

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

DICTAMEN SOBRE EL REDISEÑO DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



TEC



Licda. Ana Yanci Alfaro Ramírez
División Académica



OPES ; no 39-2017

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

DICTAMEN SOBRE EL REDISEÑO DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



TEC



Licda. Ana Yanci Alfaro Ramírez
División Académica



OPES ; no 39-2017

378.728.6
AL385d

Alfaro Ramírez, Ana Yanci

Dictamen sobre el rediseño de la maestría académica en química de la Universidad de Costa Rica / Ana Yanci Alfaro Ramírez. -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2017. 71 p. ; 28 cm. -- (OPES ; no. 39-2017).

ISBN 978-9977-77-239-4

1. QUÍMICA. 2. OFERTA ACADÉMICA. 3. MAESTRÍA UNIVERSITARIA.
4. EDUCACIÓN SUPERIOR. 5. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. I. Título. II. Serie.

EBV



PRESENTACIÓN

El presente estudio (OPES-39/2017) es el dictamen sobre la propuesta de rediseño de la Maestría Académica en Química de la Universidad de Costa Rica (UCR).

El dictamen fue realizado por la Licda. Ana Yanci Alfaro Ramírez, Investigadora de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES), con base en el documento *Resumen Ejecutivo del Plan de Estudios de la Maestría Académica en Química*, elaborado por el Programa de posgrado en Química de la UCR. La revisión del documento estuvo a cargo del Mag. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División Académica.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 1-2018, artículo 5, celebrada el 16 de enero de 2018.



Eduardo Sibaja Arias
Director de OPES

DICTAMEN SOBRE EL REDISEÑO DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Índice

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Justificación	2
4. El desarrollo académico en el campo de estudios en que se enmarca el posgrado	4
5. Propósitos del posgrado	6
6. Perfil académico-profesional	6
7. Requisitos de ingreso	7
8. Requisitos de graduación	8
9. Listado de las actividades académicas del posgrado	8
10. Descripción de las actividades académicas del posgrado	8
11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	9
12. Conclusiones	9
13. Recomendaciones	10
Anexo A: Plan de estudios de la Maestría Académica en Química de la Universidad de Costa Rica	11
Anexo B: Programas de los cursos de la Maestría Académica en Química de la Universidad de Costa Rica	16
Anexo C: Profesores de los cursos de la Maestría Académica en Química de la Universidad de Costa Rica	63
Anexo D: Profesores de los cursos de la Maestría Académica en Química de la Universidad de Costa Rica y sus grados académicos	68

1. Introducción

La solicitud de rediseño de la *Maestría en Química*, de la Universidad de Costa Rica (UCR) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector a.i de la UCR, Dr. Fernando García Santamaría, en nota R-4189-2017, del 15 de junio de 2017, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*¹.

Cuando se propone un rediseño de un posgrado, se utiliza lo establecido en los Lineamientos mencionados, los cuales señalan los siguientes temas, que serán la base del estudio realizado por la OPES para autorizar el rediseño propuesto:

- Datos generales.
- Justificación del posgrado.
- El desarrollo académico en el campo de estudios en que se enmarca el posgrado.
- Propósitos del posgrado.
- Perfil académico-profesional.
- Requisitos de ingreso y de permanencia.
- Requisitos de graduación.
- Listado de las actividades académicas del posgrado.
- Descripción de las actividades académicas del posgrado.
- Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

A continuación, se analizarán cada uno de estos aspectos.

2. Datos generales

La Maestría en Química fue aprobada por el Consejo del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica (SEP) en su sesión 13 del 23 de julio de 1975. Posteriormente en 1995 se creó la Maestría Profesional en Química Industrial, la cual fue aprobada por el CONARE según el acuerdo tomado en la sesión 10-97 en su artículo 4 del 22 de abril de 1997.

La unidad académica base de la *Maestría en Química*, es la Escuela de Química. La maestría es de la modalidad académica. La duración total de la maestría será de cuatro ciclos semestrales de 16 semanas cada uno. Se abrirá la matrícula con una periodicidad de la oferta académica de cada dos años.

Se otorgará el título en:

- Maestría Académica en Química

3. Justificación

Sobre la justificación, la Universidad de Costa Rica envió la siguiente información²:

La creación de un programa de Posgrado en Química en la Universidad de Costa Rica la estableció el Consejo Universitario Centroamericano en su sesión del 13 de setiembre de 1962, resolución N° 3, asignando a la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica el rango de Regional para que asumiera la Dirección de los Estudios de Posgrado en Química.

La Asamblea de la Escuela de Química postergó la iniciación de los cursos, consciente de la responsabilidad que esta designación implicaba: *contar con los recursos necesarios tanto humanos como materiales para impartir una enseñanza de calidad y contar con investigación acorde con las exigencias de un Programa de Posgrado Regional.*

La Escuela de Química se avocó a la tarea de formación del personal docente en el extranjero donde se obtuvieron titulaciones de doctorado y maestría en las diversas áreas de la Química, a saber: Química Analítica, Química Inorgánica, Química Orgánica y Fisicoquímica.

Después de un proceso lento pero continuo de desarrollo académico y científico, la Escuela de Química inició el Programa Académico en el año 1975, el reglamento del Programa de Estudios de Posgrado en Química fue aprobado por el Consejo del Sistema de estudios de Posgrado (SEP) en su sesión número 13 del 23 de julio de 1975, donde se acordó autorizar la apertura de la Maestría Académica.

A partir de esa fecha el Programa se fue fortaleciendo con la llegada de nuevos docentes investigadores en las diversas áreas de la química, la creación de centros de investigación y la adquisición de equipo e instrumental para la realización de los nuevos proyectos de investigación. Como carrera regional el Programa ha graduado un número importante de estudiantes en el ámbito centroamericano con el apoyo de la Oficina de Intercambio Académico Alemán (DAAD).

Conscientes de la necesidad de ofrecer otras alternativas que satisficieran los sectores productivos, cuyo desarrollo demanda un profesional con una formación más completa en química industrial, se creó en 1995 la *Maestría Profesional*. Así el profesional graduado de ésta puede desempeñarse en puestos como gerente de producción, gerente de control de calidad, jefe de desarrollo de proyectos, etc. Esta Maestría fue aprobada por el Consejo del SEP según consta en el Acta 634 del 19 de diciembre de 1996 y por el CONARE en sesión 10-97 del 22 de abril de 1997; su unidad académica base es la Escuela de Química, la cual quedó autorizada para impartir programas de posgrado.

En 1995, el Programa Académico fue sometido a un proceso de evaluación para determinar si correspondía continuar como carrera regional y se obtuvo un dictamen favorable. En 2008 fue acreditado como carrera regional por el SICAR; esta acreditación

venció en el año 2013. En la actualidad el Programa atraviesa por un proceso de autoevaluación con la misma finalidad y con el apoyo institucional correspondiente.

Cabe señalar, que el Programa de Posgrado en Química, hasta la fecha, es el único a nivel centroamericano, por lo que cumple con abarcar la necesidad de ofrecer estudios superiores en Química tanto a estudiantes nacionales como a los centroamericanos.

La comisión del Programa, en Sesión N° 18 del 23 de setiembre del 2014 acordó presentar esta propuesta debidamente actualizada, con la finalidad de contar con la aprobación del CONARE.

4. El desarrollo académico en el campo de estudios en que se enmarca el posgrado.

La Escuela de Química tiene una trayectoria de docencia e investigación de más de cincuenta años. Está dividida en seis secciones, a saber: Química General, Química Analítica, Química Inorgánica, Química Orgánica, Química Industrial y Fisicoquímica. Cuenta con treinta y cuatro profesores en propiedad de los cuales dieciocho son catedráticos, seis Asociados, tres Adjuntos y siete Instructores. De ellos, veinte profesores tienen grado de Doctor, once cuentan con Maestría académica y el resto con el grado de Licenciatura.

En la Escuela de Química se desarrollan los tres ejes fundamentales de la Universidad de Costa Rica: Docencia, Investigación y Acción Social.

En el área de investigación prácticamente todos los docentes participan en proyectos de Investigación en las diversas áreas de la química:

- Química Inorgánica: Química de Coordinación, Química Organometálica, Biomateriales, Catálisis Heterogénea.

- Química Orgánica: Síntesis Orgánica, Química Supramolecular, Productos Naturales, Biología Molecular.
- Química Analítica: Contaminación Ambiental, Electroquímica, Biosensores.
- Química Industrial
- Fisicoquímica: Química Cuántica, Líquidos Iónicos, Biomasa, Oceanografía Química.

Los proyectos de investigación están adscritos a la Escuela de Química o a los siguientes centros de Investigación:

- Centro de Investigaciones en Electroquímica y Energía Química (CELEQ).
- Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA).
- Centro de Investigaciones en Biología Celular y Molecular (CIBCM).
- Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental, (CICA).
- Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR)
- Además, se cuenta con la colaboración de otras unidades de investigación como, el Centro de Investigación en Ciencias Atómicas Nucleares y Moleculares (CICANUM), Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales (CICIMA) y el Centro de Investigaciones en Estructuras Microscópicas (CIEMIC).

Esta solidez en el área de investigación ha permitido que durante estos 39 años de funcionamiento el programa haya graduado alrededor de 100 estudiantes, cuyos trabajos de graduación estuvieron vinculados con proyectos de investigación, tanto de la Escuela de Química como de los diferentes Centros de Investigación afines a la carrera.

5. Propósitos del posgrado

Formar profesionales y docentes en las disciplinas de la Química y desarrollar su habilidad inquisitiva, creativa, innovadora y las destrezas necesarias para realizar investigación y desarrollo científico, con una sólida formación teórica y práctica que les despierte el pensamiento creativo e innovador, que puedan contribuir en el desarrollo de la industrias e investigación química.

Objetivos específicos

- Fomentar en los estudiantes una actitud investigativa.
- Desarrollar en los estudiantes las destrezas en las áreas de investigación teórica y experimental.
- Proveer a los estudiantes las herramientas necesarias para la investigación y el desarrollo profesional.
- Formar profesionales con autonomía en la toma de decisiones en la industria y en la investigación.
- Actualizar y profundizar los conocimientos en diversas áreas de la química.

6. Perfil académico-profesional

Que sean profesionales en las áreas de la Química o de ciencias afines, con:

- a. Un alto grado de conocimiento de los principios teóricos, metodológicos y experimentales de sus áreas profesionales, que les permita complementarlos con otros para lograr el desarrollo y la aplicación de conocimientos en contextos profesionales, de desarrollo tecnológico o de investigación científica.
- b. Habilidades y destrezas en el manejo de las operaciones de laboratorio químico y en la utilización del instrumental básico en su área profesional.

- c. Pericia en la aplicación de métodos de investigación y de estrategias especializadas de análisis, manejo y generación de información, para proponer opciones de solución de problemas relacionados con su área profesional.
- d. Facilidades de comunicación en la divulgación de manera adecuada de los conocimientos y los resultados de su investigación.
- e. Muy buena disposición para colaborar en el trabajo con colegas y con grupos multidisciplinarios.
- f. Capacidad de sistematizar y documentar conocimientos adquiridos en el ejercicio profesional.
- g. Actitudes y valores que le aportan iniciativa y creatividad en la resolución de problemas y en la toma de decisiones.
- h. Capacidad de trabajar con responsabilidad y ética.
- i. Conciencia, interés y preocupación sobre la preservación del entorno y que mantengan una actitud sensible ante problemas sociales.

