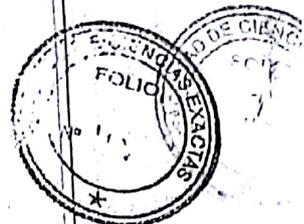
Unidad Didáctica N° 3: Separaciones Analíticas.

10. Extracción líquido-líquido: equilibrio de extracción, definición de constantes, relación de distribución. Extracción de sustancias con propiedades ácido-base. Extracción en contracorriente. Extracción de quelatos metálicos.
11. Introducción a los métodos cromatográficos. Clasificación de los métodos cromatográficos. Parámetros de retención. Ensanchamiento de las bandas cromatográficas. Resolución.
12. Cromatografía gaseosa. Instrumentación. Análisis cualitativo: índices de retención. Análisis cuantitativo.
13. Cromatografía líquida. Clasificación. Cromatografía líquida de partición, de adsorción, de intercambio iónico y de permeación en geles. Instrumentación.

Listado de Trabajos Prácticos

1. a) Titulación potenciométrica redox Fe (II) versus Ce (IV); b) Titulación potenciométrica ácido-base. Determinación de la acidez de una bebida cola

MARIA MARTA SZELAGOWSKI
Directora Área Enseñanza



2. Titulaciones conductimétricas
3. a) Determinación de Cu (II) por electrólisis; b) Titulación coulombimétrica ácido-base
4. Titulación con electrodos polarizados
5. a) Estudio del Spectronic 20; b) Colorimetría visual
6. Resolución espectrofotométrica de una mezcla Cr-Co
7. a) Determinación espectrofotométrica del pK de un indicador; b) Determinación de la constante de equilibrio de un complejo por el método de las variaciones continuas
8. Fotometría de llama
9. Extracción con solventes
10. Determinación de parámetros cromatográficos por CG. Construcción de la curva H versus u.
11. Análisis cuantitativo por cromatografía gaseosa
12. HPLC
13. a) Determinación de la capacidad de una resina de intercambio iónico; b) Separación y cuantificación de una mezcla de Cu (II) y Cr (III) por cromatografía de intercambio iónico



Bibliografía.

"Principios de Análisis Instrumental", D. Skoog, F. Moller, T. Nieman. McGraw-Hill. Quinta Edición, 1998.

"Química Analítica Cuantitativa", R. Day, A. Underwood. Prentice Hall. Quinta Edición, 1989.

"Análisis Químico Cuantitativo", D. Harris. Grupo Editorial Iberoamérica, 1992.

"Técnicas Analíticas de Separación", M. Valcárcel Cases, A. Gómez Hens. Editorial Reverté, S. A. 1988.

"Análisis Instrumental", K.A. Rubinson, J.F. Rubinson. Editorial Prentice Hall, 2001



Mónica L. Casella
 Dra. Mónica L. Casella
 Profesor Adjunto
 Área Química Analítica Básica

MARIA MARTA SZELAGOWSKI
 Directora Área Enseñanza



QUÍMICA ANALÍTICA INSTRUMENTAL
AÑO 2015

Carreras: Licenciatura en Bioquímica /
Farmacia

Plan: Farmacia 2001/2010 -
Bioquímica 2001/ 2010

Año: Quinto cuatrimestre

Régimen de Cursada: Cuatrimestral

Carácter: Obligatoria

Carga Horaria: 128 hs.

OBJETIVOS GENERALES:

- Adquirir habilidades en el manejo de las técnicas instrumentales de análisis.
- Desarrollar criterios analíticos en el manejo de las técnicas instrumentales.
- Desarrollar un adiestramiento suficiente como para desempeñarse adecuadamente en el laboratorio de química analítica y resolver problemas concretos.
- Comprender la importancia de la química analítica en su profesión y adquirir habilidades para analizar resultados.

CONTENIDOS MINIMOS:

Métodos electroanalíticos. Potenciometría. Electrodo indicadores. Conductimetría. Electrólisis, coulombimetría. Voltamperometría. Métodos ópticos: Análisis espectrofotométrico. Espectroscopía de Fluorescencia y atómica. Separaciones analíticas: destilación, extracción líquido-líquido, métodos cromatográficos. Electroforesis. Electroforesis capilar. Fotoquímica, microanálisis y análisis de trazas y

C. E. Castuma

Prof. Dra. Celina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



polarografía

PROGRAMA ANALÍTICO

1. Fundamentos de electroquímica. Celdas galvánicas. Potenciales normales y formales. Ecuación de Nernst. Potenciometría. Electrodo de vidrio. Medida de pH. Potenciometría directa. Titulaciones potenciométricas. Trabajo práctico de laboratorio: Curvas de titulación: ácido-base (valoración de ácido fosfórico en bebida cola) y redox (Fe^{+2} con Ce^{+4}). Determinación de los potenciales formales $E^{\circ}\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ y $E^{\circ}\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ y la constante de equilibrio de la reacción redox.
2. Conductimetría. Titulaciones conductimétricas. Introducción a la cinética electroquímica. Curvas de polarización. Sobrepotenciales. Trabajo práctico de laboratorio: Curvas de titulación conductimétrica. Valoración de HCl con NaOH.
3. Electrólisis. Electrogravimetría. Relaciones intensidad-potencial durante la electrólisis. Coulombimetría a potencial constante: instrumentación y aplicaciones. Valoraciones coulombimétricas: celdas y aplicaciones. Trabajo práctico de laboratorio: Electrogravimetría de cobre. Valoración coulombimétrica de una base.
4. Polarografía. Electrodo gotero de mercurio y electrodo rotatorio de platino. Curvas corriente potencial y determinación de la corriente límite y su relación con la concentración del analito. Análisis cuantitativo: método de la adición de un patrón. Titulaciones amperométricas. Trabajo práctico de laboratorio: Titulación bipotenciométrica: valoración de ácido ascórbico en pastillas de vitamina C.
5. Espectrofotometría. Radiación electromagnética UV-VIS. Absorción y emisión de la radiación. Ley de Beer. Limitaciones de la ley de Beer. Desviaciones químicas. Desviaciones instrumentales. Trabajo práctico de laboratorio: Colorimetría visual de Nesler. Determinación de hierro en aguas.
6. Aplicaciones de la ley de Beer e Instrumentación. Diseños generales de instrumentos ópticos para la región UV-VIS. Análisis cuantitativo por espectrofotometría. Análisis de mezclas. Estudio de equilibrio ácido-base por espectrofotometría. Equilibrio de

C. E. Castuma

Prof. Dra. Celina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



formación de complejos. Trabajo práctico de laboratorio 1: Descripción y manejo del "Spectronic 20". Resolución de la mezcla Cr-Co. Trabajo práctico de laboratorio 2: Cálculo de la constante de estabilidad de un complejo.

7. Espectrometría de luminiscencia molecular. Teoría de la fluorescencia y de la fosforescencia. Diagrama de energía para un sistema fotoluminiscente. Procesos de desactivación. Rendimiento cuántico. Factores que favorecen la fluorescencia y fosforescencia frente a desactivaciones no radiativas. Espectros de excitación (y su relación con los espectros de absorción) y emisión. Aplicaciones analíticas.
8. Espectrometría atómica: absorción, emisión y fluorescencia. Llamas, hornos y plasmas. Instrumentación: lámparas de cátodo hueco. Métodos analíticos: método del sobreagregado, método del patrón interno. Trabajo práctico de laboratorio: Fotometría de llama. Determinación de sodio en agua corriente. Efecto del contenido de etanol en la intensidad de la señal.
9. Métodos separativos. Importancia del proceso de separación en el análisis químico. Extracción líquido-líquido: equilibrio de extracción, definición de constantes, relación de distribución. Extracción de sustancias con propiedades ácido-base. Extracción de quelatos metálicos. Trabajo práctico de laboratorio: Separación de Fe y Co por extracción con solventes, bajo la forma de oxinatos metálicos.
10. Introducción a los métodos cromatográficos. Clasificación de los métodos cromatográficos. Cromatografía de elución en columna. Constantes de distribución. Parámetros de retención. Ensanchamiento de las bandas cromatográficas. Teoría cinética de la cromatografía. Ecuación de van Deemter. Selectividad y Resolución. Factores de los cuales dependen. Problema general de la elución. Trabajo práctico de laboratorio: Obtención de parámetros de retención y de eficiencia a partir de un cromatograma. Curva H vs u.
11. Cromatografía gaseosa. Volumen de retención y su dependencia con la presión dentro de la columna. Factor de compresibilidad. Volumen neto y volumen de retención específico. Instrumentación. Detectores. Comparación y rango de aplicación. Tipos de columnas. Resolución de mezclas complejas. Técnicas

C. E. Castuma

Prof. Dra. Cellina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL

Scanned by CamScanner



especiales. Análisis cualitativo: índices de retención. Análisis cuantitativo. Métodos acoplados. Trabajo práctico de laboratorio: Análisis cuantitativo de una mezcla de hidrocarburos por CGL.

12. Cromatografía líquida de adsorción y partición. Tipos fases estacionarias y móviles. Dependencia de la retención con la composición de la fase móvil. Mecanismos de retención. Aplicaciones. Selectividad y resolución. Instrumentación. Trabajo práctico de laboratorio: Determinación de edulcorantes en bebida cola mediante HPLC.
13. Cromatografía líquida de intercambio iónico y de permeación en geles. Fundamentos. Dependencia de la retención con la composición de la fase móvil. Mecanismos de retención. Resinas de intercambio iónico. Determinación de su capacidad. Tipos de geles para permeación. Mecanismos de retención. Principios básicos. Aplicaciones. Curvas de calibración para la determinación del peso molecular de un polímero. Trabajo práctico de laboratorio: Separación de Cu y Co por CII.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La asignatura Química Analítica Instrumental está organizada en clases teóricas, seminarios y prácticos de laboratorio. La materia comprende el desarrollo de tres módulos: el de métodos eléctricos, métodos ópticos de análisis y el módulo de separaciones analíticas. Se desea dar una visión lo más completa posible de las técnicas instrumentales y su aplicación al problema analítico. Sin embargo, debido al tiempo disponible se tratan las técnicas más comunes que se emplean en cualquier laboratorio analítico o que después se emplearán en otras asignaturas.

Para un mejor aprovechamiento del material utilizado en las clases teóricas, guías de seminarios y prácticos de laboratorio, estos están disponibles con antelación en forma de fotocopias en el Centro de Estudiantes y en la página web de la cátedra (<http://catedras.quimica.unlp.edu.ar/instrumental/>). Se organiza además una selección del material bibliográfico (fotocopias de capítulos de libros) que queda a disposición de los alumnos.

C. E. Castuma

Prof. Dra. Celina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



La asignatura se inicia con una pequeña charla donde se comenta cómo la creciente complejidad de problemas analíticos (algunos tratados en la Química Analítica anterior) impulsaron el desarrollo de técnicas instrumentales que se basan en la generación, detección y tratamiento de señales que proporcionan información sobre la composición y estructura de la materia. Se comienza con la parte de métodos eléctricos, donde se da una clasificación de los distintos métodos en función de el empleo de corrientes prácticamente nulas o finitas y luego, se clasifican en función de si los procesos tienen lugar en la solución problema o en la interfase del electrodo, y dentro de estos, si son estáticos o dinámicos.

Se comienza con la potenciometría, técnica basada en las medidas de potencial en la celda en ausencia de corrientes apreciables. Es una técnica conceptualmente sencilla, de gran importancia debido a su velocidad y selectividad y que posee un gran número de aplicaciones analíticas. Se describen los electrodos y se estudia el potencial que adquieren en contacto con la solución. Se estudian electrodos de referencia e indicadores, destacando dentro de estos últimos el electrodo de vidrio como indicador de pH, los electrodos de ion selectivo (tanto de membrana cristalina como líquida) y los electrodos selectivos de moléculas. Después de una breve descripción de la instrumentación requerida, se considera la diferencia entre potenciometría directa y valoraciones potenciométricas y se citan algunas aplicaciones.

Luego se trata el tema Conductimetría. Se destacan las ventajas frente a las valoraciones visuales o potenciométricas, ventajas y desventajas de la conductimetría directa, aplicaciones y titulaciones conductimétricas.

En el tema siguiente se inicia con los fenómenos que ocurren en una celda electroquímica cuando pasa una corriente finita. Se describen las curvas corriente-potencial y se define el concepto de sobrepotencial. Se describen los fenómenos responsables de la transferencia de masa hacia el electrodo (migración, difusión, convección) comentando cómo se pueden controlar para obtener la información deseada según la técnica. Se trata la polarografía y la voltametría hidrodinámica, se comparan ventajas y desventajas y se deduce la relación entre la corriente difusional y la concentración del analito en el seno de la solución. Sólo se mencionan a modo de ejemplo, por una cuestión de tiempo, la polarografía por muestreo de corriente, voltametría cíclica y polarografía de impulsos, aplicaciones, ventajas y desventajas. Se explican los métodos de la curva de calibración externa, método del sobreagregado o adición estándar y método del estándar interno aplicados a la corriente difusional como señal analítica, aunque se explica que estos métodos son igualmente

Prof. Dra. Celina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



aplicables a cualquier señal proporcional a la concentración del analito (absorbancia, intensidad de emisión en llama, área cromatográfica, etc.). Se discuten los métodos, cómo y cuando se aplican y qué utilidad o ventaja tiene cada uno.

En la segunda parte de la materia se tratan los métodos ópticos. Se repasan las propiedades de la radiación electromagnética, y sus interacciones con la materia (refracción, reflexión, dispersión, absorción y emisión). Primero se estudian las técnicas moleculares (Espectroscopía UV-vis, Fluorescencia, Fosforescencia) y luego las atómicas. Dentro de la espectroscopía UV-vis se explican los fundamentos de la técnica, transiciones electrónicas, la ley de Lambert-Beer (LLB), desviaciones reales y aparentes, formas de corregirlas, se define el concepto de blanco. Se aplica la LLB a mezclas, condiciones que se deben reunir para poder cuantificar. Finalmente se tratan las titulaciones fotométricas.

Luego se dedica una clase prácticamente completa a la parte instrumental, componentes básicos de un espectrofotómetro, se tratan las fuentes de radiación útiles en distintas técnicas, monocromadores, fundamentalmente se explica el monocromador de red y los detectores (fototubos, fotomultiplicadores y diodos).

Posteriormente se continúa con la fotoluminiscencia molecular. Se describen los diversos procesos que sufre una molécula excitada, haciendo hincapié en los procesos de fluorescencia y fosforescencia y los factores que favorecen o desfavorecen dichos procesos. Se deduce la expresión entre la intensidad de fluorescencia y la concentración. Se describe la instrumentación de un espectrofotómetro de fluorescencia y se definen los espectros de excitación (y su semejanza con el de absorción) y de emisión, explicando las transiciones que se observan en cada caso.

Finalmente, se abordan los métodos de absorción y emisión atómicas. Se comentan los espectros de líneas, formas de atomización de la muestra, tratando en detalla la atomización en la llama y los procesos que sufre el analito dentro de la misma. Se explican los diferentes tipos de llama, temperaturas alcanzadas, aplicaciones para cada metal, ventajas y desventajas. Dentro de la emisión atómica, se compara la llama con el plasma acoplado inductivamente en cuanto a sensibilidad en función del elemento a cuantificar. Dentro de la Absorción atómica, se explica la lámpara de cátodo hueco, se resalta la diferencia en el proceso e instrumento con la emisión atómica. Se explica el Horno de grafito y se comparan las diferencias, ventajas y desventajas con respecto a la llama como atomizador.

En el último bloque de la materia se tratan los métodos separativos. Se comienza con la extracción líquido-líquido. Se remarca su importancia como método de pretratamiento de

C. E. Castuma

Prof. Dra. Celina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



muestra. Se define la constante de partición, la relación de distribución, diferencias conceptuales y factores o variables experimentales de los cuales dependen. Se define fracción extraída y fracción remanente y su dependencia con el número de extracciones. Se trata la extracción de quelatos metálicos y se deduce la relación entre la constante de distribución y el pH o concentración de ligando. La extracción en contracorriente se menciona y comenta brevemente por una cuestión de tiempo.

A continuación se abordan los métodos cromatográficos. Se presenta el fundamento de la técnica y se clasifican las técnicas cromatográficas según sea plana o en columna, de acuerdo a la fase móvil y a los mecanismos de retención. Se introduce la teoría general del proceso cromatográfico, definiéndose los parámetros de retención, selectividad, eficiencia y resolución. Se discute la diferencia entre ellos, de qué factores dependen y cómo se los puede ajustar de una manera más o menos independiente para maximizar la resolución. Se deduce la altura equivalente de plato teórico (H) a partir de la teoría de platos teóricos y la de velocidad de migración. Empleando la ecuación de van Deemter se discuten los diferentes parámetros cromatográficos que dominan el ensanchamiento de banda. Se deduce también el tiempo mínimo de análisis y se discute su relación con la resolución en cuanto a optimizar estos dos parámetros dentro de la "ventana cromatográfica óptima" de factores de retención.

El tema siguiente se dedica a cromatografía de gases. Se describe la instrumentación, gases portadores, sistemas de inyección, columnas (de relleno y capilares), fase estacionarias y detectores más comunes (incluyendo su sensibilidad y versatilidad). Se comentan las ventajas que ofrece la técnica, aplicaciones, limitaciones en cuanto a la temperatura de trabajo y formas de aumentar la resolución para mezclas complejas.

Posteriormente se estudia la cromatografía de líquidos. Se describen los distintos mecanismos posibles (partición, adsorción, exclusión e intercambio iónico). Se describe la instrumentación, tipos de fases móviles y estacionarias que se emplean de acuerdo a la "polaridad" del analito. Se comparan los parámetros de van Deemter para cromatografía gaseosa y líquida. Se estudia la influencia de la viscosidad de la fase móvil, la temperatura y el diámetro de partículas de relleno en la caída de presión de la columna (y sus efectos en el largo máximo permitido). Se estudian los detectores más comunes, tales como el UV-vis, arreglo de diodos, fluorescencia, electroquímico y de índice de refracción. Se comparan las aplicaciones y los límites de detección alcanzados con cada uno. Los mecanismos de retención para partición y adsorción se discuten brevemente y en una clase aparte, se

C. E. Castuma

Prof. Dra. Cellna E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



estudian las cromatografías de intercambio iónico y de exclusión. Para cada una se discuten los mecanismos de retención, tipos de fases móviles y estacionarias empleadas, aplicaciones.

Debido al tiempo disponible para tratar todos los temas, relativamente limitado, se hace una distribución equitativa entre clases teóricas, seminarios y prácticos de laboratorio. Se hace hincapié en fomentar la relación docente-alumno tratando de establecer un vínculo más personalizado. Se evita cualquier tipo de "clase magistral" y, en el caso de los seminarios, se trata de que el docente cumpla el papel de guía en la resolución de problemas incentivando a los estudiantes a resolver los mismos en forma independiente.

En cuanto a los trabajos experimentales, se fomenta la interpretación por parte del alumno de los fenómenos observados, la discusión final frente al pizarrón de los resultados y se hace hincapié en la forma en que deberán realizar el informe. Es decir, se remarca que éste debe describir claramente los objetivos, metodología experimental empleada, resultados claramente expresados y conclusiones.

En Química Analítica Instrumental, debido a la falta de equipamiento, los prácticos son realizados en forma grupal (grupos de 3 a 6 alumnos dependiendo de los prácticos). Se intenta que el alumno logre destreza en la manipulación de las muestras y de los materiales de laboratorio y que desarrolle criterio y seguridad en el trabajo experimental y espíritu crítico en cuanto a los resultados obtenidos (rangos esperados, grado de exactitud, fuentes de error posibles, etc.).

En las clases teóricas el docente desarrolla los conceptos mediante el uso del pizarrón, retroproyector, medios audiovisuales y, eventualmente, "software" multimedia interactivos. Debido a que los alumnos corresponden a carreras de Bioquímica, Lic. en Biotecnología y Biología Molecular, Lic. en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Lic. en Química y Tecnología Ambiental y Farmacia, se debería mejorar la orientación de los problemas a resolver en los seminarios hacia el campo, no sólo de la Química, sino más específicos relacionados a temas interesantes en los fenómenos bioquímicos y de las ciencias farmacéuticas.

La semana anterior al examen parcial, se dictan dos clases de consulta y repaso, a fin de lograr en el alumno una visión más integradora de todos los temas vistos.

Se elaboró una guía adicional de preguntas teóricas y problemas la que se suministra desde el comienzo de la materia, a fin de que los alumnos dispongan de material adicional para resolver, y que puedan consultar antes del parcial.

C. E. Castuma

Prof. Dra. Celina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



El dictado se organiza de la siguiente manera: 3 horas al dictado de la teoría, 2 a un seminario de resolución de problemas y 3 al trabajo en el laboratorio. De esta manera, se dedica un total de 8 horas semanales al tratamiento de un tema del programa. Se arman comisiones de seminario-laboratorio que no superen los 40 alumnos (dependiendo del número de docentes que se deben distribuir entre las dos Químicas Analíticas), tratando que, en función del material y equipos disponibles, en los prácticos de laboratorio la tarea sea personalizada.

En las clases teóricas no sólo se vierten conceptos teóricos sino que se discuten problemas numéricos típicos como ejemplos. Se le da suma importancia a la interacción docente-alumno, evitando por todos los medios las clases "magistrales". Posteriormente, en el seminario se realizan problemas de mayor complejidad.

Se realizan reuniones periódicas con los docentes auxiliares de la cátedra a fin de homogeneizar criterios para la explicación de los problemas de seminarios y prácticos de laboratorio.

Se suministra a los alumnos un cuestionario de 3 preguntas relacionadas con cada trabajo práctico de laboratorio, a fin de que adjunten al informe con el objetivo de evaluar si entendieron el trabajo práctico y también para afianzar los conocimientos adquiridos.

EVALUACIÓN

De acuerdo con las reglamentaciones vigentes para los nuevos planes de estudio, se realizan dos evaluaciones teórico-prácticas en el curso del cuatrimestre, cada una tiene una recuperación y existe un denominado "examen flotante", que puede ser utilizado para rendir uno de los parciales.

En este marco, se propone que el parcial esté constituido por una serie de preguntas acerca de los contenidos teórico-prácticos de la asignatura demostrando que conocen los fundamentos teóricos del tema propuesto y que han desarrollado criterio analítico. Además, se evaluará que el alumno sea capaz de proponer la metodología adecuada para el análisis de una muestra y la determinación de alguno de sus componentes en el desarrollo de un "problema integrador"

C. E. Castuma

Prof. Dra. Cellina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL



Se contempla además otras instancias de evaluación como los informes de trabajos prácticos y evaluaciones informales en las distintas instancias del curso con el objeto de adjudicar una nota conceptual al desempeño del alumno teniendo en cuenta además su participación en clase.

La calificación final de la materia se complementará con las notas de los parciales y la nota conceptual.

Si el resultado de las evaluaciones es igual o superior a 6 puntos, los alumnos aprueban la asignatura por promoción, entre 4 y 6 puntos, aprueban la cursada, pero deben rendir examen final.

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- D. Harris (2001) **Análisis Químico Cuantitativo**. Editorial Reverté, 8^{va} Ed.
- R. Day, A. Underwood (1989) **Química Analítica Cuantitativa**. Prentice Hall. Quinta Edición.
- Skoog, F. Holler, T. Nieman. McGraw-Hill. (2001) **Principios de Análisis Instrumental**. Quinta Edición.
- Skoog, West, Holler, Crouch, (2005) **Fundamentos de Química Analítica**. Ed. Thomson.

C. E. Castuma

Prof. Dra. Cellina E. CASTUMA
Secretaría Académica

COPIA FIEL