



POSADAS, 03 DIC 2007

VISTO: El Expte. N° 818-"Q"/07 cuya carátula dice "Departamento Ingeniería Química e/ Programas y Reglamentos de cátedras"; y

CONSIDERANDO:

QUE de acuerdo a la nota presentada por la Dirección del Departamento (Fojas 1 y 2) corresponden a las siguientes asignaturas y que fueron aprobados por el Consejo Departamental: Fundamentos de Transferencia de Cantidad de Movimiento, Operaciones de Transferencia de Cantidad de Movimiento, Fundamentos de Transferencia de Calor y Masa, Operaciones de Transferencia de Masa, Operaciones de Transferencia de Calor, Operaciones de Transferencia de Masa y Energía, Ingeniería de las Reacciones I, Ingeniería de las Reacciones II, Economía, Organización y Legislación, Informática Básica, Control de Procesos, Ciencia de los Materiales, Introducción a la Ingeniería Química, Estadística Aplicada, Ingeniería Bioquímica, Biotecnología Molecular, Ingeniería de las Bioseparaciones, Marketing, Entorno Económico de los Negocios, Biotecnología, Informática Aplicada y Optimización;

QUE la Comisión de Asuntos Académicos en su Despacho N° 091/07 dice lo siguiente: "Se sugiere la aprobación de los Programas y Reglamentos de las asignaturas consignadas en la nota N° 1941 del Departamento de Ingeniería Química (fojas 238)";

QUE puesto a consideración del Honorable Consejo Directivo en la VI Sesión Ordinaria, realizada el 28 de noviembre del cte. año, se aprueba el despacho de Comisión;


POR ELLO:

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES**


RESUELVE:

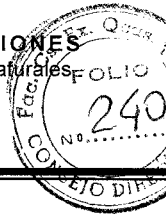
ARTÍCULO 1º: APROBAR para los años 2007/2008 los **Programas y Reglamentos de las Asignaturas** del Departamento de Ingeniería Química de la **CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**, a saber:

**FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO
FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA Y ENERGÍA
INGENIERÍA DE LAS REACCIONES I**


Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

273-07


Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



///...

INGENIERÍA DE LAS REACCIONES II
ECONOMÍA, ORGANIZACIÓN Y LEGISLACIÓN
INFORMÁTICA BÁSICA
CONTROL DE PROCESOS
CIENCIA DE LOS MATERIALES
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA
ESTADÍSTICA APLICADA

Orientación en Biotecnología

INGENIERÍA BIOQUÍMICA
BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR
INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES

Asignaturas optativas


MARKETING
ENTORNO ECONÓMICO DE LOS NEGOCIOS
BIOTECNOLOGÍA
INFORMÁTICA APLICADA
OPTIMIZACIÓN

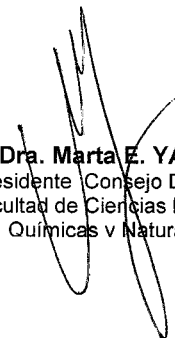
y que los cuales pasan a formar parte de la presente resolución como Anexo I.

ARTÍCULO 2º: REGISTRAR. Notificar al Señor Decano. Comunicar. Cumplido. **ARCHIVAR.**

RESOLUCIÓN CD N° 273-07

evp


Prof. Graciela E. SKLEPEK
Secretaría Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales


Dra. Marta E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

**PROGRAMA 2007**

Asignatura	Ingenierías de las Bioseparaciones
CARRERA	Ingeniería Química
AÑO del Plan	2003
Departamento	INGENIERIA QUIMICA

REGIMEN DE DICTADO	Cuatrimestral
EQUIPO DE CATEDRA	CARGO Y DEDICACIÓN
1) Andrés Ramón Linares	PTE (5 horas/semana)
2) Nicolas Kolb	PTE (5 horas/semana)
3) José Luis Herrera	ADJE (5 horas/semana)
4) María Marcela Brousse	JTPE (5 horas/semana)
5) Dario Ferreyra	JTPE (5 horas/semana)