La División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior considera que el perfil profesional de los graduados de esta Maestría se adecúa a los Resultados de Aprendizaje esperados según lo establecido en el Marco Centroamericano de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana.³

7. Requisitos de ingreso

Para ser admitido en el Programa Regional de Posgrado en Química, se deben tener las siguientes condiciones:

- Preparación universitaria mínima de bachillerato en Química o su equivalente, otorgado por una universidad reconocida.
- Poseer dominio instrumental del idioma inglés.
- Contar con una jornada de al menos 1/2 T. C. para dedicarse al programa de Maestría.
- Otros requerimientos administrativos a criterio de la Universidad.

8. Requisitos de graduación

El programa de Posgrado en Química fue diseñado como un currículo abierto, de tal forma que cada estudiante completará sus créditos teóricos y prácticos según los requisitos del área que escogió, siempre y cuando lleve al menos cinco créditos de otra área.

Para obtener el grado de Magister Scientiae, todo estudiante debe aprobar como mínimo 60 créditos. De éstos, treinta se obtienen llevando cursos (dos obligatorios y el resto optativos) y los otros treinta se aprueban realizando la investigación. Además, debe presentar un examen de suficiencia en la comprensión del inglés y un examen de candidatura que no tiene créditos.

9. Listado de las actividades académicas del posgrado

El listado de las actividades académicas que desarrollará el programa de Maestría en Química de la UCR, se presenta en forma detallada en el Anexo A.

El programa comprende un total de 60 créditos, por lo tanto, se cumple con la normativa vigente.

10. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos y demás actividades académicas se muestran en el Anexo B.

11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

En la normativa universitaria se establece que para ser docente en una maestría académica los docentes deben poseer al menos el grado de maestría, además preferiblemente, al menos la mitad de los docentes del equipo básico, deberá poseer el grado de doctorado académico o ser investigadores activos.

Los nombres de los profesores de cada uno de los cursos de la carrera propuesta aparecen en el Anexo C.

En el Anexo D se presentan los nombres y los grados académicos de los profesores de la maestría propuesta.

Esta Oficina considera que las normativas vigentes sobre el personal docente se cumplen.

12. Conclusiones

- La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*⁴, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior*⁵ y con los procedimientos establecidos por el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*.

13. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice a la Universidad de Costa Rica el rediseño de la *Maestría Académica en Química*, de acuerdo con los términos contenidos en este dictamen.
- Que la Universidad de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.

¹ Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°27-2013, artículo 3, inciso g) y h), celebrada el 22 de octubre de 2013

² Propuesta de la Maestría Académica en Química, 2017

³ Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana. Resultados de Aprendizaje para Licenciatura, Maestría y Doctorado, Consejo Superior Universitario Centroamericano, 2013.

⁴ Aprobado por el CONARE el 4 de mayo de 2004 y ratificado por los Consejos Universitarios e Institucional

⁵ Aprobado por el CONARE el 10 de noviembre de 1976.

ANEXO A

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CICLO LECTIVO Y CURSO	CRÉDITOS
CURSOS DE NIVELACIÓN *	
Nivelación en Química Analítica	4
Nivelación en Fisicoquímica	4
Nivelación en Química Orgánica	4
Nivelación en Química Inorgánica	4
<u>Primer ciclo</u>	<u>18</u>
Estrategias para la preparación de proyectos de investigación	2
Investigación I	4
Cursos optativos **	12
<u>Segundo ciclo</u>	<u>12</u>
Investigación II	8
Cursos optativos **	4
Examen de Inglés	-
<u>Tercer ciclo</u>	<u>16</u>
Investigación III	4
Seminario de Maestría ***	2
Cursos optativos **	10
Examen de Candidatura	-
<u>Cuarto Ciclo</u>	<u>14</u>
Investigación IV	8
Tesis de Maestría	6
<u>Total de Créditos de la Maestría</u>	<u>60</u>

*Requisito nivelatorio de ser necesario; los créditos no se contabilizan en el Plan de Estudios

CURSOS OPTATIVOS**

A. De interés general

Monografía	4
Problemas Especiales de Investigación en Química I	3
Tópicos Avanzados en Química I	5
Tópicos Avanzados en Química II	5
Problemas Especiales de Investigación en Química II	3

B. Química Analítica

Electroquímica Ambiental	5
Química Analítica Avanzada	5
Tópicos Avanzados en Electroquímica	5
Tópicos Avanzados en Química Analítica	5
Problemas Especiales de Investigación en Química Analítica	3
Métodos de Análisis Estadísticos para la Química Analítica	4
Quimiometría y Estadística Aplicada	5
Métodos Cromatográficos	4

C. Físico-Química:

Tópicos Avanzados en Físico Química	5
Termodinámica Estadística	5
Cinética Química	5
Tópicos Especiales en Química Física	5
Herramientas Computacionales para Fisicoquímica	5
Flujos de Materia y Energía en los Ecosistemas	5
Problemas Especiales de Investigación en Fisicoquímica	3

D. Química Industrial

Tópicos Especiales en Contaminación Ambiental	5
Tópicos Avanzados en Química de Alimentos I	5

Enzimas y Aditivos en Química de Alimentos	4
Tópicos Avanzados de Química de Alimentos II	5
Materias Primas Renovables	5
Problemas Especiales de Investigación en Química Industrial	3
Desarrollo de habilidades profesionales	4
Flujo, Deriva y Destino de Productos Químicos	5
Manejo de Operaciones	4
Tecnología Química I	6
Tecnología Química II	4
Tópicos Especiales en Química Industrial	5
Biotecnología Ambiental e Industrial	5
Química del Auditoraje del Medio Ambiente	4
Control de Manejo y Disposición de Aguas Servidas	5
Tópicos Avanzados en Química Industrial	5
Producción en la Industria Química	4

E. Química Inorgánica

Tópicos Avanzados en Química Inorgánica	5
Compuestos Organometálicos	5
Técnicas Avanzadas de Química Inorgánica	5
Tópicos Especiales de Química Inorgánica	5
Problemas Especiales de Investigación en Química Inorgánica	3
Métodos de Caracterización de Compuestos Inorgánicos	5
Química Bioinorgánica	5
Cristalografía	5
Química Inorgánica Avanzada	5

F. Química Orgánica

Síntesis Orgánica	5
Mecanismos de Reacción en Química Orgánica	5
Métodos Espectrométricos de Análisis-énfasis en RMN	5

Productos Naturales	5
Caracterización de Compuestos Orgánicos	5
Laboratorio de Caracterización de Compuestos Orgánicos	5
Métodos Químicos de Separación	4
Ecología Química de Insectos	5
Físico Química Orgánica	5
Diseño de Drogas	5
Técnicas Especiales en Química Orgánica	5
Diversidad Molecular y Actividad Biológica en la Naturaleza	5
Bioquímica Fundamental	6
Tópicos especiales en Biología Molecular y Biotecnología	5
Química Supramolecular	4
Tópicos Especiales en Química Orgánica	5
Tópicos Avanzados en Química Orgánica	5
Tópicos Especiales en Química Biológica	5
Problemas Especiales de Investigación en Química Orgánica	3

**El estudiante deberá aprobar un mínimo de 26 créditos en cursos optativos. Los estudiantes pueden llevar un máximo de 15 créditos de cursos optativos de otros Posgrados con Maestrías Académicas de la UCR que tengan siglas SP, siempre que cuente con la debida autorización del Profesor Tutor. Todos los cursos indicados en el Plan de Estudios de la Maestría Académica en Química pertenecen al Posgrado en Química.

*** El Seminario de Maestría puede llevarse en cualquier momento, después de haber aprobado el curso SP-1424 (Estrategias para la preparación de proyectos de investigación)

ANEXO B

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO B

PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CURSOS DE NIVELACIÓN

Nombre del curso: **NIVELACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA**

Créditos 4

Objetivos del curso:

- Aplicar la estadística como instrumento básico en el manejo de datos obtenidos de mediciones en el análisis cuantitativo.
- Conocer los fundamentos, alcances y limitaciones de los métodos de análisis volumétricos, gravimétricos, ópticos, eléctricos y cromatográficos.
- Analizar la complejidad de un problema analítico cuantitativo; la naturaleza y concentración de las especies de interés, el número de muestras a analizar, la exactitud y la precisión requeridas, para decidir cuál método usar si se consideran, por ejemplo, el presupuesto, el tiempo disponible y la calidad de los resultados.

Temática resumida:

- Introducción: el proceso analítico.
- Cifras significativas. Parámetros de desempeño.
- Tratamiento estadístico de datos
- Química de disoluciones acuosas. Relaciones estequiométricas.
- Análisis gravimétrico
- Sistemas simples de ácido- base
- Sistemas complejos de ácido- base
- Sistemas de precipitación
- Sistemas de compuestos de coordinación
- Sistemas de Redox
- Potenciometría
- Espectrometría
- Separaciones analíticas y métodos cromatográficos
- Métodos cromatográficos
- Operaciones en Química Analítica

Nombre del curso: **NIVELACIÓN EN FISICOQUÍMICA**

Créditos 4

Objetivos del curso:

- Establecer los criterios para los cambios espontáneos en los procesos químicos.
- Calcular cambios entálpicos y de energía libre en diferentes sistemas.
- Calcular cambios de entropía para cambios de estado de sistemas diversos.
- Definir y utilizar las funciones de energía libre en diferentes sistemas químicos.
- Definir y aplicar los estados estándar en distintos sistemas químicos.
- Utilizar y aplicar el potencial químico para describir y predecir el comportamiento de sistemas químicos.
- Aplicar las funciones termodinámicas para estados interfaciales.
- Aplicar la cinética química a sistemas de mediana complejidad.
- Obtener parámetros fisicoquímicos del análisis de espectros atómicos y moleculares.

Temática resumida:

- Leyes de la termodinámica
- Espontaneidad y equilibrio
- Equilibrio químico
- Equilibrio de fases
- Disoluciones reales e ideales
- Fenómenos de superficie
- Cinética química
- Aplicaciones de la química cuántica

Nombre del curso: **NIVELACIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA**

Créditos: 4

Objetivos del curso:

- Desarrollar los conocimientos básicos de la química orgánica necesarios en las distintas disciplinas de la química.
- Dotar al estudiante de posgrado con los elementos para que pueda desempeñarse con éxito en el quehacer de la química.

Temática resumida:

- ❖ Estructuras orgánicas
- ❖ Determinación de estructuras orgánicas

- ❖ Enlaces en química orgánica
- ❖ Estereoquímica
- ❖ Teoría ácido-base en química orgánica
- ❖ Mecanismos generales en química orgánica
- ❖ Intermediarios: Carbocationes, carbaniones, radicales libres y carbenos.
- ❖ Efectos de la estructura en la reactividad

Nombre del curso: **NIVELACIÓN EN QUÍMICA INORGÁNICA**

Créditos 4

Objetivos del curso:

Capacitar al estudiante para comprender:

- Conceptos básicos de la teoría atómica y de enlace
- El ordenamiento sistemático de la tabla periódica.
- Las tendencias periódicas de las familias y períodos de los elementos químicos, tales como energías de ionización, radio atómico, electronegatividad, etc.
- Reacciones químicas sencillas.
- Utilización de elementos y sus compuestos.

Temática resumida:

- El átomo y el enlace químico.
- Conceptos básicos: Teorías ácidos base, oxidación – reducción
- Elementos representativos, se estudiarán las principales características
- Elementos de transición: teoría de enlace y características principales.

