



ESTA OBRA ES PROPIEDAD DE LA
BIBLIOTECA DEL
CONSEJO NACIONAL DE RECTORES
ACTIVO NUMERO: 20650



**EVALUACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
1976 - 1997**

660

C-e Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación
OPES 17/98 de la Educación Superior

Evaluación de la Maestría en Ingeniería Química de la
Universidad de Costa Rica 1976-1997 / Consejo Nacional
de Rectores, Oficina de Planificación de la Educación Su-
perior. -- San José C.R. : CONARE, OPES, : Publicacio-
nes, 1998.

40 p. ; 28 cm.

Incluye anexos, bibliografía

1. EDUCACIÓN SUPERIOR. 2. GRADO ACADÉMI-
CO. 3. INGENIERÍA QUÍMICA. 4. PROGRAMAS-
PLANES DE ESTUDIO. 5. UNIVERSIDAD DE COSTA
RICA. 6. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA. I. TÍTULO.

PRESENTACIÓN

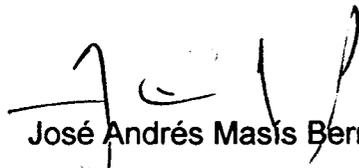
El estudio que se presenta en este documento se refiere a la evaluación del Programa de Maestría en Ingeniería Química que imparte la Universidad de Costa Rica.

Fue realizado por la M.Ed. Laura Jiménez U. y con ella colaboró la M.Sc. Ana Lorena Méndez A., integrantes del Equipo de Evaluación de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior.

La revisión final del trabajo fue realizada por el M.B.A. Minor A. Martin G., Jefe de la División Académica.

Agradecemos la colaboración del Dr. Gerardo Rojas, director del programa; así como a la secretaria Rosibel Córdoba, y a los profesores y estudiantes, quienes respondieron con responsabilidad a los cuestionarios y entrevistas.

La evaluación de la Maestría en Ingeniería Química fue aprobada por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 32-98, artículo 1, inciso b), celebrada el 3 de noviembre, 1998.



José Andrés Masís Bermúdez
Director OPES

EVALUACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
1976-1997

ÍNDICE DE TEXTO

	<u>PÁGINA</u>
1. Introducción	1
2. Antecedentes del Programa	1
3. La evaluación	3
4. Discusión de resultados	5
4.1 Justificación del Programa	5
4.2 Objetivos del Programa	6
4.2.1 Objetivo general	6
4.2.2 Objetivos específicos	6
4.3 Descripción del profesional propuesto	7
4.4 Características del Programa	8
4.4.1 Plan de estudios	8
4.4.2 Admisión, matrícula, deserción y graduados	11
4.4.3 Caracterización del estudiante	16
4.4.4 Caracterización de los académicos del posgrado	17
4.5 La investigación y su papel en el programa	19
4.6 La administración del programa	21
4.7 Recursos de planta física, equipo, materiales y financiamiento	21
4.8 Opinión general de docentes y estudiantes acerca del programa	22
4.8.1 Logros de la maestría	22
4.8.2 Problemas más importantes en el desarrollo de la maestría	23
4.8.3 Medidas para el mejoramiento del programa	23

5.	Resumen de conclusiones y recomendaciones	24
5.1	Conclusiones	24
5.1.1	Objeto y función del programa	24
5.1.2	La investigación y su papel en el programa	24
5.1.3	La docencia y su estructuración en el programa	25
5.1.4	Los estudiantes y sus características	26
5.1.5	Los académicos y su contribución al programa	26
5.1.6	La administración y su apoyo al programa	27
5.1.7	El financiamiento y su efectividad	27
5.1.8	Impacto del programa en el ámbito nacional	27
5.2	Recomendaciones	27
6.	Citas bibliográficas	29

ÍNDICE DE CUADROS

<u>CUADRO N°1:</u>	Evolución de los estudiantes de la Maestría en Ingeniería Química según período de ingreso	13
<u>CUADRO N°2:</u>	Maestría en Ingeniería Química. Características de los académicos que participan regularmente en el programa	18

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO A:</u>	Maestría en Ingeniería Química. Plan de estudios	30
<u>ANEXO B:</u>	Maestría en Ingeniería Química. Descripción de los cursos	33

1. Introducción

Este documento presenta los resultados de la evaluación realizada por la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES), al Programa de Maestría en Ingeniería Química que ofrece la Universidad de Costa Rica (UCR).

La evaluación fue solicitada por la Decana del Sistema de Estudios de Posgrado (SEP) en el oficio SEP-217-97, con fecha del 31 de enero de 1997, dirigido al Consejo Nacional de Rectores (CONARE), el cual en sesión N° 05-97 del 4 de mayo de ese año, tomó el acuerdo de aprobar la solicitud hecha, encargando a la OPES el estudio correspondiente.

2. Antecedentes del programa

El Posgrado en Ingeniería Química fue aprobado por el SEP en el año de 1976. Sin embargo, y según consta en las actas del SEP referentes a este posgrado, al principio se había externado la inquietud en cuanto al número de estudiantes que la Comisión de Ingeniería Química estaba en capacidad de aceptar, dado el reducido número de profesores que estaban a tiempo completo. Es por ello que se acordó, en diciembre de 1975, recomendarle a la Comisión de Ingeniería Química que estudiara la posibilidad de integrar a la misma a profesores de otras disciplinas. Es así como se incorporan a la citada comisión tres profesores, representantes de las siguientes áreas: Física, Química y Microbiología. En el mes de febrero de 1976 se ratifica la autorización para que el programa comience con un curso de posgrado y con cinco estudiantes que llevarían al inicio cursos de nivelación¹.

En el año de 1985 se interrumpió el programa. Según las autoridades respectivas, y tal como se estipula en las actas del SEP, este programa no se congeló o suspendió, simplemente quedó inactivo².

En el mes de setiembre de 1990, se da un interés de parte de los profesionales en el campo, los profesores de la Escuela de Ingeniería Química y la Dirección del posgrado por la reapertura de los cursos. Luego de una amplia deliberación acerca del programa, el Consejo del SEP decidió autorizar su reinicio para el primer ciclo de 1991³.

Por otro lado, con respecto al reinicio de los cursos, se estipulaba también que se diera sólo con los estudiantes anteriormente matriculados, y que habían manifestado su interés por concluir el programa. Asimismo, otras condiciones para la reapertura fueron las siguientes: realizar una reunión con la Comisión de Posgrado en Ingeniería Química, aprobar los cursos que se impartirían, realizar una evaluación del desempeño y presentar un informe sobre las investigaciones proyectadas⁴.

En octubre de 1990, el director del posgrado, mediante oficio PPIQ-07-90, presentó una solicitud para que se revocara el acuerdo mencionado y se permitiera el ingreso de estudiantes nuevos al programa. Ante esta situación, el Consejo del SEP, decide solicitarle al representante del Area de Ingenierías en ese momento, que estudiara la situación y rindiera un informe al respecto⁵.

Dicho estudio determinó que el programa tenía dos graduados y siete estudiantes pendientes; en ese momento habían solicitado admisión al posgrado ocho personas, dos de las cuales habían sido estudiantes anteriores del mismo. En cuanto a la investigación en el posgrado, se determinó que existía relación con una serie de institutos e investigadores de la Universidad de Costa Rica, lo que permitiría el desarrollo de las tesis. Con respecto al personal docente, se consideró que se contaba con el potencial humano suficiente para cumplir con el programa⁶.