CRONOGRAMA: Distribución de modalidad de Dictado	1. Primer semana	1. Introducción a los bioproductos y las bioseparaciones 2. Ruptura celular y floculación
	2. Segunda semana	a. Trabajo práctico ruptura celular y floculación 3. Filtración
	3. Tercer semana	a. Trabajo práctico filtración 4. Sedimentación
	4. Cuarta semana	a. Trabajo práctico sedimentación 5. Extracción
	5. Quinta semana	a. Trabajo práctico extracción líquido-líquido b. Primer parcial promoción
	6. Sexta semana	6. Adsorción y cromatografía líquida a. Trabajo práctico adsorción
	7. Séptima semana	b. Trabajo práctico cromatografía c. Trabajo Práctico cromatografía
	8. Octava semana	7. Precipitación
	9. Novena semana	8. Separación por membranas y electroforesis a. Trabajo práctico electroforesis
	10. Décima semana	9. Cristalización. a. Trabajo práctico cristalización

Prof. G. G. KARLEPEK
SECRETARÍA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



	11. Décimoprimer semana	10. Secado. a. Trabajo práctico secado por atomización
	12. Decimosegunda semana	11. Diseño de bioprocesos a. Ejemplo: Producción de ácido cítrico
	13. Decimotercera semana	b. Ejemplo: Producción de insulina humana. c. Ejemplo: Producción de anticuerpos monoclonales terapéuticos.
	14. Decimocuarta semana	d. Parcial de promoción

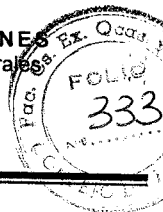
FUNDAMENTACION	Las bioseparaciones comprenden las operaciones necesarias para la separación de compuestos de origen biológico, que se derivan del desarrollo celular en biorreactores o de células pertenecientes a tejidos animales o vegetales. En las últimas décadas del siglo XX se desarrolló en forma vertiginosa la biotecnología, que agregó a los productos señalados, la separación de proteínas, tarea difícil y costosa. El ingeniero químico normalmente se prepara de manera especial a través de las operaciones unitarias para tratar con las separaciones de compuestos químicos. Muchas de estas operaciones son comunes con las bioseparaciones, pero otras no son encaradas en estas asignaturas y son totalmente novedosas para el enfoque de la ingeniería química tradicional.
-----------------------	---

OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Comprender las operaciones y procesos que se utilizan para la separación de sustancias de origen biológico, ya sea derivadas del desarrollo celular en biorreactores o proveniente de células de animales o vegetales. ❖ Adquirir los conocimientos experimentales para lograr definir las variables comprendidas en estos procesos. ❖ Aprender a dimensionar y seleccionar el equipamiento utilizado en los procesos de bioseparación. ❖ Conocer los efectos que los procesos a los que se someten los bioproductos ejercen sobre ellos.
------------------	--

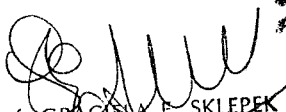
CONTENIDOS	Introducción a los bioproductos y las bioseparaciones. Ruptura celular y floculación. Filtración. Sedimentación. Extracción. Adsorción y cromatografía líquida. Ultrafiltración y electroforesis. Precipitación. Cristalización. Secado. Diseño de bioprocesos
-------------------	--

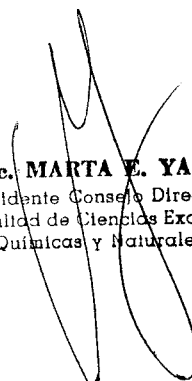
Prof. GRASIA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



MODULOS	
	1. Introducción a los bioproductos y las bioseparaciones
	2. Ruptura celular y floculación
	3. Filtración
	4. Sedimentación
	5. Extracción
	6. Adsorción y cromatografía líquida
	7. Separación por membranas y electroforesis
	8. Precipitación.
	9. Cristalización.
	10. Secado.
	11. Diseño de bioprocesos


273-07
Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.


Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

**CONTENIDOS
POR UNIDAD****1. Introducción a los bioproductos y bioseparaciones**Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Clasificar los bioproductos como las pequeñas moléculas, las macromoléculas y productos en forma de partícula incluyendo las células.
- ❖ Explicar las diferencias entre las estructuras de los bioproductos.
- ❖ Explicar la diferencia entre metabolitos primarios y secundarios.
- ❖ Resumirlas estructuras de las proteínas en cuatro niveles y su estabilidad y funciones.
- ❖ Explicar la estructura de otras macromoléculas que son bioproductos comerciales, tales como ácidos nucleicos y polisacáridos.
- ❖ Resumir las cuatro etapas de los procesos de separación y purificación (Downstream Processing), los objetivos de cada etapa y las operaciones típicas de las mismas.
- ❖ Explicar los conceptos de análisis de ingeniería de los balances de materiales, equilibrio y fenómenos de transporte.
- ❖ Calcular la pureza, actividad específica y rendimiento como indicadores de rendimiento en la purificación.