CURSOS OBLIGATORIOS

Nombre del curso: **ESTRATEGIAS PARA LA PREPARACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

Créditos 2

Objetivos del curso:

- Desarrollar en el estudiante la habilidad de plantear proyectos de investigación originales, basados en la búsqueda de información bibliográfica, y fomentar su actitud crítica ante los resultados presentados en la literatura científica.
- Defender los proyectos planteados ante una audiencia crítica, de tal forma que se adquiera práctica para el Seminario y el Examen de Candidatura.

Temática resumida:

- Fuentes de información/formatos de referencias
- Uso de Mendeley/Papers/EndNote
- Discusión de formato de monografía (partes fundamentales)
- Desarrollo del proyecto: Formulación de Hipótesis, Preguntas, Árboles de ideas
- Formulación de un Gantt, presupuesto y definición de rutas críticas

Nombre del curso: **INVESTIGACIÓN I**

Créditos 4

Objetivo del curso:

Escribir la propuesta de Tesis de Maestría (en esta etapa se realiza la búsqueda bibliográfica pertinente y se escribe la propuesta, el estudiante se encuentra al inicio de la investigación).

Temática resumida:

La propuesta deberá contener como mínimo, los siguientes aspectos:

- Portada
- Fórmula para la presentación de proyectos de tesis de Maestría en Química
- Resumen
- Antecedentes
- Hipótesis
- Objetivos
- General
- Específicos
- Metodología
- Presupuesto
- Recursos. Si el proyecto se ampara en un proyecto de investigación inscrito ante la Vicerrectoría de Investigación u otro órgano, especificar el número de inscripción. Además, si se hace uso de instalaciones y equipo propios de otras unidades académicas y de investigación, se deberá aportar la autorización y visto bueno respectivos del Director de cada unidad.

Nombre del curso: **INVESTIGACIÓN II**

Créditos 8

Objetivo del curso:

Desarrollar el trabajo de investigación de la Tesis de Maestría, equivalente a un 25% de avance en los objetivos planteados.

Temática resumida:

En esta etapa el estudiante inicia su trabajo experimental con la meta de alcanzar al menos un 25% de avance en los objetivos planteados.

Nombre del curso: **INVESTIGACIÓN III**

Créditos: 4

Objetivo del curso:

Realizar el trabajo de investigación de la Tesis de Maestría, equivalente a un 50% de avance en los objetivos planteados.

Temática resumida:

En esta etapa el estudiante debe continuar con su trabajo experimental con la meta de alcanzar al menos un 50% de avance en los objetivos planteados.

Nombre del curso: **SEMINARIO DE MAESTRÍA**

Créditos: 2

Objetivo del curso:

Preparar una conferencia sobre un tema actual en el campo de la Química, presentarla primero en forma escrita y luego en forma oral, empleando técnicas audiovisuales modernas y discutirla en público.

Temática resumida:

De acuerdo con el tema elegido. Se considerarán aspectos básicos y avances modernos en los diferentes campos de la Química.

Durante la primera sesión, los estudiantes someterán a la consideración del profesor del curso, el tema escogido para su aprobación. Además, se les instruye sobre la manera adecuada de preparar y presentar conferencias ante el público. Los estudiantes deben elegir un Profesor Asesor, que sea idóneo con respecto al tema a tratar en su conferencia.

Nombre del curso: **INVESTIGACIÓN IV**

Créditos: 8

Objetivo del curso:

Realizar el trabajo de investigación de la Tesis de Maestría, equivalente a un 75% de avance en los objetivos planteados.

Temática resumida:

En esta etapa la estudiante continua su trabajo experimental con la meta de alcanzar al menos un 75% de avance en los objetivos planteados.

Nombre del curso: **TESIS DE MAESTRÍA**

Créditos: 6

Objetivo del curso:

Escribir y defender la Tesis de Maestría. La defensa es pública y se lleva a cabo ante un tribunal examinador.

CURSOS OPTATIVOS

A. DE INTERÉS GENERAL

Nombre del curso: **MONOGRAFÍA**

Créditos: 4

Objetivo del curso:

Desarrollar en el estudiante la habilidad de escribir en prosa científica, mediante la formulación, desarrollo y presentación de una monografía, en un tema relevante para la Química y que es el resultado de una búsqueda de información bibliográfica exhaustiva.

Temática resumida:

La monografía es un documento breve, en nuestro caso no mayor de 50 páginas a espacio y medio, en el que se presentan textos de trama argumentativa y de función informativa, que organizan en forma analítica y crítica, datos y hechos sobre un tema que han sido recogidos en diferentes fuentes, la mayoría de ellas recientes. No existe un único tipo o formato para la presentación de una monografía, pero hay reglas, tradiciones y particularidades, que resultan comunes a una disciplina específica.

En general, se puede distinguir tres tipos de monografía: la de compilación, la de investigación y la de análisis de experiencias. En cualquier caso, uno de los principales objetivos de la monografía es que permita evaluar la capacidad del autor-estudiante para trabajar científicamente, en forma independiente. Esta evaluación toma en cuenta la capacidad que ha demostrado el autor-estudiante para:

- Delimitar el problema.
- Descubrir y reunir información adecuada y pertinente.
- Clasificar los materiales.
- Acceder a la información y ejercitar el espíritu crítico.
- Establecer contactos con personalidades e instituciones.
- Comunicar por escrito y en forma adecuada los resultados de su trabajo.

Se considera que una monografía es científica si cumple con las siguientes pautas:

- A. Trata un tema de tal manera que puede ser reconocido por los demás.
- B. Expresa hechos sobre el tema que no se habían señalado anteriormente, o aborda el tema desde una óptica diferente a la ya difundida.
- C. Es útil a los demás.

Nombre del curso: **PROBLEMAS ESPECIALES DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA I**

Créditos: 3

Objetivo del curso:

Desarrollar un trabajo de investigación inédito, en cualquier área de la química, el cual podrá tener carácter teórico o práctico.

Temática resumida:

De acuerdo con el tema asignado. Se asigna un tema al estudiante y se revisa el avance de este cada tres semanas.

En el curso se discuten las bases para realizar una buena investigación. Se estimula al estudiante a desarrollar una actitud crítica ante los resultados presentados en la literatura científica y puede involucrar trabajo experimental en el laboratorio.

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN QUÍMICA I**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Este curso tiene el propósito de que el estudiante se familiarice con tópicos avanzados de química. Cada vez que el curso se ofrece tiene su propio programa, dependiendo del tópico que se aborde.

Temática resumida:

Dependen del tópico a impartir.

En el curso se ven tópicos que en cursos anteriores por su grado de dificultad no se logran cubrir con la profundidad deseada.

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN QUÍMICA II**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Este curso tiene el propósito de que el estudiante se familiarice con tópicos avanzados de química. Cada vez que el curso se ofrece tiene su propio programa, dependiendo del tópico que se aborde.

Temática resumida.

Dependen del tópico escogido. En el curso se ven tópicos que en cursos anteriores por su grado de dificultad no se logran cubrir con la profundidad deseada.

Nombre del curso: **PROBLEMAS ESPECIALES DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA II**

Créditos 3

Objetivo del curso:

Desarrollar un trabajo de investigación inédito, en cualquier área de la química, el cual podrá tener carácter teórico o práctico.

Temática resumida:

Depende del tema escogido por el estudiante.

En el curso se discuten las bases para realizar una buena investigación. Se estimula al estudiante a desarrollar una actitud crítica ante los resultados presentados en la literatura científica y puede involucrar trabajo experimental en el laboratorio.

B. QUÍMICA ANALÍTICA

Nombre del curso: **ELECTROQUÍMICA AMBIENTAL**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

Este es un curso dirigido a los estudiantes de postgrado en Química e Ingeniería Química y disciplinas afines. Tiene como objetivos:

- Describir las diferentes técnicas electroquímicas que se aplican en la resolución de problemas ambientales relacionados con la identificación, cuantificación, tratamiento y prevención de los contaminantes ambientales.
- Identificar problemas y proponer soluciones aplicando técnicas electroquímicas descritas en clase.

Temática resumida:

- Introducción a la Electroquímica Ambiental
- Conceptos básicos sobre sistemas electroquímicos

- Propiedades electroquímicas de contaminantes del agua, suelo y aire
- Sensores electroquímicos utilizados para la detección y caracterización de contaminantes ambientales
- Remediación electroquímica de sistemas contaminados
- Metodologías foto electroquímicas para contaminantes orgánicos
- Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales y purificación de agua para consumo humano
- Interacciones iónicas en aguas residuales

Nombre del curso: **QUÍMICA ANALÍTICA AVANZADA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Conocer los aspectos teóricos y prácticos de la corrosión metálica y como se puede mitigar o controlar sus efectos por medio de estudios y medidas electroquímicas.

Temática resumida:

- Naturaleza e importancia de la corrosión metálica.
- Fundamento de la corrosión electroquímica.
- Métodos electroquímicos cuantitativos de medida de la corrosión.
- Métodos electroquímicos no cuantitativos de estudio de la corrosión.
- Métodos no estacionarios de estudio de corrosión.
- Prevención y protección por medios electroquímicos.
- Control y seguimientos de la corrosión en obras.
- Evaluación de la velocidad de corrosión atmosférica.
- Evaluación de la corrosión en hormigón armado.
- Inhibidores de corrosión.
- Prevención y diagnóstico de fallos por corrosión.

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN ELECTROQUÍMICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar en forma sistemática la teoría, la aplicación y la instrumentación de las técnicas eléctricas de análisis.

Temática resumida:

1. Introducción a la química electroanalítica
2. Potenciometría
3. Conductimetría
4. Electrogravimetría
5. Coloumbimetría
6. Polarografía
7. Voltamperometría
8. Amperometría
9. Otras técnicas

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN QUÍMICA ANALÍTICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar en forma sistemática la teoría de un tópico avanzado del campo de la Química Analítica, según los contenidos establecidos por el profesor del curso, de antemano.

Temática resumida:

Dependerá de tema que se imparta.

En las clases magistrales el profesor expondrá los contenidos definidos por él. No se excluye la asignación de trabajos individuales que los estudiantes deberán elaborar y entregar en los plazos debidamente establecidos.

Nombre del curso: **PROBLEMAS ESPECIALES DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA**

Créditos: 3

Objetivo del curso:

Desarrollar un trabajo de investigación inédito, en cualquier área de la química, el cual podrá tener carácter teórico o práctico.

Temática resumida:

En este curso se discutirán las bases para realizar una buena investigación. Se estimulará al estudiante a desarrollar una actitud crítica ante los resultados

presentados en la literatura científica. El temario dependerá del tema de estudio que se escoja.

Nombre del curso: **MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA LA QUÍMICA ANALÍTICA**

Créditos: 4

Objetivos del curso:

- Aplicar la estadística como instrumento básico en el manejo de datos obtenidos en el análisis cuantitativo y en el cálculo de incertidumbre.
- Establecer los procedimientos para el análisis estadístico de datos por medios gráficos
- Establecer los procedimientos para el análisis estadístico por medios cuantitativos.
- Aplicar los conceptos estadísticos al uso de materiales de referencia.
- Calcular las incertidumbres de las diferentes mediciones analíticas.

Temática resumida:

- Procedimientos para el análisis estadístico de datos por medios gráficos
- Procedimientos para el análisis estadístico de datos por medios cuantitativos
- Distribución de probabilidad
- Uso de materiales de referenciales
- Cálculo de incertidumbre

Nombre del curso: **QUIMIOMETRÍA Y ESTADÍSTICA APLICADA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

El curso está enfocado en la evaluación estadística integral de datos generados durante el proceso analítico, utilizando ejemplos de la vida real o simulaciones numéricas para mostrar qué información es extraíble de un conjunto de datos experimentales.