Es así como, a la luz de las valoraciones emitidas en este estudio, el Consejo del SEP decide:

“ a) Autorizar la admisión de estudiantes nuevos en el Programa de Posgrado en Ingeniería Química, en un número tal que permita conformar un grupo manejable de estudiantes y en el entendido que se dará prioridad a los estudiantes anteriormente matriculados.

b) Realizar una evaluación a corto plazo, sobre el desarrollo del programa”⁷.

3. La evaluación

La evaluación tiene como objetivo el proveer de información a las autoridades de la Universidad de Costa Rica involucradas en el programa, para la toma de decisiones correspondientes. Al mismo tiempo, retroalimenta la labor del programa, al hacer partícipes a los académicos y estudiantes.

Los datos utilizados en esta evaluación fueron recolectados en tres ámbitos:

Administrativo-académico: a través de entrevistas con el Director del Programa, y por medio de documentos escritos. De esta forma se conocieron mejor aspectos tales como la fundamentación del programa, su funcionamiento administrativo-académico, facilidades en cuanto a recursos humanos, financiamiento, equipo, infraestructura, investigación, metodología a utilizar, criterios de admisión de estudiantes; así como dedicación, permanencia y rendimiento de los estudiantes en el programa.

Académico: a través de un instrumento anónimo dirigido a los profesores de la maestría y que recoge la opinión respecto al programa, en cuanto a procedimientos de admisión, graduación, organización administrativa, recursos con que se cuenta, logros y limitaciones del programa. Adicionalmente, se le solicitó a la Dirección del posgrado los datos personales y profesionales de los académicos que participan en el mismo, tales como su formación y experiencia académico profesional. Asimismo, se obtuvo información acerca de su

producción intelectual, situación laboral y distribución de su carga académica en la maestría.

En el posgrado en Ingeniería Química han estado involucrados diecisiete docentes, entre profesores actuales y anteriores. Para la presente evaluación se contó con la participación de nueve de ellos, todos profesores actuales. Asimismo, dos de los docentes que participaron como tales son graduados de la maestría y en este sentido se les hicieron unas preguntas adicionales con respecto al impacto del programa en su formación.

- Estudiantil: a través de un instrumento anónimo dirigido a estudiantes actuales, retirados y graduados de la maestría. Este instrumento consta de dos partes: la primera permitió caracterizar a la población estudiantil de acuerdo con su formación y experiencia académico profesional y algunas variables sociodemográficas. La segunda recogió la opinión de los estudiantes respecto a requisitos de ingreso, nivel académico del programa, calidad de la docencia, la práctica profesional, requisitos de graduación, logros y limitaciones del programa.

En cuanto al total de los estudiantes matriculados, y de acuerdo con la información proporcionada por la Dirección del posgrado y por las actas del SEP, se tiene que en dicho programa han estado matriculados , desde su inicio hasta la fecha, un total de treinta y cinco estudiantes. Para la presente evaluación participaron con su opinión trece estudiantes, nueve activos, tres retirados y un estudiante graduado.

De acuerdo con las normas del CONARE, con la reglamentación del SEP y con las características mismas del programa, éste se analizó dentro del marco siguiente:

- . Objeto y función del programa
- . La docencia y su estructuración en el programa
- . La investigación y su papel en el programa
- . Los académicos, su contribución al programa
- . Los estudiantes y sus características
- . La administración y su apoyo al programa
- . Los recursos y su efectividad
- . Impacto del programa en el ámbito nacional

4. Discusión de resultados

4.1. Justificación del Programa

El programa de Maestría en Ingeniería Química presentó para esta evaluación una justificación que incorpora tanto elementos nuevos como anteriores. Estos últimos se señalaban ya en el Catálogo de Programas de Posgrado del año 1981⁸. Esta versión se adjunta a continuación:

“El programa de posgrado en Ingeniería Química fue instituido en 1976 con el fin de ofrecerle a los graduados de Ingeniería Química y otras carreras afines la oportunidad de estudios de posgrado con dos grandes beneficios, primero la posibilidad de ahondar en el estudio científico de la Ingeniería Química y segundo la posibilidad de hacerlo en Costa Rica.

Este programa se justifica, pues el desarrollo económico y cultural de cualquier país está profundamente vinculado con sus disponibilidades de recursos humanos de alto nivel. Nadie puede negar la expansión industrial y el desarrollo tecnológico que se viene verificando en nuestro país, y esto requiere un número creciente de profesionales creadores, capaces de desarrollar nuevas técnicas, procesos, métodos y equipo, así como una constante actualización conducente a un conocimiento más completo de las técnicas modernas en su especialidad⁹.

Esta justificación evidencia la necesidad de profundizar en el estudio científico de la Ingeniería Química, a la vez que incorpora, como elemento nuevo y significativo, la vinculación con el desarrollo industrial y la utilización de modernos equipos y técnicas.

4.2. Objetivos del programa

En la documentación enviada para efectos de la evaluación se presentaron los siguientes objetivos:

4.2.1. Objetivo general

“El objeto o la meta que se pretende alcanzar con este posgrado es la formación de estos profesionales de alto nivel, capaces de desarrollar sus actividades en forma independiente y provechosa para la comunidad costarricense.

Este programa de estudios de posgrado, será un medio importante para acentuar la colaboración entre la industria y la universidad, pues a través de sus proyectos de investigación, se pueden desarrollar aquellos de interés nacional o regional, los cuales serán realizados con personal altamente calificado”¹⁰.

4.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos básicos del programa de posgrado en Ingeniería Química son:

- a. Ofrecerle al estudiante los conceptos más avanzados posibles en la ciencia de las ramas básicas de la Ingeniería Química. Para ello el estudiante debe cursar cuatro cursos obligatorios en los que se hace énfasis en la teoría científica.
- b. Ofrecerle al estudiante la posibilidad de profundizar sus estudios en algún tema de interés, como puede ser la Ingeniería de Alimentos, la Química, la Ingeniería Sanitaria, etc. Para ello, el estudiante escoge un mínimo de cuatro cursos que lo orienten hacia este tema. Los cursos pueden ser teóricos, tecnológicos o experimentales.
- c. Preparar al estudiante para la investigación y desarrollar en él las facultades para llevar a cabo investigación científica y de alto nivel. Esto se consigue con cursos, seminarios y, sobre todo, con la ejecución de su trabajo de graduación¹¹.

En lo que respecta al objetivo general, se presenta una congruencia deseable con lo propuesto en la justificación, en vista de que se estipula una

colaboración entre la industria y la universidad. Este aspecto no se contemplaba en el citado catálogo de posgrado. Por su parte, en lo que concierne a los objetivos específicos propuestos, éstos enfatizan la profundización de conocimientos y la investigación, elementos a los que ya se hacía mención desde el año de 1981 ¹², y que han provisto al posgrado del fundamento teórico y práctico necesario.

4.3. Descripción del profesional propuesto

La información enviada por la Dirección del Posgrado a esta Oficina se refiere al profesional propuesto en los siguientes términos:

“Actualmente el programa está planificado para que un estudiante se gradúe en un mínimo de dos años, estudiando a medio tiempo y trabajando en su trabajo de graduación, a un máximo de cuatro años, estudiando en las noches y además en su tesis.

Las áreas de investigación prioritarias para nuestro programa son: Bioingeniería, tratamiento de desechos, ciencias de los materiales, la energía y el desarrollo tecnológico de los recursos naturales nacionales. Sin embargo, el programa está abierto a cualquier tipo de investigación.

La Escuela de Ingeniería Química ofrece el grado de maestría, para aquellas personas que deseen prepararse para trabajar en diseño y desarrollo de tecnologías, investigación y enseñanza universitaria”¹³.