Contenido:

Clasificación de los bioproductos: pequeñas biomoléculas, macromoléculas (proteínas, ácidos nucleicos y oligonucleótidos, polisacáridos). Partículas. Introducción a las bioseparaciones: El análisis de ingeniería.


2. Ruptura celular y floculaciónObjetivos del tema:


El alumno será capaz de:

- ❖ Reconocer las dos clases de células y sus estructuras para provocar la lisis celular.
- ❖ Seleccionar entre los métodos de lisis químicos y mecánicos, dentro de cada categoría el método adecuado para cada aplicación general.
- ❖ Describir el rol de los fenómenos electrocinéticos en la floculación de las células y de las partículas insolubles.
- ❖ Identificar los mecanismos de floculación.
- ❖ Aplicar en términos generales la regla de Schulze Ardi para los problemas de floculación.

Contenido:

Elementos de la estructura celular. Lisis celular: lisis química, lisis mecánica. Floculación: doble capa eléctrica, floculación por electrolitos, la regla de Schulze-Hardy, cinética de floculación, floculantes poliméricos.


Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

273-07

Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



3. Filtración

Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Calcular las velocidades de flujo de solvente y los tiempos de filtración utilizando la ley de Darcy.
- ❖ Utilizar la teoría del lavado para calcular la remoción de solutos desde las tortas de filtración.
- ❖ Estimar la concentración de polarización en filtración cruzada.
- ❖ Seleccionar medios y equipos según los requerimientos del proceso de bioproductos.
- ❖ Explicar los mecanismos de ensuciamiento de membrana.
- ❖ Seleccionar las operaciones unitarias de filtración para ajustarlas a los requerimientos de los productos y consistente con sus propiedades.
- ❖ Realizar cálculos de cambios de escala para las filtraciones convencionales y de flujo cruzado.
- ❖ Realizar los cálculos de proceso para los cuatro modos básicos de operaciones de filtración cruzada.

Contenido:

Principios de filtración: filtración convencional, filtración de flujo cruzado. Medios filtrantes y equipos. Ensuciamiento de las membranas, Cambio de escala y diseño de sistemas de filtración.

4. Sedimentación

Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Determinar la velocidad de sedimentación de una partícula y calcular los tiempos de sedimentación, los tiempos equivalentes, y los coeficientes de sedimentación en campos gravitacionales y centrífugos, Realizar análisis de ingeniería y cálculo de cambios de escala en centrífugas tubulares y de platos.
- ❖ Elegir una centrífuga apropiada para una determinada separación líquido-sólido o líquido-líquido.
- ❖ Calcular el peso molecular a partir de los datos de ultracentrifugación.
- ❖ Explicar los fundamentos de la sedimentación de flocs.
- ❖ Discernir la importancia relativa de la difusión en las operaciones de sedimentación.
- ❖ Explicar los fundamentos de la sedimentación inclinada, el fraccionamiento campo-flujo, y la elutriación centrífuga.

Contenido:

Principios de sedimentación. Métodos y coeficientes: equilibrio en sedimentación. Coeficiente de sedimentación, Tiempo de sedimentación, Análisis Sigma. Centrífugas: comparación y análisis ingenieril. Ultracentrifugación: determinación del peso molecular. Floculación y sedimentación. Sedimentación: Difusión y movimiento browniano, sedimentación isotérmica, movimiento convectivo y análisis de Péclet, sedimentación inclinada, fraccionamiento de campo de flujo. Elutriación centrífuga.

273-07



5. Extracción

Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Definir las constantes claves como: el coeficiente de partición, relación solvente a alimentación y factor de extracción.
- ❖ Explicar los factores que explican la partición de biomoléculas.
- ❖ Construir un diagrama de fases para sistemas acuosos bifásicos y comprender sus aplicaciones a la extracción de proteínas.
- ❖ Calcular las concentraciones de solutos en sistemas de múltiples etapas en contracorriente.
- ❖ Dibujar las líneas de equilibrio y operación y utilizarlas en el cálculo de etapas de equilibrio en los sistemas de extracción en contracorriente.
- ❖ Realizar los cálculos de cambio de escala para extractores centrífugos de placas.