Temática resumida:

- Correlación
- Regresión lineal
- Interpolación
- Límites de detección

- Minimización del costo
- Adición estándar
- Regresión pesada
- Regresión no lineal
- Datos mutidimensionales
- Principios de GMP, Validación, análisis de datos exploratorio.
- Técnicas de optimización
- Algunos principios sobre el muestreo
- Comparación de métodos de medición

Nombre del curso: **MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS**

Créditos: 4

Objetivo del curso:

Conocer y familiarizarse con las técnicas modernas de separación y cuantificación basadas en la migración diferencial de los analitos. Se hará énfasis en las técnicas de cromatografía de gases (CG), cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) y electroforesis capilar (EC). En el curso se discutirán para cada técnica sus funciones, aspectos relacionados con su capacidad resolutive, sistemas de inyección de muestra, sistemas de detección y tratamiento de datos por sistemas computarizados. Se discutirán además avances de estas tecnologías publicadas en revistas científicas recientes.

Temática resumida:

1. Técnicas de separación y cuantificación
2. Cromatografía de gases (CG)
3. Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC)
4. Electroforesis capilar (EC)
5. Sistema de inyección de muestra
6. Sistemas de detección y tratamiento de datos por sistemas computarizados

C. FISICOQUÍMICA

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN FÍSICO QUÍMICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar en forma sistemática la teoría de un tópico avanzado del campo de la Físico Química, según los contenidos establecidos por el profesor del curso de antemano.

Temática resumida:

Los contenidos irán de acuerdo con la temática escogida por el profesor, utilizando recursos bibliográficos actualizados.

Nombre del curso: **TERMODINÁMICA ESTADÍSTICA**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Estudiar la aplicación de la mecánica estadística a sistemas químicos en equilibrio: gases, líquidos, disoluciones, soluciones de electrolitos y procesos de absorción, entre otros. Además, se hace una pequeña introducción a sistemas en no equilibrio.
- Dotar al estudiante con las herramientas para comprender la mecánica estadística y aplicarla a sistemas químicos en equilibrio.

Temática resumida:

- Revisión de conceptos básicos de Mecánica Clásica, Mecánica cuántica, Termodinámica y técnicas matemáticas básicas.
- Conceptos básicos y suposiciones de la termodinámica estadística: conjuntos canónicos.
- Conjunto gran canónico, micro canónico y fluctuaciones.
- Estadísticas de Boltzmann, Fermi y Bose-Einstein.
- Gases monoatómicos y diatómicos.
- Mecánica estadística clásica: gases poliatómicos ideales.
- Sistemas en equilibrio químico.
- Cristales
- Gases no ideales.
- Funciones de distribución en líquidos monoatómicos.
- Disolución de electrolitos.

- Movimiento browniano y difusión.
- Elementos de termodinámica de no equilibrio.

Nombre del curso: **CINÉTICA QUÍMICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Brindar conocimientos sobre los temas de la cinética química que no se han estado incluyendo en los temarios de otras asignaturas relacionadas.

Temática resumida:

- Repaso y profundización de temas básicos: Orden de reacción, ajuste de datos a modelos cinéticos, tiempos fraccionales de reacción, mecanismo de reacción, reacciones oscilatorias.
- Teoría de colisiones.
- Teoría del complejo activado. Efectos del medio de reacción en la cinética.
- Efectos isotópicos cinéticos.
- Catálisis. Teoría y aplicaciones industriales

Nombre del curso: **TÓPICOS ESPECIALES DE QUÍMICA FÍSICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar en forma sistemática la teoría de un tópico especial del campo de la Físico Química, según los contenidos establecidos por el profesor del curso de antemano.

Temática resumida:

Los contenidos variarán según la temática escogida por el profesor.
En las clases magistrales el profesor expondrá los contenidos definidos por él. No se excluye la asignación de trabajos individuales que los estudiantes deberán elaborar y entregar en los plazos debidamente establecidos.

Nombre del curso: **HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES
PARA FISICOQUÍMICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Proporcionar los conocimientos básicos necesarios para utilizar la computación simbólica en la resolución de problemas típicos de la química, especialmente de la fisicoquímica.

Temática resumida

En este curso se enseña a utilizar programas de computación simbólica y numérica para resolver problemas matemáticos con potenciales aplicaciones en el campo de la Físicoquímica (y la Química en general). Los temas del curso, aunque son temas de matemática básica, se enseñan de forma que el estudiante logre manipular, resolver, representar gráficamente información matemática usando computadoras, en aras de potenciar la capacidad de los estudiantes a la hora de resolver problemas de matemática aplicados.

- Aritmética
- Álgebra y resolución de ecuaciones
- Funciones elementales -- exponencial y logarítmica
- Obtención de gráficas: curvas, superficies y figuras
- Geometría
- Trigonometría
- Análisis complejo
- Cálculo diferencial
- Cálculo integral
- Cálculo en varias variables
- Álgebra lineal
- Ecuaciones diferenciales e integrales
- Análisis de datos con parámetros estadísticos

Nombre del curso: **FLUJOS DE MATERIA Y ENERGÍA EN LOS
ECOSISTEMAS**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar los ciclos de materiales y los flujos energéticos de los ecosistemas reconociendo el impacto que las actividades humanas tienen sobre ellos.

Temática resumida:

1. Producciones más limpias
2. Fincas acuáticas
3. La problemática de los plaguicidas
4. Electrodomésticos de bajo consumo
5. Fuentes renovables de energía
6. Combustibles de base biológica
7. Energía nuclear
8. El tratamiento de desechos sólidos
9. El tratamiento de residuos peligrosos
10. La evaluación de riesgos ambientales
11. El crecimiento poblacional
12. Modelos de interdependencia: presa-predador
13. Los métodos de evaluación de la toxicología
14. Los métodos de evaluación de parámetros relacionados con el oxígeno: DTO, DBO, oxígeno disuelto, etc.
15. Las alternativas del transporte público.

Nombre del curso: **PROBLEMAS ESPECIALES DE INVESTIGACIÓN EN FÍSICOQUÍMICA**

Créditos 3

Objetivo del curso:

Desarrollar un trabajo de investigación inédito, en cualquier área de la química, el cual podrá tener carácter teórico o práctico.

Temática resumida:

Se asignará un tema al estudiante y se revisará el avance de este tema cada tres semanas.

En el curso se discuten las bases para realizar una buena investigación. Se estimula al estudiante a desarrollar una actitud crítica ante los resultados presentados en la literatura científica.

D. QUÍMICA INDUSTRIAL

Nombre del curso: **TÓPICOS ESPECIALES EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Adquirir conciencia de las consecuencias ambientales por las aplicaciones tecnológicas de la sociedad moderna sin un control adecuado.

Temática resumida:

1. Los problemas ambientales
2. Los ciclos biogeoquímicos
3. Degradación de la materia orgánica
4. El agua como recurso
5. Contaminación del agua.
6. Las aguas residuales y su tratamiento
7. La calidad del agua y su legislación

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS DE QUÍMICA DE ALIMENTOS I**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar las características, propiedades, reacciones y funcionalidad de los diferentes grupos de compuestos presentes en los alimentos.

Temática resumida:

TEORIA	LABORATORIO
Instrucciones-Agua	Instrucciones. Entrega de gaveta.
Agua	Determinación de la actividad del agua
Carbohidratos	Identificación de azúcares por TLC.
Carbohidratos	Pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard en sistemas modelo.

TEORIA	LABORATORIO
Carbohidratos	Extracción del almidón de diferentes tejidos vegetales y estudio de algunas de sus propiedades.
Lípidos	Evaluación físico-química de aceites y grasas.
Lípidos Proteínas	Técnicas de separación de proteínas.
Proteínas	Determinación de proteínas
Proteínas	Cinética enzimática: Determinación de la velocidad de hidrólisis de la grasa de la leche por la lipasa.
Enzimas	Propiedades catalíticas de la ureasa
Enzimas	Reacción de pardeamiento enzimático: Cinética de la polifenoloxidasas.
Enzimas	Colorantes naturales y sintéticos.
Vitaminas Minerales Contaminantes	Aditivos utilizados en la industria alimentaria.
Aditivos	Aditivos utilizados en la industria alimentaria.

Nombre del curso: **ENZIMAS Y ADITIVOS EN QUÍMICA DE ALIMENTOS**

Créditos 4

Objetivo del curso:

Estudiar las propiedades físicas y químicas, mecanismo de acción de diferentes aditivos, enzimas y/o preparados enzimáticos de uso frecuente en el área de alimentos.

Temática resumida:

A. ENZIMAS

- ❖ Introducción
- ❖ Características generales, aislamiento y nomenclatura.
- ❖ Teoría de la catálisis enzimática.
- ❖ Cinética de las reacciones químicas.
- ❖ Factores que determinan la actividad enzimática.
- ❖ Utilización de enzimas en tecnología de alimentos

- ❖ Enzimas de uso frecuente en tecnología de alimentos.

B. ADITIVOS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

- ❖ Introducción.
- ❖ Clasificación de aditivos.
- ❖ Sustancias antimicrobianas.
- ❖ Antioxidantes
- ❖ Emulsificantes.
- ❖ Acidificantes y basificantes.
- ❖ Agentes quelantes.
- ❖ Alimentos dietéticos.
- ❖ Fortificación de alimentos.

Prácticas de laboratorio.

- ❖ El curso tendrá como columna vertebral el trabajo práctico (en el laboratorio)
- ❖ Los diversos temas planteados en el programa del curso serán desarrollados a través de clases teóricas y/o deducidos de los resultados obtenidos de las diferentes prácticas de laboratorio (prácticas comunes a todos los estudiantes o prácticas especiales)
- ❖ Se asignarán “prácticas especiales” a los estudiantes. Los resultados de las mismas serán presentados en forma oral y escrita ante el resto del grupo. Las prácticas especiales se evaluarán en forma independiente.

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN QUÍMICA DE ALIMENTOS II**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar la composición química, propiedades, funcionalidad, biosíntesis y metabolismo de las clases de lípidos más importantes, así como los cambios sufridos por los mismos en los procesos de extracción, purificación y almacenamiento.

Temática resumida:

- Generalidades
- Clasificación, estructura, nomenclatura y propiedades de las diferentes clases de lípidos: Ácidos Grasos, acilgliceroles (TH, DG, MG), fosfolípidos, glicolípidos, esfingolípidos, lípidos dólicos, ceras y componetes insaponificables (hidrocarburos, esteroides, tocoferoles, carotenoides)
- Lipoproteínas: clasificación, membranas celulares.
- Biosíntesis de lípidos.
- Metabolismo de lípidos: Digestión y oxidación de ácidos grasos en tejidos animales.

- Aspectos nutricionales de los lípidos.
- Técnicas de extracción, purificación e identificación de lípidos.
- Alteraciones de lípidos: Hidrólisis enzimática (lipasas, fosfolipasas), peroxidación lipídica (autooxidación, lipooxigenación), formación de complejos lípido-proteína (alteración proteica), calentamiento, degradación microbiana.
- Inhibición de la peroxidación lipídica: Antioxidantes naturales y sintéticos, sinergistas.
- Proceso industrial de extracción y purificación de aceites y grasas: Refinado, desgomado, blanqueado, endurecimiento.
- Estudio individual de algunos aceites y grasas: Aceites vegetales, grasas de animales terrestres y aceites de animales marinos.
- Análisis de lípidos: Determinación e identificación de los lípidos, índices químicos, propiedades físicas, composición de ácidos grasos, determinación y control de las modificaciones de los lípidos durante el procesamiento y almacenamiento.