La descripción adjuntada, y que es la misma que en su momento se incluyó en el citado catálogo del SEP¹⁴, corresponde, más bien, a una descripción del plan de estudios. Asimismo, y como un elemento novedoso con respecto a lo establecido en ese documento, se introducen las siguientes áreas de investigación y profundización del conocimiento: Bioingeniería, Tratamiento de Desechos y Ciencias de los Materiales.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que el hecho de que el posgrado no haya establecido, desde un inicio, el perfil académico-profesional, constituido por los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores que caracterizan al profesional propuesto, no podría considerarse como una omisión

del posgrado en sí, sino como una condición propia de la época y de los requerimientos académicos en que éste fue autorizado.

4.4. Características del programa

4.4.1 Plan de estudios

El plan de estudios del posgrado en Ingeniería Química, autorizado en el año de 1976, y vigente actualmente, agrupa el quehacer académico de los estudiantes en tres tipos de cursos o actividades, a saber:

a) cursos básicos obligatorios, b) cursos electivos y c) actividades de investigación. Estas últimas actividades incluyen seminarios, talleres, investigaciones dirigidas y la presentación de la tesis. El plan presenta un total de sesenta créditos y, según el director del posgrado, no se tiene una estructura definida de antemano, sino que se es flexible, lo que permite que el estudiante haga su propio plan.

En lo que respecta a los cursos básicos se tienen los siguientes: Métodos Numéricos, Fenómenos de Transporte, Termodinámica y Cinética. Los dos primeros se ofrecen siempre en el primer ciclo lectivo y los dos últimos en el segundo ciclo. Asimismo, en lo que respecta a los cursos electivos, actualmente se tienen dos orientaciones: Bioingeniería y Tratamiento de Desechos. Los cuatro cursos electivos, escogidos de antemano según el interés del estudiante, se ofrecen también de forma espaciada, dos en el primer ciclo y dos en el segundo.

Con respecto a las actividades de investigación, en donde se destacan los cursos de Investigación Dirigida I y II, cabe señalar que el estudiante puede llevar el curso de Investigación I hasta que haya ganado los cuatro cursos básicos obligatorios. Originalmente, y según consta en el Catálogo de Programas del SEP del año 1981¹⁵, el plan de estudios contemplaba, en lo que respecta a actividades de investigación, un solo curso de investigación dirigida, aparte de dos seminarios; sin embargo dicho curso estaba orientado a problemas particulares de investigación, diferentes al trabajo de graduación, lo que no se da en la actualidad

pues los dos cursos de investigación dirigida tienen que ver específicamente con los proyectos de tesis de los estudiantes.

Según el director del programa, cuando el estudiante no ha logrado terminar la tesis con los dos cursos de investigación dirigida, debe llevar un tercer curso de investigación; situación que en este momento se presenta con tres estudiantes. Con respecto a dicho curso, el SEP acordó dejar pendiente su aprobación en vista de que el programa cumplía ya con los créditos de investigación requeridos¹⁶.

En cuanto a los cambios efectuados en el plan de estudios, se revisaron las actas respectivas del SEP¹⁷ y se encontró que, a partir de su reapertura, en el año de 1991, se autorizaron siete nuevos cursos electivos cuya temática tenía que ver, principalmente, con la Bioingeniería y el Tratamiento de Desechos. Además se incluyeron tres nuevos cursos de investigación: Investigación Dirigida I, Investigación Dirigida II y un Taller de Investigación, éste último autorizado en el año de 1997. Este curso constituye un requisito para la aprobación del proyecto de tesis del estudiante.

En el Anexo A se presentan los cursos y actividades académicas que conforman el plan de estudios de la Maestría en Ingeniería Química, para un estudiante a tiempo completo, y su respectivo creditaje. En el Anexo B se presenta una breve descripción de cada uno de los cursos.

Se preguntó a docentes y estudiantes su opinión sobre varios aspectos referentes al plan de estudios, detallándose a continuación sus respuestas:

Flexibilidad Curricular

La mayoría de estudiantes y docentes consideran que existe flexibilidad en cuanto a: temas de estudio dentro de los cursos, cursos optativos y proyectos de

investigación. Ambos grupos señalan la flexibilidad en el plan de estudios se facilita por el reducido número de estudiantes, situación que permite una mejor comunicación y un ámbito mayor de negociación. Sin embargo, los estudiantes mencionan que la escasa variedad en los cursos optativos hace que se limiten las opciones.

Métodos y técnicas didácticas empleados

Docentes y estudiantes coinciden en señalar como los métodos y técnicas utilizados con mayor frecuencia los siguientes: desarrollo de temas teóricos, discusión de investigaciones recientes y presentación de ponencias sobre temas específicos. Adicionalmente, los docentes señalan también el estudio de casos. Para la mayoría de docentes y estudiantes dichos métodos y técnicas son buenos o muy buenos, pues promueven la participación activa del estudiante; sin embargo, ambos grupos señalan que existe una carencia de equipo y recursos; así como la necesidad de favorecer más el desarrollo de la investigación. Asimismo, los estudiantes consideran que faltan prácticas que relacionen los proyectos, estudios de casos y temas teóricos con el trabajo real en la industria.

Sistema de Evaluación

Para la mayoría de estudiantes y docentes el sistema de evaluación aplicado en la Maestría es exigente, entendiéndolo como adecuado. En general, existe flexibilidad en lo que respecta a las fechas de entrega de los trabajos individuales y grupales, tomando en cuenta la jornada laboral de los estudiantes y su dedicación parcial al programa.

Nivel académico del programa

La mayoría de los estudiantes y docentes hacen una valoración positiva del nivel académico de los cursos, tanto generales como especializados u optativos. Entre las razones que brindan los estudiantes está la profundización del conocimiento adquirido y las cualidades académicas y profesionales del personal docente. Sin embargo, los estudiantes señalan el interés de que se impartan

cursos más actualizados, prácticos y adecuados a las necesidades del país. Los docentes, por su parte, consideran que también hace falta más investigación y financiamiento para la misma.

La mayoría de los estudiantes afirman que este posgrado es substancialmente diferente en comparación con la carrera de grado en que se graduaron. Entre sus respuestas se rescata que los sistemas de enseñanza y evaluación son diferentes, por su flexibilidad y versatilidad en cuanto a horarios y temas tratados dentro de los cursos.

En general, los estudiantes respondieron que sus expectativas con respecto a la maestría fueron satisfechas al profundizar la teoría de cuatro áreas básicas de la Ingeniería Química: Cinética, Fenómenos de Transporte, Termodinámica y Métodos Numéricos; sin embargo, se apunta también la necesidad de tener más práctica así como un mayor acercamiento con la realidad cotidiana.

En lo que concierne a los cambios para mejorar el plan de estudios vigente, estudiantes y docentes coinciden en señalar la necesidad de enfatizar más la investigación y la generación del conocimiento, así como tener más cursos prácticos. Adicionalmente, los estudiantes expresan su interés porque se incluyan también más cursos que profundicen el conocimiento. En términos generales, ambos grupos consideran que se debe ampliar el número de áreas de estudio y diversificar la temática; así como fortalecer la investigación, desde el punto de vista académico y financiero y establecer una relación más estrecha con el sector industrial.

4.4.2 Admisión, matrícula, deserción y graduados

En cuanto a los requisitos de ingreso a la Maestría en Ingeniería Química, éstos se apegan a los establecidos por el SEP. El programa admite también estudiantes de carreras afines a la Ingeniería Química, que tengan,

al menos, el grado de Bachillerato. En el caso de ser estudiantes graduados de la carrera de Ingeniería Química, éstos ingresan con el grado de Licenciatura, que es el mínimo grado ofrecido. Los estudiantes de otras carreras pasan por una etapa de nivelación, en donde llevan un máximo de cuatro cursos del grado, previa realización de un examen teórico de ubicación. Este examen lo desarrollan los estudiantes en sus casas y se les da tres días de plazo para entregarlo.