Contenido:

Principios de extracción líquido-líquido: separación de fases y equilibrio de partición, cálculo de etapas en contracorriente. Cambio de escala y diseño de extractores: extractores de platos recíprocos, extractores centrífugos.

6. Cromatografía líquida y adsorción

Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Escribir, graficar y obtener los parámetros por métodos de regresión de las ecuaciones de adsorción.
- ❖ Derivar los balances de masa de lechos fijos de adsorción, hacer suposiciones que las simplifiquen y resolver las ecuaciones resultantes.
- ❖ Calcular la velocidad de la onda de choque del avance de un soluto cuando se supone una dispersión despreciable en el equilibrio local.
- ❖ Derivar los balances de masa para una serie de lechos adsorbedores agitados.
- ❖ Evaluar la performance cromatográfica por el análisis del pico de elusión.
- ❖ Predecir las separaciones cromatográficas de solutos mediante la suposición de un equilibrio local isotérmico, y dispersión despreciable
- ❖ Explicar el origen de las bandas de dispersión (spread) en cromatografía y su aplicación a la optimización de las columnas.
- ❖ Seleccionar resinas basadas en la química de la adsorción de los separandos.
- ❖ Utilizar el tamaño de partícula y la caída de presión en el cambio de escala de adsorción y cromatografía.
- ❖ Utilizar el método de la longitud no utilizada de columna (LUB) para el cambio de escala de adsorbedores de lecho fijo.

Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARÍA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales

U. N. M.
A:\Programa 2005 bioseparaciones.doc

273-07

Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



- ❖ Utilizar las reglas de las constantes de resolución para el cambio de escala de cromatografía de elusión.
- ❖ Seleccionar equipos para separaciones cromatográficas, incluyendo columnas, rellenos, procedimientos de relleno, bombas y desarrolladores de gradientes.

Contenido:

Equilibrio de adsorción. Dinámica de la columna de adsorción: adsorción en lechos fijos; Adsorción en lecho agitado, Efectos de la dispersión en la cromatografía, Gradientes y modificadores. Tipos de adsorbentes.: Resinas basadas en sílica; Resinas de base polimérica; Resinas de intercambio iónico; Cromatografía de interacción hidrofóbica; Cromatografía de afinidad; IMAC; Cromatografía de exclusión. Equipos: Columnas; Procedimientos de empaqueo; Detectores; Sistemas de fluidos; bombas. Cambio de escala: Adsorción, cromatografía.

7. Separación por membranas y electroforesis

Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Comprender los fenómenos de transporte en los sistemas de membranas.
- ❖ Conocer la composición, estructura y morfología de las membranas.
- ❖ Conocer los equipos de membranas y su esquema de funcionamiento.
- ❖ Adquirir el concepto de fouling y los parámetros fisicoquímicos que influyen en el fouling.
- ❖ Comprender el análisis del proceso de membrana.
- ❖ Comprender las ecuaciones de transporte para electroforesis.
- ❖ Conocer los equipos utilizados para las separaciones electroforéticas.

Contenido:

Conceptos de ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración y diálisis. Aplicaciones. Ecuaciones de transporte de disolvente y soluto (coeficiente de rechazo): ultrafiltración y microfiltración, ósmosis inversa. Membranas, características: permeabilidad, selectividad (peso molecular de corte), resistencia. Polarización.. Factores que afectan a la resolución: Presión, flujo tangencial, concentración, propiedades de la disolución. Instalaciones de separación por membranas.: Diafiltración. Diálisis. Electroforesis. Ecuaciones de transporte para la electroforesis. Electroforesis capilar y de gel: equipos y materiales. Electroforesis de proteínas.. Electroforesis de gel preparativa en discontinuo (pGE): equipo y operación. Electroforesis preparativa de flujo continuo (PCFE).