Nombre del curso: **MATERIAS PRIMAS RENOVABLES**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Presentar a los estudiantes el uso de los materiales actuales y la energía, dentro de un contexto de desarrollo sustentable.

Temática resumida:

- Materiales fósiles
- Biocombustibles
- Biomasa como combustible
- Proceso Fischer Tropsh
- Fuentes alternativas de energía
- Reciclaje

Nombre del curso: **PROBLEMAS ESPECIALES DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

Créditos: 3

Objetivo del curso:

Desarrollar un trabajo de investigación inédito, en química industrial, el cual podrá tener carácter teórico o práctico.

Temática resumida:

Se asignará un tema al estudiante y se revisará el avance de este tema cada tres semanas.

En el curso se discuten las bases para realizar una buena investigación. Se estimula al estudiante a desarrollar una actitud crítica ante los resultados presentados en la literatura científica.

Nombre del curso: **DESARROLLO DE HABILIDADES PROFESIONALES**

Créditos: 4

Objetivo del curso:

Proporcionar la conceptualización y los aspectos teóricos que en el mundo se han desarrollado sobre el espíritu y proceso empresarial y promover en los estudiantes la motivación para crear y dirigir sus propias empresas evaluando las posibilidades que el campo de la química ofrece.

Temática resumida:

- ❖ Conceptos básicos
- ❖ La gestión tecnológica: los requisitos
- ❖ La gestión tecnológica: la propiedad intelectual
- ❖ Los contratos de transferencia tecnológica
- ❖ El acceso a la información: Internet
- ❖ Las estrategias y herramientas de desarrollo
- ❖ Las alianzas estratégicas

Nombre del curso: **FLUJO, DERIVA Y DESTINO FINAL DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar la dinámica de los productos químicos introducidos por los seres humanos en el ambiente.

Temática resumida:

1. Conceptos básicos: Balance de materia. Leyes de transporte. Energía Libre. Equilibrio Químico. Cinética Química. Distribución en fases.

2. Aguas Superficiales: Características químicas y biológicas. Reacciones químicas en estos ambientes. Transporte de productos químicos en ríos, lagos y estuarios. Acumulación y degradación química. Biodegradación.
3. Suelo: Características del suelo y de las aguas de ese ambiente. Flujo y transporte en las aguas del suelo. Reacciones químicas. Adsorción, acumulación y degradación.
4. Atmósfera: Características de la atmósfera (Circulación, variación de temperatura y presión, zonas de inversión, efectos locales). Introducción y transporte de productos químicos en la atmósfera. Contaminación local. Extracción de contaminantes por deposición, oxidación, radiación y otras reacciones químicas.

Nombre del curso: **MANEJO DE OPERACIONES**

Créditos: 4

Objetivo del curso:

Capacitar al estudiante en planificar, organizar y operar un sistema productivo haciendo énfasis en la industria química.

Temática resumida:

- ❖ Manejo de operaciones. Administración de la calidad
- ❖ Toma de decisiones operacionales
- ❖ Pronósticos
- ❖ Análisis financiero para operaciones
- ❖ Locación de la planta
- ❖ Disposición de la planta
- ❖ Diseño de producto
- ❖ Análisis y planificación del proceso
- ❖ Diseño de tarea y medición del trabajo
- ❖ Planeación agregada y programación maestra
- ❖ Administración de materiales
- ❖ Control de inventarios
- ❖ Planeación de requerimientos de materiales
- ❖ Mantenimiento y análisis de operaciones
- ❖ Manejo de proyectos

Nombre del curso: **TECNOLOGÍA QUÍMICA I**

Créditos: 6

Objetivo del curso:

Desarrollar una visión global de las características más sobresalientes de la tecnología química, estudiando una en particular.

Temática resumida:

El temario dependerá de las tecnologías escogidas por los estudiantes en el curso. El estudiante escogerá una tecnología química particular y un profesor guía para realizar un estudio profundo en textos y publicaciones periódicas especializadas, hasta llegar a tener un conocimiento sustancial de la tecnología. Preparará una exposición que será evaluada al final del semestre por los profesores participantes.

Nombre del curso: **TECNOLOGÍA QUÍMICA II**

Créditos: 4

Objetivo del curso:

Exponer al estudiante a diferentes procesos tecnológicos de fabricación, análisis y aplicaciones de varios productos químicos. Los temas discutidos tendrán como referencia el entorno nacional. Se hará al menos una visita a la industria.

Temática resumida:

Dependerá de las tecnologías escogidas por los estudiantes. El estudiante escogerá una tecnología química particular y un profesor guía para realizar un estudio profundo en textos y publicaciones periódicas especializadas, hasta llegar a tener un conocimiento sustancial de la tecnología. Preparará una exposición que será evaluada al final del semestre por los profesores participantes.

Nombre del curso: **TÓPICOS ESPECIALES EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Se introducirá el uso de las normas ISO – 9000, ISO 14000 y afines. Se analizará la integración de dichas normas principalmente en la industria química y el uso de estas

normas como herramientas de manejo de riesgos. Se mostrarán las técnicas básicas de auditoría interna y se explicará cómo se desarrolla la diferente documentación necesaria para implementar las normas.

Temática resumida:

1. Introducción a las normas ISO
2. Series ISO – 9000
3. Integración ISO – 14000 e ISO – 9000
4. Manejo de riesgos
5. Auditorías

Nombre del curso: **BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL E INDUSTRIAL**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Introducir principios biológicos y bioquímicos que permitan el análisis de los procesos que forman la rama de la biotecnología microbiana, industrial y ambiental.
- Estudiar aspectos básicos de cinética de reacciones, estequiometría y velocidad de reacción, aplicados a las transformaciones efectuadas por los microorganismos.
- Analizar el funcionamiento de los reactores con mayor aplicación en el área de la biotecnología a través de los balances de materia, combinados con los aspectos básicos de cinética de reacciones microbianas.

Temática resumida:

1. Introducción
2. Tipos de contaminación y su efecto
3. Monitorización de la contaminación
4. Tratamiento de la contaminación
5. Prevención de la contaminación

Nombre del curso: **QUÍMICA DEL AUDITORAJE DEL MEDIO AMBIENTE**

Créditos: 4

Objetivos del curso:

Conocer, familiarizarse y evaluar la participación del químico en la problemática del medio ambiente-desarrollo.

Temática resumida:

1. Desarrollo sostenible
2. Evoluciones ambientales
3. Estudios de impacto ambiental
4. Auditoría ambiental
5. Minería y medio ambiente
6. Proyectos Hidroeléctricos y Medio Ambiente
7. Beneficiado del café y cuencas hidrográficas
8. Estudios de casos. Reelaboración de estudios de impacto ambiental
9. Avances recientes en técnicas analíticas de monitoreo.

Nombre del curso: **CONTROL DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS SERVIDAS**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Este curso tiene como objetivo familiarizar al estudiante con los diversos tipos de contaminantes que contienen las aguas naturales y servidas, las diversas metodologías que se utilizan en el laboratorio para caracterizar la calidad del agua y presentarle los posibles tratamientos a los que se puede someter los cuerpos de aguas contaminadas con el objeto de recuperarlos.

Temática resumida:

1. Contaminación y medio ambiente.
 - Contaminación de una masa de agua
 - Contaminantes naturales y antropogénicos (provenientes de la actividad agrícola, urbana e industrial)
 - Características fundamentales de las aguas residuales urbanas y de los efluentes industriales.
2. Efectos de la contaminación
3. Cálculo e interpretación de las diferentes variables contaminantes.

4. Criterios relativos a la calidad de agua y su depuración
 - Legislación y normalización en Costa Rica.
 - Normas y recomendaciones aplicadas en otros países.
5. Procesos de depuración
 - Procesos físicos: Rejillas, sedimentadores, desarenadores, otros.
 - Procesos químicos: Coagulación con diferentes tipos de coagulantes.
 - Procesos biológicos: aerobios y anaerobios.
6. Diseño de las plantas de tratamiento de acuerdo con el proceso que se aplica.

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN QUÍMICA INDUSTRIAL**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Explorar la posibilidad de que el estudiante pueda crear su propio negocio. Para ello se presentarán herramientas prácticas y fuentes de información para que el estudiante pueda iniciar su propio negocio en la industria química.

Temática resumida:

1. Autoevaluación y características personales para el éxito.
2. La psicología del éxito.
3. Procedimiento para crear un negocio (patentes, permisos, creación de la sociedad).
4. Análisis estratégico (FODA, factores críticos del éxito, barreras).
5. Finanzas.
6. Mercadeo
7. Producción
8. Plan de negocios. Mapas conceptuales.
9. ¿Dónde me ubico?
10. ¿Cómo pedir préstamos?
11. Selección de personal, contratación y motivación de empleados.
12. ¿Cómo comprar e importar?
13. ¿Cómo vender y exportar?
14. Plan B: ¿Por qué fallan las compañías?
15. Impuestos y Seguros
16. Presentación de Proyectos

Nombre del curso: **PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA QUÍMICA**

Créditos: 4

Objetivo del curso:

Se presentará al estudiante las principales corrientes filosóficas que sirven como fundamento para el control estadístico del proceso. Se desarrollará el uso de herramientas estadísticas para determinar si un proceso se encuentra bajo control. Se ubicarán las técnicas del control de la calidad dentro del marco del sistema de la calidad. Se discutirán técnicas para el manejo de proyectos y se verá la unidad de producción como uno de los sistemas de la empresa.

Temática resumida:

1. Conceptos y definiciones
2. Modelando la calidad del proceso
3. Inferencia acerca de la calidad
4. Gráficos de control para variables
5. Gráficos de control para atributos
6. Muestreo de aceptación
7. Manejo de proyectos
8. ISO 14001
9. ISO 9001:2000

E. QUÍMICA INORGÁNICA

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN QUÍMICA INORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Este curso tiene el propósito de que el estudiante se familiarice con tópicos avanzados de química inorgánica. Cada vez que el curso se ofrezca, tendrá su propio programa, dependiendo del tópico que se aborde.

Temática resumida:

En este curso se discutirá sobre temas avanzados en la química inorgánica, tópicos que, en cursos anteriores, por su grado de dificultad, no se logran cubrir con la profundidad deseada. El temario dependerá del tópico a impartir.

Nombre del curso: **COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Conocer los fundamentos de las reacciones organometálicas y sus aplicaciones en procesos industriales importantes.

Temática resumida:

1. Aspectos históricos relevantes.
2. Compuestos organometálicos de los elementos de los bloques s y p.
3. Modelos de enlace
4. Tipo comunes de ligandos
5. Tipos de reacciones organometálicas
6. Catálisis homogénea

Nombre del curso: **TÉCNICAS AVANZADAS DE QUÍMICA INORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Capacitar al estudiante para llevar a cabo una investigación experimental en química inorgánica.

Temática resumida:

El curso consta de ocho horas semanales de trabajo en el laboratorio y de dos horas semanales de discusión de los experimentos. Se explorarán las metodologías modernas de síntesis y caracterización de compuestos inorgánicos, así como la literatura de la química inorgánica.

Al finalizar cada experimento, se presentará un reporte escrito. El progreso del experimento, o su resultado final, se expondrá en las sesiones de discusión.

Nombre del curso: **TÓPICOS ESPECIALES DE QUÍMICA INORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Estudiar los fundamentos teóricos y prácticos de distintas técnicas de análisis de superficies.

Temática resumida:

- XPS: Espectroscopía fotoelectrónica de rayos X.
- EDX: Microanálisis de dispersión de rayos X.
- FTIR-ATR: Espectroscopía infrarroja con reflectancia total atenuada.
- Ángulo de Contacto
- Reflectancia de rayos X
- AFM: Microscopía de Fuerza atómica.

Nombre del curso: **PROBLEMAS ESPECIALES DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA INORGÁNICA**

Créditos: 3

Objetivo del curso:

Desarrollar un trabajo de investigación inédito en química inorgánica, el cual podrá tener carácter teórico o práctico.

Temática resumida:

En el curso se discutirán las bases para realizar una buena investigación. Se estimulará al estudiante a desarrollar una actitud crítica ante los resultados presentados en la literatura científica. Los contenidos dependerán del tema a desarrollar.

Nombre del curso: **MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS INORGÁNICOS**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Conocer los fundamentos de las Técnicas de Caracterización de Compuestos Inorgánicos más relevantes actualmente.

Temática resumida:

- Teoría de grupos
- Espectroscopia de excitación electrónica
- Propiedades magnéticas de los iones complejos
- Resonancia de Espín electrónico de iones complejos
- Fundamentos de Espectroscopia Mössbauer
- Técnicas voltamperométricas

Nombre del curso: **QUÍMICA BIOINORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Indicar y comprender las funciones bioquímicas de los elementos esenciales. Establecer una relación entre las propiedades periódicas y el uso de un elemento en biología.

Temática resumida:

1. Introducción a la bioquímica de los metales
2. Bioquímica del hidrógeno y de los elementos de los grupos 1, 2 y 12
3. Transferencia electrónica
4. Transporte de oxígeno, sistemas de protección.
5. Oxidaciones biológicas
6. Fotosíntesis y Respiración Celular
7. Bioquímica del cobalto
8. Ciclos de elementos.
9. Otros metabolismos.
10. Asimilación y uso de metales
11. Biominerales
12. Evolución

Nombre del curso: **CRISTALOGRAFÍA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Este curso tiene el propósito de que el estudiante aprenda sobre el crecimiento, la forma y la simetría de las estructuras cristalinas, la relación entre la composición química y conocer los métodos que se utilizan.

Temática resumida:

1. Simetría en el cristal:
 - a. Celdilla unidad
 - b. Sistemas cristalinos
 - c. Elementos de simetría
 - d. Grupos planos
 - e. Simetría en la red tridimensional
 - f. Los grupos espaciales

2. El fenómeno de difracción:
 - a. Ley de Bragg
 - b. Red recíproca
 - c. Índices de Miller
 - d. Factores de estructura
 - e. El problema de las fases
 - f. Los patrones de difracción

3. Resolución de estructura:
 - a. Métodos directos
 - b. Programa de resolución Shelxl
 - c. Programas de refinamiento Shelxl

Nombre del curso: **QUÍMICA INORGÁNICA AVANZADA**

Créditos: 5

Objetivos del Curso:

- Comprender los fundamentos de las teorías modernas de enlace de los compuestos de coordinación y correlacionar estas con las características químicas de los elementos de transición.
- Aplicar los conceptos de simetría, grupos puntuales a problemas prácticos de espectroscopia.
- Utilizar la tabla de características.

- Conocer y comprender los fenómenos magnéticos que se presentan en los compuestos de coordinación.

Temática resumida:

- **Simetría**
Elementos de simetría, Grupos puntuales, Operaciones de simetría, Teoría de grupos y tablas características.
- **Teoría de enlace**
Teoría del campo cristalino, Teoría del campo ligado.
- **Aspectos espectroscópicos de los elementos del bloque d**
Interacción electrón-electrón y los términos espectroscópicos, Acoplamiento espín-Orbita, Efectos de los ligandos en las energías de los orbitales d, Espectros electrónicos, Intensidades de los espectros d-d.
- **Espín y magnetismo**
Origen del paramagnetismo, Fórmula de "Spin-Only", Contribuciones orbitales, Contribución orbital y el límite del campo fuerte, Relevancia química de las desviaciones del valor "Spin-Only", Interacción dinuclear.
- **Resonancia electrónica de espín (aspectos básicos)**
- **Espectroscopia Mößbauer, una introducción.**

F. QUÍMICA ORGÁNICA

Nombre del curso: **SÍNTESIS ORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Familiarizar al estudiante tanto con el análisis retrosintético, como con conceptos básicos de estrategia y diseño de síntesis de un compuesto orgánico.
- Brindar al estudiante una visión global de la química orgánica sintética moderna, haciendo para esto amplio uso de la química de compuestos organometálicos.

Temática resumida:

- Introducción al análisis retrosintético
- Preparación de carbaniones. Organometálicos de grupos I y II.

- Desconexiones Lógicas
- Desconexiones ilógicas de dos grupos funcionales
- Formación estereoselectiva de enlaces carbono-carbono
- Estrategia y Diseño de Síntesis Orgánica
- Química de Organometaloides
- Química de Organometálicos de metales de transición.

Nombre del curso: **MECANISMOS DE REACCIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Se analizan las reacciones de química orgánicas principales y sus diferentes mecanismos de reacción, para luego, postular rutas razonables de otros tipos de reacciones.

Temática resumida:

- ❖ Introducción
- ❖ Definiciones
- ❖ Filosofía de los mecanismos
- ❖ Diagramas de energía
- ❖ Transferencia de protones
- ❖ Regla de pKa
- ❖ Ácidos-Bases
- ❖ Catálisis
- ❖ Radicales
- ❖ Reacciones Polares en Base: Sustratos Saturados
- ❖ Reacciones Polares en Base: Sustratos insaturados (C=C)
- ❖ Reacciones Polares en Base: Sustratos insaturados (C=O)
- ❖ Reacciones Polares en Ácido: Sustratos Saturados
- ❖ Reacciones Polares en Ácido: Sustratos insaturados (C=C)
- ❖ Reacciones Polares en Ácido: Sustratos insaturados (C=O)
- ❖ Reacciones Pericíclicas: Cicloadiciones
- ❖ Reacciones Pericíclicas: Electrocíclicas
- ❖ Reacciones Pericíclicas: Sigmatrópicas
- ❖ Metales de Transición
- ❖ Oxidación-Reducción
- ❖ Mezcla de Mecanismos: Mecanismos Bioquímicos

Nombre del curso: **MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS DE ANÁLISIS
– ÉNFASIS EN RMN**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Comprender los fundamentos teóricos de los principales experimentos de la técnica de resonancia magnética nuclear en una y dos dimensiones, comprender y aplicar estos conocimientos para la caracterización de compuestos desconocidos.

Temática resumida:

1- Aspectos prácticos:

- Revisión de RMN de pulsos
- Detección, muestreo y adquisición de señales
- Transformada de Fourier
- Resolución digital, ancho espectral y tiempo de adquisición
- Apodización, funciones ventana
- Resolución, shims
- El canal de lock
- Problemas de digitización y de rango dinámico
- Descripción clásica de RMN, sistema rotatorio de coordenadas
- Detección de cuadratura y ciclado de frases
- Desacoplamiento

2-Teoría de RMN:

- Relajación, T1 y T2, ecuaciones de Bloch.
- Efecto Nuclear Overhauser
- Desplazamiento químico
- Acoplamiento
- Sistemas de segundo orden, simulación de espectros.
- RMN en sistemas de intercambio

3-Técnicas modernas:

- Espín ecos, Inversión-recuperación
- INEPT, DEPT
- Pulsos compuestos
- Desacoplamiento de banda ancha: WALTZ, MLEV, GARP y otros
- Excitación selectiva, pulsos con forma, DANTE
- Supresión de picos
- Espectroscopia bidimensional: COSY y familia, INADEQUATE, NOESY, ROESY, HETCOR, COLOC, RCT, detección inversa: HMQC, HMBC.
- Gradientes pulsados de campo.

Nombre del curso: **PRODUCTOS NATURALES**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Aspectos generales:
 - Entender las diferencias entre el metabolismo primario y secundario.
 - Poder reconocer los bloques de construcción bioquímicos y relacionarlos con los diferentes tipos de productos naturales.
 - Entender las formas en que diferentes cofactores participan en la biosíntesis de productos naturales.
 - Conocer las metodologías para la preparación de extractos y purificación de productos naturales y saber qué técnica debe utilizarse para cada tipo de compuesto.
- Carbohidratos:
 - Conocer los diferentes tipos de carbohidratos desde el punto de vista del metabolismo secundario y su aplicación farmacológica.
 - Entender las biosíntesis que llevan a la producción de estos compuestos.
- Lípidos:
 - Conocer la biosíntesis de los diferentes ácidos grasos de manera que se pueda explicar su estructura.
 - Conocer la importancia de los diferentes ácidos grasos desde el punto de vista farmacológico y para la alimentación.
 - Saber cuáles son las diferentes fuentes de ácidos grasos.
 - Entender la relevancia farmacéutica de los derivados de los ácidos grasos (poliacetilenos, cascada araquidónica, ceras etc.).
- Terpenos:
 - Entender cómo las plantas y los microorganismos biosintetizan los diferentes tipos de terpenos.
 - Conocer los principales principios activos de plantas que se originan en la ruta del ácido mevalónico.
 - Poder visualizar estructuras en forma tridimensional con el fin de entender la estructura del farmacóforo.
 - Entender la relevancia que tienen los productos naturales del tipo terpénicos, en el diseño de nuevos medicamentos. (Este objetivo es válido para todos los tipos de productos naturales).
- Compuestos aromáticos:
 - Conocer la ruta biogenética del ácido shikímico y la ruta del policétido, y visualizar cómo a partir de estos se biosintetizan los diferentes tipos de productos naturales aromáticos (flavonoides, lignanos, etc.)
 - Conocer la actividad biológica (farmacológica) de compuestos aromáticos de origen natural y sus respectivas fuentes.

- Entender a qué se debe la actividad biológica de este tipo de compuestos observando su estructura.
- Alcaloides:
 - Conocer la definición exacta de lo que es un alcaloide.
 - Poder distinguir un protoalcaloide y un pseudoalcaloide, de un alcaloide.
 - Conocer los diferentes tipos de alcaloides, representantes de cada tipo, si biogénesis, fuente natural y utilidad farmacológica,
 - Entender la importancia de alcaloides activos, visualizando su estructura tridimensional y sus características químicas, las cuales conllevan a su actividad.
 - Poder, visualizando una estructura, reconocer al menos levemente, el tipo de actividad que el compuesto puede presentar. (este objetivo puede aplicarse para todos los tipos de productos naturales).
- Fitofármacos:
 - Conocer la definición de fitofármaco.
 - Conocer los fitofármacos más populares y su utilidad como complemento a la medicina tradicional, y sus limitaciones.
 - Conocer los principales activos de los fitofármacos estudiados.
 - Conocer diferentes marcas y precios de fitofármacos.

Temática resumida:

- 1- Aspectos generales
- 2- Carbohidratos
- 3- Lípidos
- 4- Terpenos
- 5- Compuestos aromáticos
- 6- Alcaloides
- 7- Fitofármacos

Nombre del curso: **CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Estudiar las principales reacciones de identificación de grupos funcionales en compuestos orgánicos
- Estudiar las principales reacciones de derivatización de grupos funcionales en compuestos orgánicos
- Comprender los fundamentos teóricos de los principales métodos espectrométricos utilizados en el análisis cualitativo de compuestos orgánicos
- Estudiar la metodología de interpretación de los espectros que estas técnicas producen para identificar compuestos conocidos,

- Elucidar la estructura de compuestos desconocidos; y obtener la conformación de algunos de ellos.
- Comprender la forma en que se puede realizar análisis cuantitativos por medio de estas técnicas.
- Comparar las ventajas y desventajas que estas técnicas poseen en el análisis cualitativo y cuantitativo.
- Utilizar métodos semiempíricos para el cálculo de frecuencias de absorción o señales en las técnicas espectrométricas vistas.

Temática resumida:

1. Estrategia general para enfrentar una sustancia desconocida
2. Clasificación de los compuestos orgánicos según su grupo de solubilidad
3. Reacciones clásicas de identificación de grupos funcionales.
4. Reacciones clásicas de derivatización de grupos funcionales.
5. Métodos para la obtención de fórmulas moleculares y lo que podemos aprender de ellas.
6. Espectroscopia Infrarroja
7. Resonancia Magnética Nuclear (RMN)
8. RMN: El acoplamiento spin-spin
9. Espectroscopia Ultravioleta
10. Espectrometría de Masas
11. Experimentos especiales y de dos dimensiones

Nombre del curso: **LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Dotar al estudiante con las estrategias prácticas para caracterizar un compuesto orgánico desconocido
- Capacitar al estudiante con las reacciones típicas para la identificación de grupos funcionales
- Capacitar al estudiante con las reacciones típicas para la derivatización de grupos funcionales
- Complementar el comportamiento de un compuesto orgánico por química líquida con sus parámetros espectrométricos
- Capacitar al estudiante en la separación de una mezcla de dos y tres componentes

Temática resumida:

Este curso pretende enfrentar al estudiante con la resolución del problema clásico de caracterización de compuestos orgánicos desconocidos. El primer y principal problema que debe enfrentar el estudiante, es cómo empezar a analizar una sustancia desconocida, antes de obtener mayor información espectrométrica. El estudiante se enfrentará además con las técnicas clásicas de separación de mezclas binarias y ternarias, empleando técnicas clásicas como destilación, cristalización, partición y cromatografía, entre otras técnicas. El curso es totalmente práctico y contempla una sesión de laboratorio de 5 horas.

El estudiante resolverá 5 incógnitas en 10 semanas. El estudiante debe confirmar la pureza de la incógnita y purificarla si lo amerita. Una vez que el estudiante reporte los grupos funcionales principales de la molécula, se le darán los espectros IR y UV para las dos primeras incógnitas, y se complementará con los espectros de ^1H y ^{13}C -RMN para las tres últimas.

Para las mezclas, el estudiante debe demostrar que separó exitosamente los componentes, antes de darles los datos espectroscópicos correspondientes. Tiene 2 semanas para resolver la mezcla binaria y 5 semanas para resolver la mezcla ternaria.

Nombre del curso: **MÉTODOS QUÍMICOS DE SEPARACIÓN**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Estudiar la teoría sobre métodos cromatográficos
- Estudiar la cromatografía en columna y resolver un problema práctico
- Estudiar la cromatografía planar y resolver un problema práctico
- Estudiar la cromatografía líquida de alta eficiencia y resolver un problema práctico
- Estudiar otras técnicas no-cromatográficas para el enriquecimiento o separación de componentes según sus propiedades químicas

Temática resumida:

- A. Introducción
- B. Cromatografía en columna
- C. Cromatografía planar
- D. Teoría del HPLC
- E. Otras técnicas experimentales de separaciones actuales

Nombre del curso: **ECOLOGÍA QUÍMICA DE INSECTOS**

Créditos: 5

Objetivos del curso:

- Reconocer la comunicación química como un elemento importante de interrelación entre especies.
- Estudiar los mecanismos más comunes de percepción de semioquímicos en los insectos.
- Conocer los métodos más corrientes de identificación de semioquímicos.
- Correlacionar la estructura de los semioquímicos y su actividad biológica.
- Estudiar ejemplos clásicos de síntesis de semioquímicos.
- Estudiar los usos actuales potenciales de los semioquímicos en el control integrado de plagas

Temática del curso:

- Los semioquímicos en la naturaleza, su función y su uso.
- Comunicación química: Interacción planta-planta, interacción planta-insecto, interacción insecto-insecto.
- Mecanismos de percepción de los insectos.
- Métodos de identificación de semioquímicos. Bioensayos y técnicas analíticas.
- Síntesis de semioquímicos.
- Producción y secreción de semioquímicos mediada por la regulación hormonal.
- Aplicaciones de semioquímicos en el manejo de plagas agrícolas y forestales.

Nombre del curso: **FÍSICO QUÍMICA ORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

El propósito de este curso es para entender, cuantificar y predecir la estructura y reactividad de compuestos orgánicos empleando principios fisicoquímicos. Con un enfoque basado en la síntesis orgánica, en vez de ecuaciones matemáticas, examinaremos diferentes grupos funcionales.

Temática resumida:

Estructura:

- Isómeros, conformación acíclica, conformación cíclica, estérica, tensión

Efectos Electrónicos:

- Aromaticidad, inducción, efecto de campo, resonancia

Efectos Estereoelectrónicos:

- Teoría FMO, conformación, espectroscopia, reacciones

Fuerzas Intermoleculares:

- Puentes de hidrógeno, efecto hidrofóbico, otra atracción

Intermediarios:

- Carbaniones, carbenos, carbocationes, radicales

Reactividad-General:

- Relación entre termodinámica/cinética, Ácidos/Bases, ciclaciones

Reactividad-Específica:

- Adición electrofílica, ataque nucleofílica, eliminación, sustitución

Nombre del curso: **DISEÑO DE DROGAS**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Ampliar la visión que se tiene hasta el momento acerca de lo que es el descubrimiento y el desarrollo de sustancias biológicamente activas.

Temática resumida:

El curso se inicia con una recopilación de lo que ha sido hasta hoy la investigación en el campo de desarrollo de medicamentos. Se continúa con una descripción de los métodos teóricos y experimentales utilizados actualmente en el diseño de medicamentos. Como conclusión del curso se incluyen ejemplos sobre el éxito del diseño racional de medicamentos.

Nombre del curso: **TÉCNICAS ESPECIALES EN QUÍMICA ORGÁNICA**

Créditos: 5

Objetivo(s) del curso:

Familiarizar al estudiante tanto con el análisis retrosintético, como con conceptos básicos de estrategia sintética necesarios para el diseño de la síntesis de un compuesto orgánico, todo esto de manera teórica y experimental.

Temática resumida:

- Introducción al análisis retrosintético
- Técnicas de trabajo con compuestos sensibles al aire
- Desconexiones lógicas

- Formación estereoselectiva de enlaces carbono – carbono
- Reacciones utilizando metales de transición
- con intermediarios de órgano – níquel.
- Usos sintéticos de compuestos de boro, silicio y estaño
- Síntesis de pasos múltiples.

Nombre del curso: **DIVERSIDAD MOLECULAR Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN LA NATURALEZA**

Créditos: 5

Objetivo del curso:

Reconocer la diversidad molecular en la naturaleza y su importancia.

Temática resumida:

1. Introducción
2. Métodos utilizados en la investigación del metabolismo secundario
 - a. Uso de radioisótopos
 - b. Utilización de enzimas
 - c. Mutantes
3. Productos secundarios derivados de intermediarios de degradación de glucosa, del gluconeogénesis, del ciclo de ácidos tricarboxílicos y del ácido glioxílico.
4. Derivados de la propionil-CoA.
5. Compuestos formados a partir de acetil-CoA.
6. Biosíntesis de isoprenoides y su relevancia.
7. Derivados del ácido shiquímico.
8. Productos secundarios de aminoácidos (excepto triptófano, fenilalanina y tirosina)
9. Productos secundarios derivados de triptófano, fenilalanina y tirosina.
10. Manipulación de la formación de metabolitos secundarios.

Nombre del curso: **BIOQUÍMICA FUNDAMENTAL**

Créditos: 6

Objetivo del curso:

Brindar conocimientos acerca de análisis molecular, cinético y termodinámico de los procesos bioquímicos.

Temática resumida:

I. La “lógica” de los organismos biológicos

1. Estructura celular: Compartimentos celulares como reactores relacionados en paralelo.
2. Biomembranas: transporte de energía, materia e información a través de fronteras divisorias.
3. Biomoléculas y función derivada de su estructura y reactividad.
4. Agua como ambiente de la actividad bioquímica.

II. Estructura y catálisis

1. Aminoácidos, péptidos y proteínas.
2. Estructura tridimensional de las proteínas
3. Funciones de las proteínas
4. Enzimas. Cinética de las reacciones enzimáticas.
5. Aspectos moleculares de la acción enzimática.
6. Carbohidratos y glicobiología
7. Nucleótidos y ácidos nucleicos
8. Lípidos. La naturaleza de la interacción hidrofóbica y la función estructural de los lípidos.
9. Dinámica de las membranas biológicas. Transporte de materia e información.

III. Bioenergética y la estrategia del metabolismo

1. Conceptos Fundamentales: balance energético y entrópico en sistemas abiertos.
2. Principios de bioenergética.
3. El ciclo de Krebs como estrategia evolutiva.
4. Respiración celular y fotosíntesis.

Nombre del curso:

TÓPICOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA

Créditos:

5

Objetivo del curso:

Brindar los conocimientos necesarios para la comprensión e interpretación de algunos resultados en el área de la biotecnología y la biología molecular desde una perspectiva química.

Temática resumida:

- Enlaces y apareamiento
- Estructura de ADN y ARN

- Duplicación y reparación del ADN
- Análisis del ADN
- Uso industrial de microorganismos extremófilos y uso de enzimas a alta temperatura
- Técnicas para el análisis de proteínas
- Avances en análisis de Proteomas
- Cultivo in vitro de plantas
- Biorremediación
- Cinética y termodinámica en biotecnología (R.A)
- Biorreactores con células suspendidas
- Biorreactores con células inmovilizadas

Nombre del curso: **QUÍMICA SUPRAMOLECULAR**

Créditos 4

Objetivos del curso:

- Definir claramente que es “Química Supramolecular”.
- Establecer y explicar claramente cuáles son los campos de acción de la Química Supramolecular.
- Conocer y caracterizar las principales “familias” de compuestos Supramoleculares.
- Describir algunas aplicaciones de especies y/o estructuras Supramoleculares

Temática resumida:

- Química Supramolecular: Definición y desarrollo.
- Reconocimiento Molecular
- Determinación estructural en Q. Supramolecular
- Éteres corona y derivados aromáticos
- Cavitandos
- Calixarenos,
- Ciclodextrinas, rotaxanos,
- Dendrímeros
- Esferandos y fullerenos
- Sales biliares y esteroides.

Nombre del curso: **TÓPICOS ESPECIALES EN QUÍMICA ORGÁNICA**

Créditos 5

Objetivo del Curso:

Este curso tiene el propósito de que el estudiante se familiarice con tópicos especiales de química orgánica.

Temática resumida:

Cada vez que el curso se ofrezca, tendrá su propio contenido, dependiendo del tópicos que se aborde y los temas avanzados en la química orgánica.

Nombre del curso: **TÓPICOS AVANZADOS EN QUÍMICA ORGÁNICA**

Créditos 5

Objetivos del Curso

- Conocer los orígenes de los medicamentos biológicos.
- Conocer los diferentes pasos en el desarrollo de medicamentos.
- Conocer a que se llama un biofarmacéutico y las técnicas utilizadas en el desarrollo de estos.
- Conocer cómo se lleva a cabo la producción industrial de los biofarmacéuticos (fuentes, producción, análisis del producto final y conocimiento de los posibles contaminantes) y los cuidados que se deben tener.
- Entender las implicaciones de este proceso de manufactura.
- Conocer la problemática que puede presentarse en la fabricación de “genéricos” de estos medicamentos.
- Conocer algunos biofarmacéuticos, sus usos y mecanismos de acción.

Temática resumida:

- Introducción
- El proceso de desarrollo de un medicamento
- El proceso de manufactura de un biomedicamento.
- Citoquinas (la familia de los interferones). Walsh Molecular cell biology Voet
- Citoquinas (interleucinas y el factor de necrosis tumoral).
- Factores de crecimiento.
- Hormonas de interés terapéutico.
- Productos sanguíneos y enzimas terapéuticas.
- Anticuerpos, vacunas y adyuvantes.
- Terapias con ácidos nucleicos. Terapias genéticas.

- Estado actual de las regulaciones de biomedicamentos en el mundo.

Nombre del curso: **TÓPICOS ESPECIALES DE QUÍMICA BIOLÓGICA**

Créditos 5

Objetivos del curso:

- Brindar los conocimientos necesarios para el conocimiento de la capacidad biosintética de las plantas y su utilidad para beneficio del hombre.
- El estudiante desarrollará la capacidad de discutir de manera crítica la información relacionada con los temas de estudio.
- El estudiante deberá ser capaz de investigar temas de su interés a profundidad.

Temática resumida:

1. Introducción
2. Metabolismo primario
3. Metabolismo secundario
4. Utilización de compuestos por el hombre

Nombre del curso: **PROBLEMAS ESPECIALES DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA**

Créditos 5

Objetivo del curso:

El propósito de este curso es que el estudiante adquiera la capacidad de predecir la estructura, energía y diversas propiedades de compuestos orgánicos sencillos a través del uso de diferentes sistemas de modelaje molecular.

Temática resumida:

1. Modelaje molecular
2. Programas computacionales:
 - ConQuest
 - Chem3D
 - Tinker
 - Gamess
3. Estructuras, reacciones y propiedades de moléculas pequeñas.

ANEXO C

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

ANEXO C

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CURSO	DOCENTE
CURSOS DE NIVELACIÓN	
Nivelación en Química Analítica	Jenaro Acuña González
Nivelación en Físicoquímica	Julio Francisco Mata Segreda
Nivelación en Química Orgánica	Leslie Pineda Cedeño
Nivelación en Química Inorgánica	Víctor Hugo Soto Tellini
CURSOS OBLIGATORIOS	
Estrategias para la preparación de proyectos de investigación	Giselle Tamayo Castillo
Investigación I	Giselle Tamayo Castillo
Investigación II	Giselle Tamayo Castillo
Investigación III	Giselle Tamayo Castillo
Seminario de Maestría	Giselle Tamayo Castillo
Investigación IV	Giselle Tamayo Castillo
Tesis de Maestría	Giselle Tamayo Castillo
CURSOS OPTATIVOS	
A. <u>De interés general</u>	
Monografía	Giselle Tamayo Castillo
Problemas Especiales de Investigación en Química I	Cristhian Campos Fernández
Tópicos Avanzados en Química I	Cristhian Campos Fernández
Tópicos Avanzados en Química II	Cristhian Campos Fernández
Problemas Especiales de Investigación en Química II	Cristhian Campos Fernández
B. <u>Química Analítica</u>	
Electroquímica Ambiental	Paola Fuentes Schweizer
Química Analítica Avanzada	Jenaro Acuña González

CURSO	DOCENTE
Tópicos Avanzados en Electroquímica	Paola Fuentes Schweizer
Tópicos Avanzados en Química Analítica	Ana Lorena Alvarado Gámez
Problemas Especiales de Investigación en Química Analítica	Ana Lorena Alvarado Gámez
Métodos de Análisis Estadísticos para la Química Analítica	Ana Lorena Alvarado Gámez
Quimiometría y estadística aplicada	Ana Lorena Alvarado Gámez
Métodos Cromatográficos	Ana Lorena Alvarado Gámez
C. <u>Físico-Química:</u>	
Tópicos Avanzados en Físico Química	Julio Francisco Mata Segreda
Termodinámica Estadística	Julio Francisco Mata Segreda
Cinética Química	Julio Francisco Mata Segreda
Tópicos Especiales en Química Física	Guy Vincent Joseph Lamoureux Lamontagne
Herramientas Computacionales para Físicoquímica	Julio Francisco Mata Segreda
Flujos de materia y energía en los ecosistemas	Julio Francisco Mata Segreda
Problemas Especiales de Investigación en Físicoquímica	Julio Francisco Mata Segreda
D. <u>Química Industrial</u>	
Tópicos Especiales en Contaminación Ambiental	Ronald Arrieta Calvo
Tópicos Avanzados de Química de Alimentos I	Ronald Arrieta Calvo
Enzimas y Aditivos en Química de Alimentos	Ronald Arrieta Calvo
Tópicos Avanzados de Química de Alimentos II	Ronald Arrieta Calvo
Materias primas renovables	Ronald Arrieta Calvo
Problemas Especiales de Investigación en Química Industrial	José Leitón Chacón

CURSO	DOCENTE
Desarrollo de habilidades profesionales	Javier Quesada Espinoza
Flujo, Deriva y Destino de Productos Químicos	Julio Francisco Mata Segreda
Manejo de Operaciones	José Leitón Chacón
Tecnología Química I	Javier Quesada Espinoza
Tecnología Química II	José Leitón Chacón
Tópicos Especiales en Química Industrial	Javier Quesada Espinoza
Biotecnología Ambiental e Industrial	Ronald Arrieta Calvo
Química del Auditoraje del medio ambiente	Rosaura Romero Chacón
Control de manejo y disposición de aguas servidas	Ronald Arrieta Calvo
Tópicos avanzados en Química Industrial	Javier Quesada Espinoza
Producción en la Industria Química	Javier Quesada Espinoza
<u>E. Química Inorgánica</u>	
Tópicos Avanzados en Química Inorgánica	Leslie William Pineda Cedeño
Compuestos Organometálicos	Leslie William Pineda Cedeño
Técnicas Avanzadas de Química Inorgánica	Grettel Valle Bourrouet
Tópicos Especiales de Química Inorgánica	Víctor Hugo Soto Tellini
Problemas Especiales de Investigación en Química Inorgánica	Leslie William Pineda Cedeño
Métodos de Caracterización de Compuestos Inorgánicos	Grettel Valle Bourrouet
Química Bioinorgánica	Eduardo Libby Hernández
Cristalografía	Mavis Montero Villalobos
Química Inorgánica Avanzada II	Grettel Valle Bourrouet
<u>F. Química Orgánica</u>	
Síntesis Orgánica	Víctor Hugo Soto Tellini

CURSO	DOCENTE
Mecanismos de Reacción en Química Orgánica	Guy Vincent Joseph Lamoureux Lamontagne
Métodos Espectrométricos de Análisis-énfasis en RMN	Renato Murillo Masís
Productos Naturales	Rosaura Romero Chacón
Caracterización de Compuestos Orgánicos	Giselle Tamayo Castillo
Laboratorio de Caracterización de Compuestos Orgánicos	Giselle Tamayo Castillo
Métodos Químicos de Separación	Renato Murillo Masís
Ecología Química de Insectos	Alice Pérez Sánchez
Físico Química Orgánica	Guy Vincent Joseph Lamoureux Lamontagne
Diseño de Drogas	Renato Murillo Masís
Técnicas Especiales en Química Orgánica	Víctor Hugo Soto Tellini
Diversidad Molecular y Actividad Biológica en la Naturaleza	Alice Pérez Sánchez
Bioquímica Fundamental	Alfonso García Piñeres
Tópicos especiales en Biología Molecular	Alice Pérez Sánchez
Química Supramolecular	Víctor Hugo Soto Tellini
Tópicos Especiales en Química Orgánica	Víctor Hugo Soto Tellini
Tópicos Avanzados en Química Orgánica	Víctor Hugo Soto Tellini
Tópicos Especiales en Química Biológica	Rosaura Romero Chacón
Problemas Especiales de Investigación en Química Orgánica	Alice Pérez Sánchez

ANEXO D

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD
DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

ANEXO D

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS

JENARO ACUÑA GONZÁLEZ

Maestría en Oceanografía, Universidad del Estado de Oregón, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Maestría de la Universidad de Costa Rica.

ANA LORENA ALVARADO GÁMEZ

Maestría Académica en Química, Universidad de Costa Rica.

RONALD ARRIETA CALVO

Doctorado en Ingeniería en Biotecnología, Universidad Técnica de Berlín, Alemania. Equiparado al grado de Doctorado en la Universidad de Costa Rica.

Maestría en Ingeniería en Tecnología de Alimentos, Universidad Técnica de Berlín, Alemania. Equiparado al grado de Maestría en la Universidad de Costa Rica.

CRISTHIAN SAÚL CAMPOS FERNÁNDEZ

Doctorado en Química Inorgánica, Universidad Estatal de Michigan, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Doctorado en la Universidad de Costa Rica

PAOLA FABIANA FUENTES SCHWEIZER

Maestría Académica en Geología con énfasis en Manejo de Recursos Hídricos e Hidrogeología, Universidad de Costa Rica.

Bachillerato en Química, Universidad de Costa Rica.

ALFONSO JAVIER GARCÍA PIÑERES

Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad Albert Ludwigs de Freiburg, Alemania. Equiparado al grado de Doctorado en la Universidad de Costa Rica

GUY VINCENT JOSEPH LAMOUREUX LAMONTAGNE

Doctorado en Química, Universidad de Harvard, Cambridge, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica.

JOSÉ ENRIQUE LEITÓN CHACÓN

Posgrado en Administración Funcional, INCAE, Nicaragua. Equiparado al grado de Especialista de la Universidad de Costa Rica.

Maestría en Química, Universidad de Texas, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Maestría de la Universidad de Costa Rica.

EDUARDO MIGUEL LIBBY HERNÁNDEZ

Doctorado en Química Inorgánica y Bioquímica, Universidad de Indiana, Blomington, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica.

JULIO F. MATA SEGREDA

Doctorado en Química, Universidad de Kansas, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica.

MAVIS MONTERO VILLALOBOS

Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad de Göttingen, Alemania. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica

RENATO MIGUEL MURILLO MASÍS

Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad Técnica de Berlín, Alemania. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica.

ALICE LORENA PÉREZ SÁNCHEZ

Doctorado en Química, Universidad Simon Fraser, Burnaby, British Columbia, Canadá. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica

LESLIE WILLIAM PINEDA CEDEÑO

Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad de Gotinga, Alemania. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica.

FRANCISCO JAVIER QUESADA ESPINOZA

Maestría en Química Industrial, Universidad de Costa Rica.

ROSAURA MARÍA ROMERO CHACÓN

Doctorado en Bioquímica, Universidad de London, Inglaterra. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica

VÍCTOR HUGO SOTO TELLINI

Doctorado en Química Física, Universidad de Santiago de Compostela, España. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica.

GISELLE TAMAYO CASTILLO

Doctorado en Ciencias Naturales con énfasis en Productos Naturales, Universidad Técnica de Berlín, Alemania. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica

GRETTEL VALLE BOURROUET

Doctorado en Ciencias Naturales, Especialidad en Química de Coordinación, Universidad de Ruhr Bochum, Alemania. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica



TEC

UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA



UTN
Universidad
Técnica Nacional