Ocho de nueve docentes conocen los criterios que se han utilizado para la selección de estudiantes y de éstos, la mayoría los considera adecuados, dado que se escogen personas con buen rendimiento y que demuestren interés en el área. Asimismo, estos criterios cumplen con todas las normas dispuestas en los estatutos universitarios.

En cuanto a los estudiantes, se evidencian opiniones divididas pues de los trece, siete expresan no conocer dichos criterios y los restantes responden afirmativamente. De este grupo, tres consideran que dichos criterios son adecuados y tres responden en forma negativa. En general, las razones por las cuales los criterios no son adecuados residen en que dan prioridad a los estudiantes de grado y limitan las oportunidades de profesionales que trabajan a tiempo completo en el área de la Ingeniería Química y que muestren interés por la maestría. De esta manera se valoraría tanto la experiencia como las calificaciones académicas previas.

La totalidad de los estudiantes afirman que conocieron las características del programa que iban a recibir por medio de la Escuela de Ingeniería Química y por referencias de profesores.

En el cuadro N°1 se presenta la evolución del número de estudiantes matriculados en el programa. Se contemplan en éste dos períodos, a saber: 1976 -1985 y 1991-1998.

CUADRO N°1

EVOLUCION DE LOS ESTUDIANTES DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA QUIMICA SEGUN PERIODO DE INGRESO

Período de ingreso	Admitidos	Activos	Graduados	Retirados
1976-1985	9	2	2	5
1991-1998	26	17	1	8
TOTAL	35	19	3	13

FUENTE: Elaborado en la OPES con información proporcionada por la Dirección de la Maestría en Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica (UCR) y por las Actas respectivas del Sistema de Estudios de Posgrado (SEP).

Como se desprende del cuadro presentado, el número de estudiantes graduados es mínimo en comparación con la totalidad de los estudiantes admitidos y con el número de años efectivos que tiene el posgrado de funcionar. Asimismo, se evidencia que a partir de su reinicio, se ha logrado captar un número considerable de estudiantes; sin embargo, llama la atención que se tenga un significativo índice de estudiantes retirados. Esta situación podría reflejar la existencia de condiciones que limitan la eficiencia del programa.

En cuanto a estas condiciones y las posibles razones por las que se tiene en el programa un bajo índice de graduación, los docentes señalan como un factor importante el que los estudiantes trabajen a tiempo completo y, por lo tanto, dediquen poco tiempo a la tesis. Asimismo, opinan que la insuficiencia de recursos económicos no permite mejorar la infraestructura de investigación, en cuanto a laboratorios y equipo para realizar los análisis requeridos.

En lo que concierne a los requisitos de graduación, el programa tiene estipulado la presentación de una tesis. Según el director del programa en este momento se tienen seis estudiantes que ya terminaron todos los cursos y están trabajando en su proyecto de tesis. Con respecto a la tesis se hicieron varias preguntas a estudiantes y profesores, cuyas respuestas se presentan a continuación:

De los trece estudiantes que participaron en la evaluación, sólo cinco han presentado o están por presentar el examen de candidatura; de éstos la mayoría considera que esta prueba es congruente con la formación recibida, en el sentido de que se evalúan los conocimientos adquiridos en los cursos.

En lo que respecta a los docentes, de los nueve, seis han sido miembros del jurado examinador y de éstos, la mayoría considera que el grado de dificultad del examen de candidatura es congruente con la formación impartida, pues se valoran los conocimientos y habilidades académicas de los candidatos.

La mayoría de docentes y estudiantes coinciden en señalar como insuficiente la instrumentación académica ofrecida para realizar la investigación que requiere la tesis. Lo anterior, por la falta de financiamiento y facilidades pertinentes, dado que la realización de estudios técnicos y experimentos requiere de instrumentos y materiales costosos, con los que no cuenta la Escuela de Ingeniería Química. Para el director del posgrado el hecho de que no se tenga en la propia unidad académica el equipo necesario no es una limitante, en vista de que se puede recurrir a los laboratorios de otras unidades académicas o contar con el equipo de las empresas en donde trabajan los estudiantes.

Los estudiantes indican como los principales criterios tomados en cuenta para la escogencia del tema de tesis los siguientes: interés académico o profesional, en primer lugar, y la disponibilidad de especialistas que asesoren al estudiante. Los docentes, por su parte, señalan como los criterios más importantes la relación con el trabajo profesional del estudiante y el que se cuente con patrocinio para el proyecto final.

Para los docentes y estudiantes los principales criterios con los que se escogen al director y los lectores de la tesis son la relación del tema con la especialidad del profesor, en primer lugar, el nivel y excelencia académica del profesor y , en segundo lugar, el interés del profesor por trabajar en el tema.

En lo que concierne a las causas principales que dificultan la elaboración de la tesis, docentes y estudiantes coinciden en las siguientes: insuficiencia del equipo requerido y falta de tiempo del estudiante. Adicionalmente, los estudiantes indican la falta de una guía adecuada y el elevado costo de los procedimientos y análisis requeridos.

En cuanto a la relación que tienen las tesis realizadas con el trabajo profesional de los estudiantes, se obtuvo la respuesta de nueve de trece estudiantes y seis de nueve docentes. La mayoría de los estudiantes considera

esta relación como adecuada. En lo que respecta a los docentes, se encuentra una división de opiniones, pues tres valoran la relación como adecuada y para los tres restantes existe poca o ninguna relación.

Para el grupo de docentes que responden en términos positivos, se trata siempre de empatar lo académico con lo industrial, por lo que se procura que las tesis desarrolladas sean acordes con el trabajo profesional de los estudiantes. Por el contrario, para los que valoran dicha relación en términos negativos, no se han realizado las suficientes tesis para permitir integrarlas al trabajo, al igual que se ha hecho en el grado. Asimismo, se externa que es una maestría teórica y que sus temas son bastante académicos y alejados de la práctica diaria de la Ingeniería Química.

4.4.3 Caracterización del estudiante

Con la información suministrada por los trece estudiantes que participaron en la evaluación, se puede caracterizar al estudiante de la maestría en Ingeniería Química como un costarricense (la totalidad), de sexo masculino (12 de 13); ingresó a la maestría para mejorar su nivel académico y profesional (11 de 13), con una edad menor de 30 años (11 de 13); su formación base es en el área de Ingeniería Química con el grado académico de Licenciatura (la totalidad); graduado entre 1989 y 1997 (10 de 13); tiene dominio del idioma inglés (11 de 13); aparte de la tesis presentada para obtener su grado de Licenciatura, no ha realizado otras publicaciones ni presentado ponencias en los últimos cinco años (9 de 13); ingresó al programa entre 1991 y 1997 (11 de 13); no disfrutó de beca para estudiar en la maestría (9 de 13); trabaja mientras estudia (11 de 13), en una institución autónoma (8 de 13), realiza actividades relacionadas con su estudio (12 de 13) y con una jornada laboral de tiempo completo (la totalidad).

En lo que respecta a las limitaciones más importantes que tienen los estudiantes en esta maestría, docentes y estudiantes coinciden en anotar la falta de tiempo por las responsabilidades laborales y la insuficiencia de apoyo técnico.

Adicionalmente, los docentes señalan la falta de financiamiento de los estudios y los estudiantes, por su parte, mencionan los escasos recursos bibliográficos con que se cuenta.

4.4.4 Caracterización de los académicos del posgrado

La dirección del posgrado en Ingeniería Química hizo llegar a esta oficina un cuadro con información acerca de las características y condiciones académicas de los diez docentes, todos ellos profesores de la Escuela de Ingeniería Química y que participan regularmente en el posgrado. Dicha información, se presenta en el cuadro número 2.

Como se nota en el citado cuadro, el posgrado cuenta con un personal docente altamente calificado, con el grado de maestría (la totalidad) o doctorado, en áreas afines a la Ingeniería Química como Simulación y Ciencia de los Materiales, entre otras. En cuanto a su categoría en el Régimen Académico su condición es variable, se tienen catedráticos, profesores adjuntos y asociados. Han realizado investigaciones propias (la totalidad) y han participado como tutores de tesis (ocho de diez). Tienen siete años o más de laborar en el posgrado (la totalidad) con una jornada laboral de un cuarto a medio tiempo completo.

El nivel de la preparación académica de los docentes es valorado de forma positiva, tanto por estudiantes como por docentes. Entre los criterios utilizados se destaca la formación académica y la experiencia profesional. En cuanto al desempeño de las labores docentes, se vuelve a presentar una valoración positiva por parte de ambos grupos, quienes hicieron referencia en sus respuestas a la experiencia docente acumulada, tanto en el grado como en el posgrado.

Para los docentes, las mayores limitaciones con que se enfrentan en este programa tienen que ver con la falta de tiempo de los estudiantes y la falta de apoyo en actividades de investigación.

CUADRO N°2

MAESTRÍA EN INGENIERIA QUIMICA

CARACTERÍSTICAS DE LOS ACADEMICOS QUE PARTICIPAN REGULARMENTE EN EL PROGRAMA

DOCENTE	ULTIMO GRADO ACADÉMICO OBTENIDO	AREA DE ESTUDIOS	CARGA ACADEMICA EN EL POSGRADO (TC)	CATEGORIA ACADEMICO	AÑOS DE PARTICIPACION EN EL POSGRADO	HA DESARROLLADO INVESTIGACIONES
1.	Doctorado	Ciencia de los Materiales	¼	Catedrático	15	SI
2.	Doctorado	Tratamiento de Desechos	½	Catedrático	7	SI
3.	Doctorado	Bioingeniería / Simulación	½	Adjunto	7	SI
4.	Maestría	Métodos Numéricos	½	Asociado	7	SI
5.	Maestría	Administración	¼	Catedrático	15	SI
6.	Maestría	Diseño de Procesos	¼	Asociado	15	SI
7.	Doctorado	Ciencia de los Materiales	½	Catedrático	7	SI
8.	Maestría	Simulación	¼	-	7	SI
9.	Maestría	Simulación / Energía	½	Adjunto	7	SI
10.	Maestría	Simulación	¼	Asociado	15	SI

FUENTE: Elaborado en la OPES de acuerdo con la información suministrada por la Dirección de la Maestría en Ingeniería Química, 1998.

4.5 La investigación y su papel en el programa

La mayoría de los docentes consideran inadecuado o insuficiente el énfasis que se da a la investigación en este posgrado. Justifican sus respuestas en la ausencia de un programa general de investigación y en la falta de financiamiento, equipo y medios para investigar.

Tanto estudiantes como docentes consideran que la preparación previa del estudiante en investigación ha sido suficiente para rendir adecuadamente en la Maestría. Entre sus respuestas destacan el hecho de haber elaborado una tesis para la licenciatura y haber llevado en el grado cursos básicos de buen nivel académico. Adicionalmente, los estudiantes expresan que las técnicas de investigación y preparación de proyectos enseñadas en el grado resultan adecuadas y útiles en la Maestría.

Para la mayoría de los estudiantes y docentes los seminarios o talleres que preparan para investigar son suficientes. Los estudiantes destacan el hecho de que se incluyan métodos de investigación y se propicie la realización de entrevistas y búsquedas bibliográficas, entre otros. Los docentes, por su parte, consideran que se trata de dar lo necesario y que en la actualidad se cuenta con un taller de investigación. Sin embargo, señalan que se tiene como limitación la poca investigación que se hace en el país en todos los campos y el escaso tiempo disponible de los estudiantes, en vista de sus obligaciones laborales.

La mayoría de los estudiantes considera de gran utilidad o de utilidad la investigación llevada a cabo en el programa, pues posibilita un mejoramiento en las condiciones económicas del país y desarrolla nueva tecnología aunque su utilidad aumentaría si ésta fuera más práctica y menos teórica.

Por otra parte, para los docentes no existe una única respuesta, pues de los nueve, cinco de ellos valoran la investigación como de gran utilidad o de utilidad y los cuatro restantes la consideran de poca utilidad. Los que ubican su respuesta

como de gran utilidad o de utilidad expresan que se busca resolver con la investigación problemas de la industria en particular y del país en general. Por otro lado, los que consideran poco útil la investigación desarrollada hacen referencia al carácter teórico de la misma y a su escasa aplicabilidad. Además, mencionan que no existe en nuestro país una relación industria-Universidad, como sí ocurre en países avanzados.

En cuanto a la valoración de la relación entre las actividades docentes y las de investigación, se dan diferencias entre la opinión de los estudiantes, no así en la de los docentes. Estos últimos tienden a valorar dicha relación en términos negativos por la falta de financiamiento e insuficiencia de recursos y equipo para la investigación aplicada.

En lo que respecta a los estudiantes, de los doce que respondieron seis responden positivamente y seis en forma negativa. Los primeros expresan que en los cursos se le da énfasis a la investigación, y se cuenta con las herramientas necesarias y el interés del profesor por complementar la teoría con investigaciones. El segundo grupo, por el contrario, considera que hace falta mucha experiencia de campo para algunos profesores y que se puede fomentar mucho más la investigación.

Según el director del programa, se está tratando que los estudiantes tengan financiamiento de sus propias empresas para la realización de sus proyectos de tesis, lo que se ha logrado con dos de los cuatro estudiantes que tienen previsto realizar a corto plazo su examen de candidatura. Asimismo, expresó que se exige ahora para la aprobación del proyecto de tesis que los estudiantes tengan la garantía de terminarlo por parte de la institución o empresa.

4.6 La administración del programa

El posgrado en Ingeniería Química ha tenido, desde su inicio, cuatro directores, tomando en cuenta el director actual, quien asumió su cargo en el año de 1990.

En cuanto al personal administrativo, no se tiene asignada ninguna persona para el posgrado, y se recurre a la secretaria del grado para tales labores.

En lo que respecta a los docentes, se cuenta, principalmente, con el respaldo de la Escuela de Ingeniería Química, puesto que a los profesores de grado se les hace una descarga equivalente a un cuarto de tiempo completo por cada curso de posgrado que impartan. Adicionalmente, el Sistema de Estudios de Posgrado (SEP) brinda medio tiempo completo para el nombramiento de docentes.

En cuanto a la valoración de la organización administrativa de la maestría, los docentes tienden a considerarla como eficiente. Asimismo, coinciden en valorar positivamente el apoyo que la Escuela de Ingeniería Química le ha dado a este posgrado. Lo anterior, en vista de que se ha contado con el respaldo del Director de la Escuela y de esta manera se ha provisto al posgrado de los recursos docentes, administrativos y de equipo, dentro de las restricciones presupuestarias existentes. En cuanto al apoyo recibido por parte del SEP, sólo siete de nueve docentes respondieron, y de éstos, la mayoría lo considera como poco adecuado.

4.7 Recursos de planta física, equipo, materiales y financiamiento

El programa está financiado por la Universidad de Costa Rica, mediante el pago de matrícula. En lo que se refiere a equipo, se cuenta con una planta piloto para ensayos y análisis. También se utilizan los laboratorios de otras escuelas de la Universidad de Costa Rica, así como los laboratorios de las instituciones donde laboran los estudiantes del posgrado.

Por otro lado, se tiene acceso al material bibliográfico con que cuenta la propia universidad. Asimismo, en lo que concierne al equipo de cómputo, cuentan con un nodo propio, al que tienen acceso tanto profesores como estudiantes. En cuanto a la existencia de convenios específicos del posgrado con otras universidades o entidades, actualmente se están gestionando acuerdos con las Universidades de Oklahoma City y Missouri.

Se les preguntó a docentes y estudiantes acerca de la disponibilidad de recursos del programa en cuanto a planta física, sistemas de información actualizados y equipo y material para los laboratorios. Ambos grupos respondieron homogéneamente, destacándose entre sus respuestas el que valoraran de manera más bien positiva la planta física y los sistemas de información y que, por el contrario, valoraran en términos más bien negativos el equipo y material de los laboratorios con que se cuenta.

En cuanto a la bibliografía utilizada en la Maestría, docentes y estudiantes valoraron positivamente los siguientes aspectos de la misma: desarrollan con claridad la materia, interesan y motivan al estudiante en la disciplina profesional, el nivel del texto es adecuado a los conocimientos previos y motivan a buscar otra bibliografía; sin embargo, ambos grupos consideran que dicha bibliografía no se adapta totalmente a la realidad del país.

4.8. Opinión general de docentes y estudiantes acerca del programa

4.8.1 Logros de la Maestría

Para los docentes:

- Un mejor entendimiento de la Ingeniería Química en Costa Rica.
- Posibilidad de realizar estudios avanzados en Costa Rica sin tener que buscar una beca para el exterior.
- Profundizar la preparación académica en el área científica de los estudiantes egresados de la Licenciatura en Ingeniería Química.

Para los estudiantes:

- Actualizar al estudiante en nuevas técnicas de investigación.
- Posibilitar la investigación en la industria.
- Profundizar en temas teóricos fundamentales.
- Atraer al profesional de Ingeniería Química que trabaja en la industria y que quiera refrescar o mejorar sus conocimientos.

4.8.2 Problemas más importantes en el desarrollo de la maestría

Docentes y estudiantes señalan los siguientes:

- Falta de financiamiento e iniciativa para la investigación.
- Falta de tiempo de los estudiantes por sus responsabilidades laborales.
- Falta de equipo de laboratorio y financiamiento para los análisis que requieren las tesis.
- No es atractiva a la realidad del mercado.

4.8.3 Medidas para el mejoramiento del programa

Docentes y estudiantes coinciden en indicar como medidas para el mejoramiento del programa las que se presentan a continuación:

- Revisar el programa y reorientarlo a énfasis más prácticos y aplicados.
- Buscar una relación más estrecha con el sector industrial afín a la Ingeniería Química.
- Realizar convenios con otras universidades e instituciones internacionales.
- Conseguir financiamiento para la investigación y equipo de laboratorio.
- Mayor participación e interés por parte de la Escuela en el planteamiento de proyectos de investigación.

5. Resumen de conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

5.1.1 Objeto y función del programa

El programa de posgrado en Ingeniería Química cuenta con objetivos que en su fundamento teórico contemplan aspectos relevantes tales como la profundización de conocimientos, el desarrollo de investigación científica, la formación de profesionales de alto nivel y la colaboración entre la industria y la universidad. En lo que respecta a la profundización de temas teóricos fundamentales, este aspecto es valorado positivamente, tanto por docentes como por estudiantes, y es destacado como una fortaleza del programa.

En cuanto a los elementos restantes contemplados en los objetivos, su nivel de logro no ha sido el óptimo, dados el escaso número de graduados -tres hasta la fecha- y los cuestionamientos que docentes y estudiantes hacen a la capacidad y condiciones del posgrado para desarrollar investigaciones y para establecer relaciones y convenios de cooperación con el sector industrial afín.

5.1.2 La investigación y su papel en el programa

El posgrado en Ingeniería Química a partir de su reapertura ha mostrado un claro interés por proveer a los estudiantes de las herramientas conceptuales necesarias para su proyecto de tesis; sin embargo, y a criterio de los docentes, en este programa la investigación no ha tenido el énfasis requerido, dadas las limitaciones financieras y académicas, principalmente, aunque también se hace referencia a la jornada laboral del estudiante y a las restricciones en el tiempo y dedicación al proyecto de tesis.

En el contexto de la investigación llevada a cabo en este programa, las limitaciones financieras inciden en la disponibilidad de equipo, materiales y la posibilidad de realizar los análisis requeridos para los trabajos de investigación; y las académicas en la ausencia de un programa general de investigación, que

contemple y oriente tanto la investigación desarrollada en los cursos como en el proyecto de tesis. Por otro lado, y en lo que respecta al propósito y naturaleza de la investigación de tesis, se ha cuestionado también el carácter teórico y la escasa aplicabilidad de la misma.

5.1.3 La docencia y su estructuración en el programa

El posgrado en Ingeniería Química ha tenido dos períodos claramente diferenciados: de 1976 a 1985 y de 1991 a 1998. Según las autoridades respectivas, y tal como se estipula en las actas del SEP, este programa no se congeló o suspendió: simplemente quedó inactivo a partir de 1985, año en que se impartió su último curso de posgrado en este período.

En el año de 1990, ante el interés por la reapertura del programa de posgrado en Ingeniería Química, el Consejo del SEP decidió autorizar el reinicio a partir del primer ciclo de 1991. Lo anterior se dio después de una amplia deliberación sobre la situación del programa y sobre las condiciones en cuanto a formación en investigación y dedicación de los docentes, así como también a la disponibilidad de equipo y recursos para la investigación. A partir de ese año el SEP autoriza diez nuevos cursos: siete electivos, en las orientaciones de Bioingeniería y Tratamiento de Desechos, y tres cursos o actividades de investigación.

Las opiniones emitidas por estudiantes y docentes destacan la flexibilidad curricular que tiene el programa y el nivel académico de los cursos básicos y especializados, valorado en términos positivos; sin embargo, tanto estudiantes como docentes consideran prioritario incluir más cursos prácticos y que profundicen el conocimiento, así como actualizar y diversificar más las temáticas por desarrollar.

5.1.4 Los estudiantes y sus características

En el posgrado en Ingeniería Química se han admitido treinta y cinco estudiantes; nueve en el período comprendido entre 1976-1985 y veintiséis entre 1991-1998. En la evaluación participaron trece estudiantes; nueve son activos, tres retirados y un graduado.

Con base en la información aportada se puede caracterizar al estudiante de la maestría en Ingeniería Química como un costarricense, de sexo masculino, quien ingresó a la maestría para mejorar su nivel académico y profesional, con una edad menor de 30 años; su formación base es en el área de Ingeniería Química, con el grado académico de Licenciatura; graduado entre 1989 y 1997; tiene dominio del idioma inglés; aparte de la tesis presentada para obtener su grado de Licenciatura, no ha realizado otras publicaciones ni presentado ponencias en los últimos cinco años; ingresó al programa entre 1991 y 1997; no disfrutó de beca para estudiar en la maestría; trabaja mientras estudia, en una institución autónoma, realiza actividades relacionadas con su estudio y tiene una jornada laboral de tiempo completo .

5.1.5 Los académicos y su contribución al programa

En el programa han estado involucrados un total de diecisiete docentes, entre actuales y anteriores. En la presente evaluación participaron nueve de los diez docentes regulares del posgrado, dos de ellos con la condición adicional de haber sido también estudiantes graduados del mismo.