8. Precipitación

Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Explicar los factores que influyen en la solubilidad de las proteínas
- ❖ Utilizar la ecuación de Cohn para predecir el equilibrio de una solución (Recuperación de precipitación)
- ❖ Identificar las diferentes etapas en el desarrollo de un precipitado.
- ❖ Calcular los tiempos de mezclas en un precipitador agitado, la cinética de crecimiento limitado por la difusión de las partículas, y la cinética de agregación de partícula-partícula.
- ❖ Realizar el balance de partículas como una función de su tamaño en un precipitador reactor de tanque agitado continuo (CSTR).

[Signature]
Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

[Signature]
Lic. MARTA E. YAJA
Presidenta Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



9. Cristalización

Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

- ❖ Explicar las diferencias entre cristalización y precipitación.
- ❖ Utilizar la cinética de la ley de potencia en la nucleación primaria y secundaria de los cristales.
- ❖ Calcular la velocidad de nucleación y crecimiento de los cristales a partir de la distribución de tamaños y de experiencias batch.
- ❖ Realizar el análisis ingenieril de un cristizador batch.
- ❖ Delinear estrategias de cristalización de proteínas.
- ❖ Realizar un cambio de escala de un proceso de cristalización.

Contenido:

Principios de Cristalización: Cristales; Nucleación; Crecimiento del cristal; Cinética de cristalización basadas en experiencias batch. Cristalizadores discontinuos: análisis de dilución de la cristalización batch. Proceso de cristalización de proteínas. Cálculos de diseño y cambio de escala de cristalizadores: Estudios experimentales de la cristalización como base del cambio de escala.

10. Secado

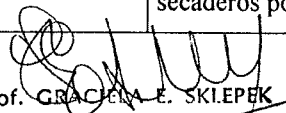
Objetivos del tema:

El alumno será capaz de:

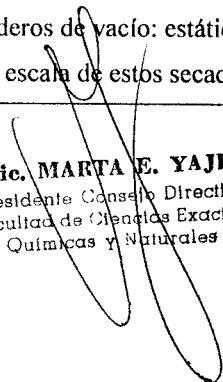
- ❖ Calcular las cantidades relativas de agua ligada o no ligada en los sólidos biológicos antes del secado.
- ❖ Modelar la transferencia de calor en el secado convectivo y conductivo, para determinar los tiempos de secado.
- ❖ Seleccionar secaderos de acuerdo con los requerimientos del material sometido a la deshidratación: Secaderos de vacío: Estáticos, rotativos, liofilizadores, por atomización.
- ❖ Calcular y realizar cambios de escala de los diferentes tipos de secaderos estudiados.

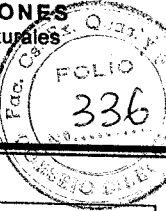
Contenido:

Principios del secado de material biológico: Agua en los sólidos biológicos y en el aire. Equilibrio. Descripción de la operación de secado en: Secaderos de vacío: estáticos y rotativos. Liofilizadores, secaderos por atomización. Diseño y cambio de escala de estos secaderos.


Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

273-07


Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



	<p align="center">11. Diseño de bioprocesos</p> <p><u>Objetivos del tema:</u></p> <p>El alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Iniciar un diseño de un proceso y elegir la secuencia de operaciones necesarias. ❖ Establecer un flow-sheet utilizando el concepto de unidades de procedimiento. ❖ Aplicar los principios de ingeniería económica a los procesos de bioseparación. ❖ Establecer una carta de especificaciones. ❖ Diagramar sistemas de control de calidad. ❖ Apreciar las evaluaciones de impacto ambiental de los procesos. <p><u>Contenido:</u></p> <p>Etapas de recuperación primaria.: productos intracelulares; Productos extracelulares. Etapas de recuperación intermedia: Concentración de los productos. Etapas finales de purificación. Análisis del proceso. Simulación del proceso. Estimación de costos de capital. Estimación de costos de operación. Normas para la fabricación correcta y control de calidad. Sistemas de documentación. Control de calidad: en el ensayo de procesos de productos intermedios, del producto global (identidad del producto, pureza, concentración, perfil de contaminantes y actividad del producto), métodos de validación, estudios de estabilidad, programa de control medioambiental. Ejemplos de ilustración de bioseparaciones: Producción de ácido cítrico. Producción de insulina humana. Producción de anticuerpos monoclonales terapéuticos.</p>
--	---