Con base en la información aportada se pueden caracterizar a los académicos del posgrado en Ingeniería Química como altamente calificados, con el grado de maestría, principalmente, y en áreas afines a la Ingeniería Química. En cuanto a su categoría en el Régimen Académico, su condición es variable: se tienen catedráticos, profesores adjuntos y asociados. Han realizado investigaciones propias y participado como tutores de tesis. Asimismo, son todos

profesores de grado y tienen siete años o más de laborar en el posgrado, con una jornada laboral que oscila entre un cuarto y medio tiempo completo.

Se destaca como fortaleza tanto la preparación académica como el desempeño de las labores docentes; sin embargo, los docentes señalan como limitaciones importantes la jornada laboral del estudiante y la falta de apoyo en actividades de investigación.

5.1.6 La administración y su apoyo al programa

La administración del programa ha resultado eficiente en la gestión y coordinación del recurso docente con la Escuela de Ingeniería Química. Sin embargo, tanto estudiantes como docentes consideran que dicha gestión debe mejorarse en lo referente al acceso del equipo o laboratorios de otras instituciones tanto públicas como privadas. .

5.1.7 El financiamiento y su efectividad

El posgrado en Ingeniería Química no ha contado con el financiamiento requerido, aspecto considerado como uno de los principales problemas por parte de docentes y estudiantes. Asimismo, esta carencia de recursos económicos por parte del programa ha incidido significativamente en la investigación desarrollada, así como en la infraestructura requerida para la misma.

5.1.8 Impacto del programa en el ámbito nacional

El hecho de que el programa haya graduado únicamente tres estudiantes hace que este aspecto no pueda ser valorado en toda su magnitud, aunque se refleja como una falta de impacto del programa.

5.2. Recomendaciones

Con base en los resultados de esta evaluación, se recomienda al SEP y a la Comisión del Posgrado en Ingeniería Química que, si se desea continuar ofreciendo la Maestría:

- **Incluya en la descripción del profesional propuesto el componente académico del mismo: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que el graduado deberá alcanzar.**

- **Analice la oferta de cursos del posgrado, de manera que se pueda identificar y valorar, para cada uno de éstos, los siguientes aspectos:**
 - **Vinculación de actividades de investigación con el contenido de los cursos**
 - **Pertinencia y orientación aplicada de los temas a desarrollar**

- **Garantice el adecuado apoyo académico y soporte técnico requerido a los estudiantes que están trabajando en sus proyectos de investigación.**

- **Considere la importancia de establecer mecanismos que posibiliten la articulación y coordinación con el sector industrial afín.**

- **Por los medios de financiamiento que la Institución y el Programa estimen procedentes, garantice la disponibilidad necesaria en cuanto a equipo y material de laboratorio.**

- **Contemple la firma de convenios con entidades nacionales o extranjeras.**

- **Estudie la posibilidad de crear, en forma paralela, la maestría en la disciplina como una alternativa de graduación.**

ANEXO A

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA:
PLAN DE ESTUDIOS**

Citas Bibliográficas

- ¹ Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica. Programa de Posgrado en Ingeniería Química. Actas N° 29 (1 de diciembre de 1975) y 31 (25 de febrero de 1976).
- ² Ibid. Acta N° 317 (6 de setiembre de 1990).
- ³ Ibid. Acta N° 318 (13 de setiembre de 1990).
- ⁴ Ibid. Acta N° 318
- ⁵ Ibid. Acta N° 321 (18 de octubre de 1990) y Acta N° 323 (1 de noviembre de 1990).
- ⁶ Ibid. Acta N° 322 (25 de octubre de 1990).
- ⁷ Ibid. Acta N° 323 (1 de noviembre de 1990).
- ⁸ Sistema de Estudios de Posgrado. Catálogo de Programas de Posgrado. (San José, Universidad de Costa Rica, 1981. p. 47).
- ⁹ Facultad de Ingeniería. "Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Química". p.1.
- ¹⁰ Ibid. p.1.
- ¹¹ Ibid. pp.1-2.
- ¹² Sistema de Estudios de Posgrado. Catálogo de Programas de Posgrado, p.47.
- ¹³ Facultad de Ingeniería. "Programa de Estudios de Posgrado en Ingeniería Química". p.2.
- ¹⁴ Sistema de Estudios de Posgrado. Catálogo de Programas de Posgrado, p.47.
- ¹⁵ Ibid. p.50.
- ¹⁶ Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica. Programa de Posgrado en Ingeniería Química. Acta N° 446 (28 de setiembre de 1995).
- ¹⁷ Ibid. Actas N° 29 (1 de diciembre de 1975) , 31 (25 de febrero de 1976), 46(19 de octubre de 1976), 71 (3 de mayo de 1978), 122(9 de julio de 1981), 123 (6 de agosto de 1981), 317 (6 de setiembre de 1990), 321(18 de octubre de 1990), 322(25 de octubre de 1990), 323 (1° de noviembre de 1990), 399 (14 de octubre de 1993), 409 (24 de febrero de 1994), 412 (14 de abril de 1994), 414 (12 de mayo de 1994), 446 (28 de setiembre de 1995), 488(15 de junio de 1997), 497 (23 de octubre de 1997) y 499 (20 de noviembre de 1997).

ANEXO A

MAESTRIA EN INGENIERIA QUÍMICA:

PLAN DE ESTUDIOS

<u>NOMBRE DEL CURSO</u>	<u>CREDITOS</u>
<u>Primer ciclo lectivo</u>	<u>9</u>
Fenómenos de Transporte	3
Métodos Numéricos	3
Curso Electivo	3
<u>Segundo ciclo lectivo</u>	<u>13</u>
Termodinámica	3
Cinética	3
Taller de Investigación	4
Curso Electivo	3
<u>Tercer ciclo lectivo</u>	<u>16</u>
Curso Electivo	3
Seminario	1
Investigación Dirigida I	12
<u>Cuarto ciclo lectivo</u>	<u>16</u>
Curso Electivo	3
Seminario	1
Investigación Dirigida II	12
Presentación de Tesis	<u>6</u>
Total de créditos	<u>60</u>

Cursos Electivos Actuales: (Escogidos previamente según las áreas de mayor interés)

Tratamiento de Desechos
Impacto Ambiental
Bioingeniería
Procesos Biotecnológicos I
Procesos Biotecnológicos II
Estadística para Investigadores
Propiedades Físicas de los Polímeros
Polímeros Industriales
Métodos Matemáticos para Toma de Decisiones I
Métodos Matemáticos para Toma de Decisiones II

Otros cursos electivos que se han ofrecido en esta Maestría :

Matemáticas avanzadas en Ingeniería Química
Turbulencia
Destilación Multicomponente
Optimización y Modelos
Termodinámica Estadística
Diseño de Reactores
Simulación de Procesos
Simulación Estocástica
Control Automático de Procesos
Corrosión

FUENTE : Elaborado en la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) de acuerdo con información suministrada por el Programa de Maestría en Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica. 1998.

ANEXO B

MAESTRÍA EN INGENIERÍA QUÍMICA
DESCRIPCIÓN DE LOS CURSOS

ANEXO B

MAESTRIA EN INGENIERIA QUIMICA

DESCRIPCION DE LOS CURSOS

Curso: FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Créditos: 3

Descripción:

Curso avanzado en el que se estudian los temas de transporte de momentum (flujo viscoso), transporte de energía (conducción de calor, convección) y transporte de masa (difusión). Inicialmente se hace un repaso de análisis vectorial para preparar al estudiante.

Curso: METODOS NUMERICOS

Créditos: 3

Descripción:

Solución de problemas de ingeniería mediante métodos netamente numéricos. La aplicación de los métodos numéricos a las ecuaciones diferenciales. En álgebra se toman temas como interpolación, integración, etc., y en ecuaciones diferenciales se tocan temas como ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales parciales y la ecuación general del movimiento de los fluidos.

Curso: TERMODINAMICA

Créditos: 3

Descripción:

Primera y segunda ley con aplicaciones. Funciones auxiliares y condiciones de equilibrio. Termodinámica de gases. Equilibrio de reacciones químicas. Regla de fases. Soluciones ideales y no ideales.

Curso: CINETICA

Créditos: 3

Descripción:

Análisis de datos cinéticos. Velocidad de reacción. Mecanismo de procesos elementales. Reacciones elementales en solución. Reacciones en superficies y en el estado sólido. Reacciones complejas. Algunas reacciones complejas en fase gaseosa. Catálisis homogénea. Algunos mecanismos de reacción en solución.

Curso: TALLER DE INVESTIGACION

Créditos: 4

Descripción:

Proporciona y desarrolla las capacidades de quien se enfrenta al reto de preparar una tesis.

Curso: SEMINARIO

Créditos: 1

Descripción:

Discusión de temas actuales de investigación de Ingeniería Química encontrados en la literatura. Los tópicos varían de año en año.

Curso: INVESTIGACION DIRIGIDA I

Créditos: 12

Descripción:

Problemas particulares de investigación en Ingeniería Química relacionados con el proyecto de graduación.

Curso: SEMINARIO

Créditos: 1

Descripción:

Discusión de temas actuales de investigación de Ingeniería Química encontrados en la literatura. Los tópicos varían de año en año.

Curso: INVESTIGACION DIRIGIDA II

Créditos: 12

Descripción:

Problemas particulares de investigación en Ingeniería Química relacionados con el proyecto de graduación.

Curso: TRATAMIENTO DE DESECHOS

Créditos: 3

Descripción:

El curso está orientado a participantes que tengan conocimiento de química general y orgánica, además de matemática y física, así como ciertos cursos básicos de ingeniería, y, sobretodo, operaciones y procesos unitarios.

Curso: IMPACTO AMBIENTAL

Créditos: 3

Descripción:

Este curso tiene por objeto integrar y aplicar una serie de conocimientos básicos en matemática, procesos químicos y operaciones unitarias, que el estudiante ha obtenido en cursos anteriores y aplicarlos coordinadamente a casos de impacto ambiental como es en aire, ruido, descargas industriales, forestal y agua. Presentar los principios básicos para describir y analizar el comportamiento de la contaminación, así como su control. Establecer el manejo y aplicación de los métodos requeridos en la derivación de soluciones fundamentales de la contaminación y las medidas conservacionistas concretas. Introducir al estudiante en la aplicación de los principios básicos de la teoría ambiental en problemas ecológicos, enfatizando la toma de decisiones y diseño para suponer condiciones que permitan dicha aplicación. Aplicación de los conocimientos básicos sobre Evaluación de Impacto Ambiental a cuatro estudio-casos. Actualizar y adiestrar al estudiante en el uso de metodologías para analizar y resolver problemas ambientales que se presenten en ingeniería y ciencia ambiental.

Curso: BIOINGENIERIA I

Créditos: 3

Descripción:

Aplicación de los conceptos básicos de la Bioingeniería, así como las definiciones fundamentales, a los fenómenos físicos a los que se refiere. Ser capaz de explicar el comportamiento fisiológico de los microorganismos y de las células vegetales y animales a nivel industrial. Describir el comportamiento biotecnológico de los equipos más usados en la industria (y que se estudien en el curso), así como los parámetros que lo describen. Poder emitir los criterios en el diseño de los bioreactores en general y sobre los principios básicos sobre los cuales se basa el escalamiento. Poder determinar las operaciones unitarias básicas que se deben de utilizar en un bioproceso. Poder describir la resolución de problemas básicos de la bioingeniería a través de modelos matemáticos computarizados. Aplicar todos los conocimientos (planificados o en operación). Ser fácilmente entrenado por una industria u organización nacional o multinacional en la esfera de la biotecnología, con el énfasis en la bioingeniería.

Curso: PROCESOS BIOTECNOLOGICOS I

Créditos: 3

Descripción:

Procura conocer el material biológico en su doble aspecto bioquímico : descriptivo (biocompuesto) y dinámico (relaciones de proceso entre estos). Comprender la literatura que describe los aspectos bioquímicos y biotecnológicos. Formulado en proceso dado, a partir de sus conductas de entrada, predecir los productos del mismo; analizar cómo criticar y defender una solución propuesta a un problema planteado.

Curso: PROCESOS BIOTECNOLOGICOS II

Créditos: 3

Descripción:

Parte de todo proceso químico son los desechos finales que se obtengan, es conveniente para el profesional el tener conocimientos básicos como caracterizar esos desechos, qué tratamiento y rehusos se le puede dar y cuáles son los principios básicos del diseño de esos sistemas. Con lo anterior se espera que el participante al terminar el curso, tenga ese conocimiento. Así como cuál situación legal mundial y en Costa Rica al respecto. Tratamiento físico antes y después de procesadas las aguas: Uso de cedazos, floculación, sedimentación; teorías: parámetros en la caracterización; procesos de lodos activados y cultivos; propiedades físicas del agua. Secuencia del Tratamiento Biológico: oxígeno disuelto; fuentes de oxígeno; teoría de la transferencia de oxígeno; efectos de la temperatura en los coeficientes r , k , f . Aplicaciones. Procesos de flujo de película y filtros biológicos. Procesos anaeróbicos: características de los desechos; operaciones físicas.

Curso: ESTADISTICA PARA INVESTIGADORES

Créditos: 3

Descripción:

Curso fundamental para personas interesadas en investigación práctica o de laboratorio. Rápido repaso de la estadística básica. Formulación de modelos de

cómo llevar a cabo adelante experimentos. Fórmulas para eliminar errores desconocidos pero predecibles. Modelos de experimentación e interpretación de datos; técnicas más comunes de control de calidad y su utilización en la experimentación.

Curso: PROPIEDADES FISICAS DE LOS POLIMEROS

Créditos: 3

Descripción:

El procesamiento de plásticos involucra la transformación física y/o química de una resina en un artículo determinado (por ejemplo: carrocerías de automóviles, bolsas de polietileno, fibras sintéticas, espumas de poliuretano, etc.). La primera parte del curso está dedicada a introducir al estudiante en el área de polímeros, enfocando la síntesis y propiedades físicas de estos materiales. En la segunda parte, se estudiarán los procesos más usados en la fabricación de plásticos mediante la integración de conceptos aprendidos en Mecánica de Fluidos, Transferencia de Calor y la primera parte de este curso.

Curso: POLIMEROS INDUSTRIALES

Créditos: 3

Descripción:

Revisión de teoría de macromoléculas ampliando tópicos de polímeros estudiados en química orgánica. Recubrimientos orgánicos en el campo de pinturas, plásticos y adhesivos. Principios de síntesis, formulaciones y aplicaciones. Principales plásticos de uso industrial. Moldeo, extrusión. Plásticos reforzados. Dispersiones de vinilos. Productos laminados.

Curso: METODOS MATEMATICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES I

Créditos: 3

Descripción:

Modelos matemáticos aplicados a problemas administrativos y de producción que encuentran soluciones óptimas científicamente justificadas.

Curso: METODOS MATEMATICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES II

Créditos: 3

Descripción:

Modelos matemáticos aplicados a problemas administrativos y de producción que encuentran soluciones óptimas científicamente justificadas.

FUENTE: Elaborado en la OPES con la información proporcionada por la Dirección de la Maestría en Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Catálogo de Programas de Posgrado (1981).