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	<p>CLASES TEÓRICAS: En ellas se desarrollaran los principios y fundamentos de la bioseparaciones, las técnicas de formulación y de resolución de problemas.-</p> <p>CLASES DE COLOQUIOS: Se aplicarán los principios de los diferentes métodos de separación a problemas concretos, haciendo hincapié en las técnicas de resolución de las ecuaciones obtenidas en la formulación y la aplicación de métodos numéricos que permitan el uso de programas de computadoras en la resolución de los problemas.</p> <p>CLASES PRACTICAS: Se realizaran experiencias en laboratorios o en planta piloto para demostrar o aplicar los principios de los procesos de separación</p>
-----------------------------------	--

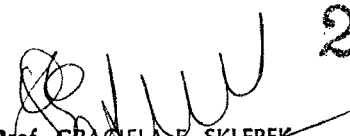
Prof. *[Signature]* E. SKLEPEK
SECRETARÍA DEL CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas
Químicas y Naturales
U. Na. M.

Lic. MARTA E. YAJIA
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

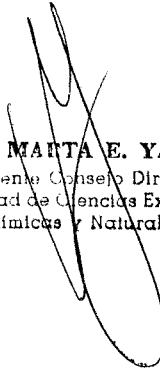
[Signature]



BIBLIOGRAFIA UNIDAD 6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betler, Paul A.; Cussler, E.L.; Hu, Wei-Shou. Bioseparations:Downstream Processing for Biotechnology. John Wileys & Sons. (1988). ▪ Harrison, Roger G.; Todd, Paul; Rudge, Scott R.; Petrides, Demetri P.. Bio-separation Science and Engineering. Oxford University Press. (2003). ▪ Hubble John. Biochemical Separations, Adsorption and Chromatographic Separations. http://www.bath.ac.uk/~cesjh/adsorb.htm#background
BIBLIOGRAFIA UNIDAD 7	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betler, Paul A.; Cussler, E.L.; Hu, Wei-Shou. Bioseparations:Downstream Processing for Biotechnology. John Wileys & Sons. (1988). ▪ Harrison, Roger G.; Todd, Paul; Rudge, Scott R.; Petrides, Demetri P.. Bio-separation Science and Engineering. Oxford University Press. (2003). ▪ Ghosh Raja. Protein bioseparation using ultrafiltration Theory, Applications and New Developments. World Scientific. (2003).
BIBLIOGRAFIA UNIDAD 8	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betler, Paul A.; Cussler, E.L.; Hu, Wei-Shou. Bioseparations:Downstream Processing for Biotechnology. John Wileys & Sons. (1988). ▪ Harrison, Roger G.; Todd, Paul; Rudge, Scott R.; Petrides, Demetri P.. Bio-separation Science and Engineering. Oxford University Press. (2003).
BIBLIOGRAFIA UNIDAD 9	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betler, Paul A.; Cussler, E.L.; Hu, Wei-Shou. Bioseparations:Downstream Processing for Biotechnology. John Wileys & Sons. (1988). ▪ Harrison, Roger G.; Todd, Paul; Rudge, Scott R.; Petrides, Demetri P.. Bio-separation Science and Engineering. Oxford University Press. (2003).
BIBLIOGRAFIA UNIDAD 10	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betler, Paul A.; Cussler, E.L.; Hu, Wei-Shou. Bioseparations:Downstream Processing for Biotechnology. John Wileys & Sons. (1988). ▪ Harrison, Roger G.; Todd, Paul; Rudge, Scott R.; Petrides, Demetri P.. Bio-separation Science and Engineering. Oxford University Press. (2003).
BIBLIOGRAFIA UNIDAD 11	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betler, Paul A.; Cussler, E.L.; Hu, Wei-Shou. Bioseparations:Downstream Processing for Biotechnology. John Wileys & Sons. (1988). ▪ Harrison, Roger G.; Todd, Paul; Rudge, Scott R.; Petrides, Demetri P.. Bio-separation Science and Engineering. Oxford University Press. (2003). ▪ Petrides Demetri.. Bioprocess Design and Economics. http://www.intelligen.com (2000)


Prof. GRACIELA E. SKLEPEK
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas
 Químicas y Naturales
 U. Na. M.

273-07


Lic. MARTA E. YAJIA
 Presidente Consejo Directivo
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales