



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**INDICADORES DE EFICIENCIA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR,
PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, EN EL
PERÍODO 1996 - 2006**

Susana María Aroche Mendoza

Asesorado por el Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INDICADORES DE EFICIENCIA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR,
PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, EN EL
PERÍODO 1996 - 2006**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SUSANA MARÍA AROCHE MENDOZA

ASESORADO POR EL INGENIERO WILLIAMS ÁLVAREZ MEJÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
EXAMINADOR	Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. José Manuel Tay Oroxom
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

INDICADORES DE EFICIENCIA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, EN EL PERÍODO 1996 – 2006,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, el 31 de agosto de 2006.

Susana María Aroche Mendoza

DEDICATORIA A:

- DIOS** Por regalarme el don de la vida, e iluminar siempre mi camino en cada etapa de mi existencia.
- MIS PADRES** María Ángela Mendoza Hernández y Ángel Asmín Aroche Álvarez.
- MIS HERMANOS** Yadira, Daniel y Héctor Aroche Mendoza.
- MI NOVIO** Max Estuardo López Ordóñez.

AGRADECIMIENTO A:

- DIOS** Fuente de amor y sabiduría, a quien agradezco infinitamente por darme la vida y este triunfo alcanzado.
- MI MAMÁ** A quien debo todo lo que soy. Infinitas gracias por tu amor, dedicación y permanente disposición de hacer de mí, una persona de bien; este éxito es tuyo.
- MI PAPÁ** Por sus palabras de aliento y brindarme su apoyo en cada momento.
- MIS HERMANOS** Por estar siempre a mi lado y darme su alegría y apoyo.
- MI NOVIO** Max, mi gran amigo, mi gran amor. Gracias por regalarme cada día tu fuerza, tu apoyo y tu amor.
- MIS AMIGOS** Por acompañarme en el transcurso de mis estudios, y por compartir momentos inolvidables.

MI ASESOR Y REVISORA

Ing. Williams Álvarez y la Inga. Lisely de León.
Mil gracias por su asesoría y ayuda para
realizar este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	1
1.1. Distintos enfoques de la calidad.....	2
1.1.1. La calidad como reputación.....	2
1.1.2. La calidad como disponibilidad de recursos.....	3
1.1.3. La calidad por los resultados.....	3
1.1.4. La calidad por el contenido.....	4
1.1.5. La calidad por el "valor añadido".....	5
1.1.6. Objetivos de la Educación Superior.....	6
1.1.7. La valoración de la calidad.....	8
2. INDICADORES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	11
2.1. Definición.....	11
2.2. Tipos de indicadores.....	13
2.3. Categorías de indicadores.....	13
2.4. Características de los indicadores.....	14
2.5. Construcción de indicadores.....	15
2.5.1. Indicadores de medición de la dimensión real.....	16
2.5.1.1. Elementos materiales.....	16

2.5.1.2. Elementos intelectuales	16
2.5.1.3. Indicadores de medición de la dimensión aparente.....	17
2.6. Indicadores de calidad.....	18
2.7. Indicadores de evaluación de la productividad.....	19
2.7.1. Elemento profesores.....	19
2.7.2. Elemento infraestructura.....	19
2.8. Evaluación de la calidad global del proceso de docencia.....	20
2.8.1. Indicador de deserción.....	21
2.8.2. Indicador de eficiencia terminal.....	21
2.8.3. Indicador de rendimiento.....	21
3. DESCRIPCIÓN DE CURSOS OPTATIVOS ADMINISTRADOS POR LA	
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA.....	23
3.1. Área química.....	23
3.1.1. Bioquímica.....	23
3.1.2. Operaciones y procesos en la Industria Farmacéutica.....	24
3.2. Área complementaria.....	25
3.2.1. Gestión de la calidad.....	25
3.2.2. Dinámica de procesos químicos.....	25
3.2.3. Ingeniería del azúcar.....	27
3.2.4. Control de contaminantes industriales.....	28
3.2.5. Bioingeniería 1.....	30
3.2.6. Ciencia de los alimentos.....	31
3.2.7. Tecnología de los alimentos.....	31
3.2.8. Conservación de la energía en la industria.....	32
3.2.9. Diseño de plantas.....	33
3.3. Área de operaciones unitarias.....	33
3.3.1. Extracciones industriales.....	33
3.3.2. Introducción a la gestión tecnológica.....	34

3.3.3. Operaciones unitarias complementarias (IQ-6).....	35
4. METODOLOGÍA.....	37
4.1. Unidad de muestreo.....	37
4.2. Listas de los Ingenieros graduados, Ingenieros in féri y estudiantes de cierre de la Escuela de Ingeniería Química.....	38
4.3. Elaboración de boleta.....	38
4.4. Diseño y elaboración de la base de datos	38
4.5. Obtención de indicadores de eficiencia para facilitar la toma de decisiones para reducir el tiempo de titulación.....	39
4.6. Obtención de indicadores que faciliten la valoración de la calidad para reestructurar la red de cursos optativos.....	39
4.7. Recursos.....	40
4.7.1. Recursos físicos.....	40
4.7.2. Recursos humanos.....	40
5. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN.....	41
5.1. Indicadores de eficiencia para reducir el tiempo de titulación de la Escuela de Ingeniería Química.....	41
5.1.1. Porcentaje de promoción.....	41
5.1.2. Indicadores de permanencia.....	47
5.1.2.1. Duración promedio.....	47
5.1.2.2. Permanencia promedio.....	48
5.1.3. Indicadores de tiempo.....	49
5.1.4. Promedio de calificaciones.....	51
5.2. Indicadores sobre la valoración de la calidad para reestructurar la red de cursos optativos.....	52
5.2.1. Cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química.....	53

5.2.2. Cursos optativos no administrados por la Escuela de Ingeniería Química.....	56
5.2.2.1. Escuela de Ciencias.....	57
5.2.2.2. Escuela de Mecánica Industrial.....	59
5.2.2.3. Escuela de Mecánica.....	60
5.2.2.4. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas.....	62
5.2.2.5. Escuela de Ingeniería Civil.....	62
6. RECOMENDACIONES PARA REESTRUCTURAR LA RED DE CURSOS OPTATIVOS.....	65
6.1. Optimización de recursos.....	65
6.1.1. Semestres alternos.....	65
6.1.2. Eliminación alternativa pre y pos-requisito.....	66
6.1.3. Ajuste en horario de clases.....	66
6.2. Reinserción de cursos optativos.....	67
6.3. Implementación de conferencias de orientación.....	67
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Análisis de unidad de muestreo. Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de la EIQ en el período 1996 – 2006	37
2	Comparación de estudiantes de primer ingreso frente a Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre por año de ingreso en la Escuela de Ingeniería Química de la USAC. Período 1996 – 2006.	44
3	Ingenieros Químicos graduados por género de la Universidad de San Carlos. Período 1996-2006. Según año de egreso.	46
4	Relación entre número de Ingenieros graduados de la Facultad de Ingeniería con el número de Ingenieros Químicos graduados. Período 1996-2006. Según año de egreso.	46
5	Duración promedio de la carrera de Ingeniería Química. Período 1996 – 2006	48
6	Permanencia promedio de la carrera de Ingeniería Química. Período 1996 – 2006.	49

7	Promedio de calificaciones de la Escuela de Ingeniería Química. Período 1996-2006. Según año de ingreso.	51
8	Número de cursos optativos administrados y no administrados por EIQ aprobados por los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre. Período 1996 – 2006.	52
9	Número de cursos optativos administrados por EIQ aprobados por los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total. Período 1996 – 2006.	53
10	Porcentaje por área de cursos optativos administrados por EIQ aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total. Período 1996 – 2006.	54
11	Porcentaje por escuela de cursos no administrados por la EIQ aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total. Período 1996 - 2006	56
12	Número de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre frente a Escuela de administración. Período 1996 – 2006	57
13	Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Ciencia, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006.	58

14	Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ciencias. Período 1996 – 2006.	58
15	Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Mecánica Industrial, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006.	59
16	Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Mecánica Industrial. Período 1996 – 2006.	60
17	Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Mecánica, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006	61
18	Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Mecánica. Período 1996 – 2006.	61
19	Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por C.E.S.E.M.. Período 1996 – 2006.	62

20	Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Ingeniería Civil, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006.	63
21	Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Civil. Período 1996 – 2006.	63

TABLAS

I	Cualidades que deben poseer los indicadores para poder ser utilizados con plena confianza.	15
II	Tendencia de la Escuela de Ingeniería Química, referente al porcentaje de promoción. Período 1996 – 2006	42
III	Total de graduados en el período 1996-2006, y el comportamiento global de los graduados por género.	45
IV	Indicadores de tiempo para la Escuela de Ingeniería Química. Período 1996 – 2006. En años.	50
V	Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total que aprobaron cursos optativos administrados por EIQ. Período 1996 – 2006.	55

VI	Número de Ingenieros Químicos graduados de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Período 1996 - 2006. Según año de ingreso.	78
VII	Número de Ingenieros Químicos in fíeris de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Período 1996 - 2006. Según año de ingreso.	79
VIII	Número de Estudiantes de Cierre de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Período 1996 - 2006. Según año de ingreso.	80
IX	Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fíeris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química. Período 1996 – 2006.	81
X	Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fíeris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela De Ingeniería Civil. Período 1996 – 2006.	82
XI	Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fíeris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Mecánica Industrial. Período 1996 – 2006.	83

XII	Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ciencias. Período 1996 – 2006.	84
XIII	Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ciencias y Sistemas. Período 1996 – 2006.	85
XIV	Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por C.E.S.E.M. Período 1996 – 2006.	86
XV	Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por Escuela de Mecánica. Período 1996 – 2006.	87
XVI	Conteo total por Escuela de Ingenieros Graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por las diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería. Período 1996 – 2006.	88
XVII	Promedio de calificaciones Ingenieros Graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre. Período 1996-2006. Según año de ingreso.	89

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descripción
EIQ	Escuela de Ingeniería Química
C.E.S.E.M.	Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas
M ²	Metros cuadrados
N ⁰	Número
m.v.	Materia viva
%	Porcentaje

GLOSARIO

Autoevaluación	Evaluación voluntaria que realiza una institución de educación superior o una de sus dependencias (Escuelas, Institutos, Departamentos y otros), con el fin de juzgar su desempeño o inventariar sus fortalezas y debilidades, con miras a asegurar o mejorar su calidad. El guión y los procesos evaluativos los genera el propio organismo, aunque a veces se realice con guiones elaborados por agencias externas.
Cohorte	Conjunto de alumnos con año de ingreso común.
Curso	Parte del programa que se relaciona con una materia o con una disciplina determinada, organizada para limitarse en un tiempo determinado de enseñanza teórica o práctica, para alcanzar un nivel dado de conocimiento o de calificación, por ejemplo: curso de electricidad, curso de mecánica, etc.. Un conjunto de cursos coordinados constituye, en consecuencia, un programa de enseñanza.

Curso optativo

Parte del programa que se relaciona con una materia que pertenece a un área de intensificación de conocimientos de una carrera, y en la cual el alumno puede matricularse para completar los créditos requeridos en el plan de estudio.

Educación superior

Programa de estudios, formación o formación para la investigación, posteriores a la enseñanza secundaria, impartidos por universidades u otros establecimientos que estén habilitados como instituciones de enseñanza superior, por las autoridades competentes del país y/o por sistemas reconocidos de homologación. Tercer nivel del sistema educativo que se articula habitualmente en dos niveles, pregrado y posgrado. La educación superior se realiza en instituciones, entre las cuales se mencionan las universidades, los colegios universitarios e institutos tecnológicos.

Eficacia

Capacidad de alcanzar los resultados de calidad independientemente de los medios que se utilicen, de acuerdo con las metas y objetivos propuestos, y con los estándares de calidad definidos. En otra acepción, puede entenderse como el valor social del producto, del resultado, en primer término

del educativo, en función de los modelos culturales, políticos o económicos vigentes.

Eficiencia

Optimización de los recursos en términos de los logros alcanzados. // 2. Relación entre lo que el proceso educacional debe ser y la forma en cómo debe instrumentarse o desarrollarse, vale decir, la relación entre el Deber Ser y el ¿Qué hacer? o la llamada Buena Práctica.

Estudiantes de cierre

Persona que egresa de los diversos ciclos de la educación superior, habiendo ganado 256 créditos académicos, pero que no ha aprobado el Examen Técnico Profesional (privado).

Ingeniero graduado

Persona que egresa de los diversos ciclos de la educación superior y que, habiendo cursado los respectivos planes de formación y dado cumplimiento a los requisitos de graduación o titulación, ha sido acreditado y certificado como competente en los diversos campos de una disciplina o profesión, por una institución de educación superior reconocida como tal por el Estado correspondiente.

Ingenieros in fferis

Persona que egresa de los diversos ciclos de la educación superior, habiendo ganado 256 créditos académicos y además ha aprobado el Examen Técnico Profesional (privado).

Estudiantes de nuevo ingreso

Estudiante que ingresa por primera vez a un nivel o subnivel de enseñanza. El número de nuevos ingresos no es el mismo que el número de estudiantes del primer año, ya que éste puede incluir a los alumnos que repiten.

RESUMEN

En el presente trabajo, se obtuvieron indicadores de eficiencia de la Educación Superior para la Escuela de Ingeniería Química, con el objetivo de facilitar la valorización de la calidad y la toma de decisiones para reestructurar la red de cursos optativos, y reducir el tiempo de titulación de la Escuela de Ingeniería Química.

Para lograr lo anterior, primeramente se elaboró una lista de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el período 1996 al primer semestre del 2006, a partir de las listas oficiales de la Facultad de Ingeniería de las categorías antes mencionadas, proporcionados por el Departamento de Control Académico de la Facultad de Ingeniería.

Seguidamente, se elaboró una boleta para la recolección de información de las personas anotadas; procediendo a llenar dichas boletas con la ayuda del Departamento de Control Académico de la Facultad de Ingeniería. Luego, se diseñó una base de datos donde se efectuó el vaciado de información obtenida de las boletas.

Con los datos obtenidos y con la ayuda de la base de datos se procedió a elaborar tablas de resultados y gráficos que ayudaron en la obtención de Indicadores de la Educación Superior para la Escuela de Ingeniería Química.

Dentro de los indicadores de eficiencia para reducir el tiempo de titulación de la Escuela de Ingeniería Química se determinó que, en el período 1996 – 2006,

la Escuela tiene un porcentaje de promoción de 12.25%, un porcentaje de Ingenieros in fieris del 22.38% y un porcentaje de estudiantes de cierre del 28.15%. Encontrando que la duración promedio de la carrera de Ingeniería Química es de ocho años, mientras que la permanencia promedio es de nueve años.

También se determinó que los Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de la Escuela de Ingeniería Química, se tardaron en promedio seis años para cerrar el pensum de estudios, un promedio de seis años con 11 meses entre el tiempo de ingreso y examen general privado, un promedio de un año entre el cierre de pensum y examen general privado, y tres años tres meses entre el cierre de pensum y examen general público. Contando con un promedio de calificaciones de 63.5 puntos.

Dentro de los indicadores para la valoración de la calidad para reestructurar la red de cursos optativos se obtuvo que el 41 % de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, cursaron alrededor de 12 a 13 cursos optativos del pensum de la carrera de Ingeniería Química, de los cuales el 48% cursaron de dos a tres cursos optativos administrados por esta Escuela. Mostrando que más de la mitad de estos últimos cursos pertenecen al área complementaria, seguido por el área de operaciones unitarias y en la minoría pertenecen al área de Química. Observando que el 75.27% de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006 aprobaron el curso de Operaciones unitarias complementarias (IQ-6), seguido por un 38.9% que aprobaron Ingeniería del azúcar, pero menos del 1.5% aprobaron el curso de Dinámica de Procesos Químicos, Extracciones Industriales, Operaciones y Procesos de Centroamérica y Conservación de la Energía en la Industria.

De los cursos optativos no administrados por la Escuela de Ingeniería Química, el 37.29% de los cursos aprobados por los Ingenieros graduados, Ingenieros in fíeris y Estudiantes de cierre en el período 1996 - 2006 son administrados por la Escuela de Ciencias, seguido por el 21.79% administrados por la Escuela de Mecánica Industrial y únicamente el 1.2% son administrados por la Escuela de Ciencias y Sistemas. Mostrándose que el 60% de los estudiantes aprobaron el curso de Geografía, Psicología Industrial, Filosofía de las Ciencias y Ciencias de los Materiales; del 30% al 60% aprobaron Geología, Introducción a la ingeniería petrolera, Plantas de vapor, Lógica, Estadística 2, Seguridad e Higiene industrial, Matemática aplicada 2 y Mecánica analítica; Entre el 10% al 30% aprobaron los cursos de Evaluación de proyectos, Ingeniería textil, Contabilidad 1, Administración de personal, Legislación 1, Investigación de operaciones 1, Programación de computadoras 2, Física 3, Deportes 2, Idioma técnico 1,2 y 3, Geología estructural y Refrigeración y aire acondicionado; y menos del 5% aprobaron los cursos de Metalurgia y metalografía, Topografía, Ingeniería textil 2, Investigación de Operaciones 2, Física 4, Geofísica del Petróleo, Motores de combustión interna, Resistencia de los materiales 1 y 2, Materiales de Construcción, Montaje y mantenimiento de equipo y Procesos de manufactura.

OBJETIVOS

- **General**

Obtener indicadores de eficiencia de la educación superior de la Escuela de Ingeniería Química, para el período comprendido desde 1996 hasta el primer semestre de 2006.

- **Específicos**

1. Diseñar y elaborar una base de datos con información válida y confiable que incluya las siguientes variables: nombres, apellidos, número de carné, fecha de ingreso, fecha de cierre de pensum, fecha de examen general privado, fecha de examen general público, promedio de notas de cursos, número total de cursos aprobados, total de créditos aprobados y los cursos optativos aprobados administrados y no administrados por la escuela de Ingeniería Química.
2. Obtener indicadores que faciliten la toma de decisiones, para reducir el tiempo de titulación de la Escuela de Ingeniería Química.
3. Obtener indicadores que faciliten la valoración de la calidad para reestructurar la red de cursos optativos.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, varias razones dieron lugar a valorizar la calidad. La causa principal parece ser la necesidad de fortalecer los sistemas de enseñanza superior, debido a la rápida expansión acelerada de las últimas décadas; lo cual hizo que se crearan programas y establecimientos nuevos. Además, se agregan presiones por parte de las naciones de formar una fuerza laboral competente y bien equipada para enfrentar los retos de una economía basada en el conocimiento y la tecnología, y la necesidad de la internacionalización de la educación superior.

El 23 de marzo de 2000, la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, aprobó la propuesta de la comisión de Autoevaluación de la escuela de Ingeniería Química, y se da por iniciado el proyecto de Autoevaluación de dicha carrera. Posteriormente, en el plan estratégico USAC-2022, aprobada por el Consejo Superior Universitario en su sesión celebrada el 26 de noviembre de 2003, punto cuarto, del Acta No. 28-2003, se encuentra la línea estratégica A.0.3. “Fortalecimiento del proceso de acreditación y certificación de la Universidad de San Carlos”, en la cual las unidades administrativas y unidades académicas, deberán hacer una programación sobre la ruta a seguir para el proceso de acreditación y certificación de la universidad y de los programas académicos.

En el año 2004, la Comisión de Evaluación Externa (CEE) realizó la evaluación externa de la carrera de Ingeniería Química de la USAC, presentando en su informe recomendaciones generales que pueden contribuir a lograr la eficiencia y eficacia del proceso de acreditación. Una de estas

recomendaciones es la de establecer mecanismos de elaboración, seguimiento y evaluación de los planes de mejoramiento establecidos a partir de los resultados de la evaluación.

Como parte de estos planes de mejoramiento y con el objetivo de tomar decisiones importantes con fines de acreditación, en el presente trabajo se obtuvieron indicadores de eficiencia de la educación superior de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para el período 1996-2006.

La información generada en la investigación realizada es un aporte para facilitar, tanto al personal encargado de la Escuela de Ingeniería Química como a otras personas interesadas, la toma de decisiones y la valorización de la calidad para reestructurar la red de cursos optativos y reducir el tiempo de titulación de la Escuela de Ingeniería Química.

1. CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El concepto de calidad en Educación Superior ha ido evolucionando en diferentes sentidos y una de las características que ya casi nadie discute es el hecho de que la calidad es un concepto complejo y multidimensional. En ocasiones nos referimos a calidad cuando queremos discriminar la excelencia de determinadas instituciones respecto a otras, en otras ocasiones se asocia la calidad al hecho que la actividad formativa ha estado sometida a un proceso de evaluación por parte de expertos internos e externos que han efectuado un juicio de valor, en ocasiones nos referimos a calidad como la satisfacción que nos comunican los destinatarios de la formación (2).

Sin una idea demasiado clara de que se entiende por calidad de la Educación Superior, en todo el mundo se pretende evaluarla. La mayor fuente de confusión en el proceso de evaluación nace de la incapacidad para definir previamente que se entiende por calidad. Por esta razón existe un consenso generalizado de que el mecanismo mas adecuado de evaluación es de las evaluaciones subjetivas de la calidad realizadas por expertos. La idea subyacente es que en un proceso tan complejo como el de la Educación Superior, no sólo no existe un acuerdo sobre qué es la calidad, sino que aunque lo hubiera, estaría tan lleno de matices que la evaluación a través de unas medidas objetivas sería prácticamente imposible. Del mismo modo que la calidad de una orquesta sinfónica es juzgada por expertos y no por unas medidas objetivas, así también se debe medir la calidad de una universidad. Intentar adecuar la universidad a los resultados que dan simples indicadores de rendimiento, podría equivaler a convertir la literatura en la mera producción de best-sellers.

Cuando se habla de la calidad de la Educación Superior, la mayoría piensa en la calidad de las instituciones, y no a la calidad de la formación que reciben los estudiantes. El punto de vista de la formación parece que tiene menos interés para los responsables de la gestión universitaria, aparte de que la dificultad técnica de tener en cuenta el resultado final del proceso educativo es notoriamente elevada. Evidentemente esta es una deficiencia de las valoraciones usuales de la calidad: el efecto global de la institución sobre sus usuarios debería ser una pieza esencial para evaluar la calidad institucional, indudablemente mucho más adecuado que el valorar, como suele hacerse habitualmente, la calidad de cada una de sus componentes por separado (1).

1.1. Distintos enfoques de la calidad

Existen diversas enfoques sobre la calidad de la Educación Superior. Podríamos mencionar las siguientes aproximaciones:

1.1.1. La calidad como reputación

La idea básica de este enfoque es la de que la calidad de una institución de Educación Superior puede ser evaluada mediante encuestas realizadas a un buen número de expertos de otras instituciones, a los que se les supone la capacidad de juzgar sobre la calidad de cada institución desde su punto de vista subjetivo. Este es un enfoque típicamente norteamericano, ya que en su sistema universitario es común confundir calidad con reputación. Son tan numerosos los estudios sobre reputación de las universidades norteamericanas, que han pasado a formar parte de la visión que se tiene de ellas en todo el mundo. Para muchos este punto de vista debe ser incluido dentro del folklore típico de un país en el que son algo común las encuestas de opinión sobre las

más variadas materias, la mayoría de las veces con el objetivo de establecer clasificaciones jerárquicas sobre que es lo mayor o lo mejor (1).

1.1.2. La calidad como disponibilidad de recursos

El punto de vista reputacional de la calidad es frecuentemente rechazado por subjetivo. Frente a el se consideran otros métodos de evaluación de la calidad basados en medidas objetivas, como puede ser el caso de los recursos de que dispone la institución para la realización de sus funciones docente e investigadora (personal, medios físicos, recursos financieros, y estudiantes). El profesorado suele ser evaluado mediante magnitudes relacionadas con la investigación que no necesariamente influyen positivamente en el aprendizaje de los alumnos. Los estudiantes suelen ser evaluados a través de las notas medias de acceso a la institución, lo que tampoco mide el logro educativo durante su permanencia. Bajo este punto de vista se valora la calidad de una institución por la calidad de los recursos, pero no por la adecuada e intensiva utilización de esos medios. Aunque exista una cierta correlación entre medios disponibles y calidad de una institución, es evidente que lo más importante es el uso que se hace de los medios disponibles (1).

1.1.3. La calidad por los resultados

Otro modo de enfocar la valoración de la calidad de las universidades es a través de la evaluación del resultado global de sus graduados cuando se incorporan al mundo laboral una vez han acabado su vida universitaria. Este enfoque valora magnitudes tales como la facilidad en encontrar empleo de los graduados, los salarios que estos consiguen o los doctorados que obtienen. Es evidente que este enfoque sería el más adecuado si realmente se valorase lo que las instituciones universitarias aportan a los individuos que pasan por ellas.

Sin embargo existe un problema: los resultados del sistema no son independientes de la calidad y formación inicial de los individuos que ingresan. La realidad es que las instituciones con mayor reputación atraen los mejores alumnos, disponen de los mejores medios y, en consecuencia, producen los graduados con mejores posibilidades de empleo y de conseguir buenos salarios. Otro problema de este tipo de enfoque es que las valoraciones de los resultados se hacen con demasiado retraso respecto al momento en el que el estudiante pasó por las aulas, por lo que el efecto de retroalimentación sobre el sistema educativo es muy bajo, no consiguiéndose uno de los principales objetivos de la evaluación de la calidad: sus mejoras.

En un sistema universitario como el español, con una notable similitud en los *inputs* de las distintas universidades medir la calidad por los resultados podría ser un método aceptable de valorar la calidad de las instituciones, pero el problema del retraso entre el proceso de formación del alumno y el momento real de la evaluación lo hace menos interesante (1).

1.1.4. La calidad por el contenido

Otra manera de abordar la calidad de las instituciones universitarias es a través de la consideración de lo que se enseña en ellas, de cuál es su nivel docente, de cuál es su plan docente, de cuál es su sistema pedagógico o de cuál es el clima que se respira en el campus. Este enfoque se enfrenta a la grave dificultad de evaluar los conceptos implicados en el proceso de aprendizaje (1).

1.1.5. La calidad por el "valor añadido"

Este punto trata de valorar lo que la institución ha contribuido a la formación global del estudiante, es decir, a lo que el estudiante ha aprendido mientras ha estado en la universidad. Bajo esta perspectiva, la calidad de una institución debería ser evaluada por la diferencia entre el nivel de formación de los estudiantes al ingreso y a la salida de las instituciones universitarias. La dificultad de esta visión está en las dificultades de medida de este proceso, dado el problema que supone el intentar aislar los efectos de la institución de otros efectos ajenos a ella. Aunque este punto de vista parece sin duda el más correcto, sus implicaciones prácticas son escasas por las dificultades de evaluación.

Habría que preguntarse cuál de los anteriores enfoques es más consistente con los objetivos fundamentales que persiguen las instituciones y el sistema universitario como un todo. Evidentemente el punto de vista de la reputación sólo es válido en sistemas muy diferenciados y competitivos; pero incluso en ellos, es dudoso el que se esté valorando la calidad. El punto de vista de los recursos parece más aceptable, ya que resulta evidente que un cierto nivel de ellos son imprescindibles para alcanzar un nivel mínimo de calidad; sin embargo, no está demostrado que exista una correlación demasiado estrecha entre el gasto en educación y los buenos resultados, una vez superados esos mínimos imprescindibles. Por lo que respecta al contenido de los programas existen dificultades metodológicas graves para su evaluación y existe poca evidencia de que unos sean mejores que otros, sobre todo si se miran a largo plazo. Ante esta situación un investigador norteamericano acaba concluyendo que "...las instituciones que son excelentes en términos de reputación, recursos, resultados, o contenido curricular no son necesariamente las más efectivas en desarrollar el talento de los estudiantes. De hecho, la única magnitud

consistentemente relacionada con las anteriores variables es el tamaño de la institución, y resulta que tiene un amplio efecto negativo sobre el desarrollo del estudiante". Podría afirmarse, para resumir, que la búsqueda de la calidad a través de medidas como las indicadas tiene poco que ver con la mejora del sistema como un todo y con la calidad del programa educativo. Sin embargo, todas ellas juntas, debidamente ponderadas, si deben dar una cierta idea de la calidad de una institución. Cada una de ellas contiene alguna información válida y puede contribuir a entender el problema de la calidad de la Educación Superior (1).

1.1.6. Objetivos de la Educación Superior

Evaluar la calidad exige un paso previo: establecer las metas y objetivos que se propone el sistema universitario. Se puede afirmar, y en esto casi todo el mundo estaría de acuerdo, que las misiones esenciales de la Educación Superior son enseñar, investigar y servir a la sociedad mediante la trasmisión de los conocimientos. Sin embargo, si se trata de profundizar en los objetivos más inmediatos que son necesarios para alcanzar esas metas, se encuentran distintas posturas que pueden ser agrupadas bajo dos modelos antitéticos: el modelo de producción industrial y el modelo del desarrollo de la capacidad de los individuos.

Para una parte importante de los individuos relacionados con la Educación Superior, sobre todo en los últimos treinta años, ésta tiene como objetivos básicos la producción de mano de obra altamente cualificada que pueda satisfacer las necesidades del desarrollo tecnológico. Bajo este punto de vista, una institución que tiene por objetivo la producción de las calificaciones técnicas necesarias para el mercado laboral, debería ser gestionada como una empresa. Lógicamente, cabe preguntarse lo apropiado que es este enfoque para la

universidad. Parece obvio que las diferencias entre la producción industrial y las universidades son lo suficientemente importantes como para desechar el modelo de producción industrial como una concepción global de la Educación Superior: ni los estudiantes son como las materias primas que se pueden elaborar en un proceso perfectamente evaluable, ni el objeto de la educación es algo tan objetivamente medible como el beneficio económico en una empresa industrial.

Bajo este punto de vista del modelo de desarrollo de las competencias, el objetivo básico de la Educación Superior es el de desarrollar el talento de los estudiantes y profesores hasta su mayor potencial. Utilizando una terminología económica: el objetivo de la Educación Superior es el de aumentar los recursos humanos globales de la sociedad. Bajo esta perspectiva, valorar la calidad de la universidad deberá traducirse en evaluar la capacidad de las instituciones para mejorar la capacidad de los individuos que la integran, de modo que la mejor institución sería aquella que mayor impacto tenga (mayor valor añadido) sobre los conocimientos y el desarrollo personal de los usuarios.

Si consideramos que el desarrollo de la capacidad de los individuos es uno de los objetivos básicos de la Educación Superior, es necesario complementarlo con otro de no menos importancia, como es el de proporcionar la igualdad de oportunidades a todos los miembros de la sociedad para que tengan acceso a la Educación Superior y poder así desarrollar sus capacidades intelectuales. Aceptar el punto de vista del valor añadido tiene implicaciones importantes, puesto que habrá que aceptar como consecuencia que un sistema educativo es tanto mejor cuando maximiza conjuntamente número y calidad de los individuos que se benefician de él.

Se pueden resumir estos conceptos en la siguiente lista de objetivos:

- Proporcionar oportunidades para el desarrollo de las habilidades personales, para el desarrollo intelectual, estético y ético de los estudiantes individuales, y proporcionar un ambiente que pueda ayudar positivamente a un desarrollo general del individuo.
- Avanzar en la capacidad de la sociedad considerada como un todo.
- Estimular la equidad educativa para todos los jóvenes en edad universitaria.
- Transmitir y avanzar en el conocimiento y en la sabiduría.
- Valorar críticamente la sociedad y actuar persuasivamente para promover la renovación de la propia sociedad (2).

1.1.7. La valoración de la calidad

Aún sin una idea demasiado clara del concepto de calidad en la Educación Superior, una gran cantidad de esfuerzos han sido dedicados a su evaluación. De todos modos, lo más importante es que aquellas personas involucradas en la evaluación de la calidad tengan una idea razonablemente clara de lo que se proponen antes de desarrollar las técnicas y procedimientos de la evaluación, si no se quiere que este proceso sea un cúmulo de frustraciones, confusión y contiendas.

A pesar de todas las limitaciones, si se toman las debidas precauciones, es posible de algún modo aproximarse al problema de la evaluación de la calidad de las universidades. En el momento de plantearse la valoración de la calidad de la Educación Superior existen dos enfoques básicos:

1. El primero de ellos, que podríamos llamar enfoque competitivo, tiene su expresión más notoria en Estados Unidos, en donde tradicionalmente se ha dado una situación competitiva entre sus universidades, posiblemente como reflejo de la propia manera de ser de la sociedad. Consecuencia de este

enfoque son los numerosos *rankings* de universidades, de departamentos o de escuelas profesionales que se realizan constantemente en Estados Unidos intentando valorar o comparar la calidad de las distintas instituciones.

2. El otro enfoque sobre la calidad de la Educación Superior centra su atención en la mejora de las instituciones, sin necesariamente establecer comparaciones entre unas y otras. Este enfoque es el que se ha utilizado en los países europeos, con sistemas públicos y bastantes homogéneos de Educación Superior, y en ciertos sistemas estatales dentro de los Estados Unidos. Bajo esta perspectiva se ha hecho especial hincapié en las autoevaluaciones de las instituciones como mecanismos de involucrar en el proceso de mejora a todas las partes que pueden ser influyentes.

A pesar de todas estas ideas generales sobre la calidad, en una encuesta realizada a directores de departamentos de algunas de las más prestigiosas universidades estadounidenses, éstos daban sus opiniones sobre el mejor modo de mejorar la calidad de sus departamentos. Las cuatro estrategias que los directores proponían eran, por orden de más a menos valoradas, las siguientes:

- Contratar profesores prestigiosos
- Invertir en la formación de jóvenes profesores
- Disponer de un fuerte liderazgo
- Mejorar la reputación de la institución

Como se puede apreciar, los responsables de los departamentos, al menos de las consideradas universidades prestigiosas, difieren en sus opiniones sobre el camino hacia la calidad que tienen los expertos en el tema: la visión de los

directores de departamento está basada claramente en un enfoque reputacional de una indudable estrechez de miras (2).

2. INDICADORES DE EFICIENCIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El nivel de calidad es un concepto que puede ser medido y evaluado "per se" (normativo) o en términos relativos. Otro tema relevante es definir qué es más importante: alcanzar un cierto nivel de calidad o evolucionar en un contexto dinámico. Estos conceptos relativos, intangibles y muchas veces subjetivos, no permiten una evaluación concreta y/o absoluta, lo que obliga al diseño de mecanismos de control diferentes. El resultado de ello es la creación de "indicadores" que permiten relacionar funcionamiento, recursos y resultados respecto a actividades, eventos, procesos, unidades organizacionales y otros componentes de la institución.

Las universidades pueden y deben tener más calidad pero, además, necesitan tener evidencias de ello para justificar ante quienes les proporcionan recursos (sean éstos las autoridades estatales o sus usuarios), que sus aportes están siendo bien utilizados (3).

2.1. Definición

Desde hace mucho tiempo se ha propuesto la utilización de indicadores para definir de una manera objetiva la calidad, eficiencia y productividad de la educación superior y como un mecanismo a través del cual las instituciones pudieran dar cuenta del cumplimiento de su responsabilidad educativa.

En el ámbito de la educación superior los indicadores se definen como medidas objetivas, usualmente cuantitativas, del cumplimiento de un logro de

una institución o de un sistema educacional. Los indicadores son valores numéricos que se utilizan para medir algo difícil de medir. Se entiende que las universidades han debido incorporar el uso de los indicadores dado que los sistemas contables no resultan, por sí solos, suficientes para detectar el logro de objetivos.

Sin embargo, la realidad de un sistema educativo es enormemente compleja, por lo que ningún indicador particular podría abarcarla en su globalidad. Particularmente en el ámbito de la docencia en Educación Superior, la complejidad se refiere a qué tipo de evaluación resulta más adecuada, dada la naturaleza del objeto de estudio que constituye la calidad y productividad de dichas instituciones. Para intentarlo se necesitan muchos *indicadores*, que en conjunto cubran sus múltiples dimensiones (3).

Es fácil contar con información sobre el número de docentes, el de alumnos el de libros en la biblioteca, y construir indicadores como el de alumnos por docente o el de libros por alumno. Sin embargo, no se cuenta habitualmente con información suficiente para evaluar aspectos más complejos, pero esenciales si se quiere tener una visión completa de la calidad, tales como el grado en que se logran efectivamente los objetivos curriculares, tanto en el dominio cognoscitivo como, con mayor dificultad aún, en el afectivo.

Los indicadores tienen el atractivo de su claridad pero su limitante radica en que no es posible traducir, con precisión, las complejidades del proceso de interacción que se da en la docencia a términos numéricos. Es por esta razón, solamente se proponen indicadores de evaluación de la calidad y de la productividad para algunas áreas, ya que en otras, por su fuerte contenido subjetivo, no es posible establecer indicadores y menos aún estándares (1).

2.2. Tipos de indicadores

Se clasifica a los indicadores como simples, generales y de rendimiento.

Los **indicadores simples** son descripciones neutrales, orientadas a una descripción objetiva de una situación o proceso. Un ejemplo de indicador simple puede ser el número total de alumnos de una universidad o de un sistema universitario. En general los indicadores simples se equiparan a estadísticas.

Los **indicadores generales** son datos provenientes de afuera de la universidad que no tienen relación con objetivos institucionales. En sentido estricto, no pueden considerarse indicadores sino como estadísticas generales, encuestas de opinión, etc. La percepción de la ciudadanía acerca de los servicios de apoyo que se presta en un campus universitario es un indicador general porque, si bien supone una evaluación, es una opinión externa y no se relaciona con objetivos institucionales

Los **indicadores de rendimiento** son medidas críticas que requieren de un punto de referencia o de un estándar o de un objetivo contra el cual comparar el rendimiento. Implican, pues, una comparación entre informaciones y, por ello, son relativos. Estos indicadores llevan consigo información contextual que les otorga valor. Un ejemplo de indicador de rendimiento es el que resulta de la comparación entre el número de egresados de una Facultad y el número de alumnos totales de la misma Facultad en un año determinado (3).

2.3. Categorías de indicadores.

Se identifica a tres elementos de la organización a los que se pueden referir los indicadores, a saber:

- A **Insumos**, es decir a elementos no elaborados que ingresan al sistema, tales como recursos humanos financieros y físicos que ingresan a programas, actividades o servicios de una universidad. El porcentaje de los recursos que una Facultad le destina a la función enseñanza es un indicador de insumo.
- A **Procesos**, que son las formas y los métodos que se utilizan para impartir programas, actividades y servicios. Los indicadores de procesos informan acerca de las formas en que los insumos se convierten en productos o resultados. Entre otros, son indicadores de procesos las evaluaciones de rendimiento estudiantil, las tecnologías utilizadas, las mediciones del cumplimiento docente, las evaluaciones de calidad de la enseñanza, etc.
- A **Resultados**, es decir a los productos, efectos o impactos que salen del sistema. Son indicadores de resultado: el número o proporción de los egresados o el número de títulos otorgados en un año determinado o los impactos que se producen en la comunidad como consecuencia del desarrollo de programa o actividades de una universidad (3).

2.4. Característica de los indicadores

¿Qué cualidades deben poseer los indicadores para poder ser utilizados con plena confianza? Para establecer cuáles son los criterios que debe reunir un indicador para satisfacer y resultar de utilidad, se muestra la siguiente tabla.

Tabla I Cualidades que deben poseer los indicadores para poder ser utilizados con plena confianza.

Relevancia:	Debe ser útil para la toma de decisiones
Verificabilidad:	La interpretación que se le dé al indicador debe ser la misma para todos los usuarios.
No ser sesgado:	El cálculo del indicador debe carecer de sesgo personal o estadístico.
Cuantificables:	Debe poder estimarse mediante cantidades numéricas
Costo/eficacia:	Que el beneficio de utilizar el indicador sea superior al costo de su obtención
Aceptabilidad Institucional:	Los usuarios del indicador deben haber aceptado, previamente, que el mismo es útil y correcto.

Fuente: Consejo Superior Universitario Centroamericano, Construyendo criterios e indicadores de calidad para la Educación Superior Centro Americana.

2.5. Construcción de Indicadores

A continuación se efectúa una propuesta metodológica que permite construir indicadores a partir de modelo propuesto.

Para evaluar la calidad, y la productividad de la docencia, es necesario primero elaborar indicadores intermedios, para medir cada dimensión dentro de cada elemento considerado en el modelo. A partir de los indicadores de medición de las dimensiones es posible elaborar los indicadores de evaluación.

2.5.1. Indicadores de medición de la dimensión real

2.5.1.1. Elementos materiales

Los indicadores que se construyan para esta dimensión deben medir la capacidad o disponibilidad de recursos con que cuenta la institución para llevar a cabo el proceso de docencia.

Para efectuar la medición, se debe recurrir a la recolección de información física o tangible y establecer su relación con los alumnos que están en el proceso.

A modo de ejemplo se presentan los siguientes indicadores:

- a. M^2 de espacio destinado a salas(aulas)/ N° de alumnos. Representa los M^2 de salas de clases existentes por alumnos
- b. N° de volúmenes por título en biblioteca/ N° de alumnos. Este indicador muestra la cantidad de volúmenes por título con relación al número de alumnos.
- c. N° de computadoras destinados a alumnos/ N° de alumnos. Este indicador muestra la disponibilidad de computadoras con relación a los alumnos.

De esta manera, el recurso material queda relativizado en función de los alumnos participantes del proceso. Asimismo, es posible variar el denominador y medir, por ejemplo, la disponibilidad del recurso en función de diferentes tipos alumnos: alumnos por carrera, alumnos de primer año, etc. (3).

2.5.1.2. Elementos intelectuales

Los indicadores de medición para esta dimensión, dan cuenta de la dotación de elementos intelectuales de la institución de educación superior que serán empleados en la docencia. Para efectuar la medición, se debe contar con información tangible.

Se presentan los siguientes indicadores, a manera de ejemplo:

- a. N° de docentes/N° de alumnos. Este indicador establece una proporción de académicos con relación a los alumnos.
- b. N° de académicos doctorados./N° Total de académicos. Este indicador mide la proporción de académicos con grado de doctor con relación al total de académicos que posee la institución.
- c. N° horas teóricas/N° de horas totales del currículo. Este indicador mide la proporción de horas teóricas como proporción del número total de horas que contempla el currículo (3).

2.5.1.3. Indicadores de medición de la dimensión aparente

Para medir la dimensión aparente o percepción de cada elemento, es necesario recurrir a las encuestas de opinión a alumnos, egresados, empleadores o sociedad en general, como fuente de información y, por medio de una escala numérica (que puede ir por ejemplo desde 1 a 7) transformar una variable cualitativa, como lo es la percepción, en una variable cuantitativa.

Las escalas consisten en un formulario de doble entrada. En sentido horizontal se representan los aspectos a evaluar, y sobre los cuales el

encuestado debe manifestar su percepción y, en sentido vertical la escala de gradación.

El indicador de medición puede corresponder al valor medio o a la moda de la percepción de la calidad asociada al elemento. En el cuestionario, el encuestado debe indicar, además, cuál es el nivel deseado para el elemento (3).

2.6. Indicadores de calidad

A partir de los indicadores de medición de la dimensión aparente de cada elemento, es posible elaborar un tipo de indicador de evaluación de la calidad de la docencia, que permite evaluar la calidad a nivel de los elementos que inciden en el proceso. Este indicador se denominará "Nivel de Satisfacción".

- El indicador "Nivel de Satisfacción" relaciona el nivel Percibido con el nivel Deseado para cada elemento.
- El valor obtenido por el indicador debe interpretarse como el nivel de satisfacción alcanzado en relación con el nivel deseado.
- Este indicador puede ser mayor o igual a cero.
- Un indicador definido de esta manera permite administrar los elementos para generar mejoras en la percepción y por ende en la calidad.
- El valor obtenido, debe evaluarse comparándolo con un estándar, previamente establecido.
- El estándar a utilizar para efectos de evaluación y control puede provenir de la experiencia (histórico), puede ser el valor medio para igual indicador del sistema de educación superior o la media para las universidades o la evaluación puede centrarse en la verificación del cumplimiento de metas de la propia institución (1).

2.7. Indicadores de evaluación de la productividad

Para construir el indicador de evaluación de productividad debe efectuarse una combinación de los indicadores de medición de las dimensiones aparente y real, para cada elemento considerado en el modelo (3).

A modo de ejemplo:

2.7.1. Elemento profesores:

1. Indicador de medición de la dimensión real: Porcentaje de académicos jornada completa equivalente con grado de doctor.
2. Indicador de medición de la dimensión aparente: Calificación media de la percepción de la calidad del profesorado.

2.7.2. Elemento infraestructura

1. Indicador de medición de la dimensión real: N° de laboratorios/N° alumnos.
2. Indicador de medición de la dimensión aparente: Calificación media de la percepción de la calidad de los laboratorios.

El resultado cuantitativo obtenido que relaciona ambas dimensiones del elemento constituye un índice, al cual se puede asignar Base 100, de manera que el indicador no tiene relevancia a menos que sea considerado en un contexto temporal y sea empleado para medir la variación del índice (la cual puede ser porcentual) período a período, lo cual permite obtener información acerca del uso de los recursos para generar calidad y por ende puede ser empleado para evaluar la productividad del proceso.

Para un indicador como el descrito, no es posible la conceptualización de estándares.

Es posible relacionar en términos proporcionales la mejora en percepción de calidad con el uso de recursos materiales, humanos y financieros que se destinan a elevar la dimensión real de la variable. De modo que se es más productivo en la medida que el incremento en la calidad percibida sea mayor al empleo de recursos destinado al mejoramiento de la dimensión real (3).

2.8. Evaluación de la calidad global del proceso de docencia

Para evaluar la calidad global del proceso de docencia se propone la siguiente metodología para generar indicadores de evaluación del mismo.

Los alumnos, que serán sometidos a transformación mediante el proceso de docencia, pueden ser clasificados de acuerdo a las siguientes variables:

1. Nivel Socioeconómico.
2. Tipo de educación media (procedencia): Liceo Municipalizado, Particular Subvencionado, Particular-Particular ó por tipo de enseñanza; humanista-científica, técnico-profesional.

Para cada grupo de alumnos, o segmentado de acuerdo a las variables indicadas, es posible construir al menos tres indicadores: Deserción. Rendimiento, Duración de la carrera.

Por ejemplo:

2.8.1. Indicador de deserción

Este indicador permite obtener la proporción de alumnos de grupo j, que abandonan la institución, por período de tiempo, como proporción del número total de alumnos de dicho grupo que cursan estudios superiores en la institución.

2.8.2. Indicador de eficiencia terminal

Este indicador permite medir el tiempo de permanencia efectiva de los alumnos del grupo j en la institución.

2.8.3. Indicador de rendimiento

A través de un indicador como el anterior es posible evaluar el rendimiento promedio de un determinado segmento de alumnos con relación al rendimiento promedio del total del alumnado.

Establecido este grupo de indicadores, es posible establecer relaciones de causalidad entre diferentes modificaciones introducidas en los elementos materiales e intelectuales y su incidencia o efecto en el rendimiento, deserción, y eficiencia terminal, lo cual es absolutamente necesario para mejorar la calidad de la docencia

La metodología propuesta, permite elaborar indicadores que posibilitan evaluar la calidad de la docencia como proceso de transformación y se constituyen en un elemento útil para la planificación y control de dicho proceso.

El uso de este tipo de indicadores implica un seguimiento en el tiempo de los alumnos clasificados en los diferentes grupos o segmentos, de manera de efectuar las mediciones correspondientes y exige contar con un sistema de información apropiado para alimentar a los indicadores.

El tipo de estándar apropiado para efectos de evaluación y control puede estar basado en datos históricos o, tal como se ha señalado, la evaluación puede hacerse para verificar, por parte de la institución el cumplimiento de metas y objetivos previamente definidos (3).

3. DESCRIPCIÓN DE CURSOS OPTATIVOS ADMINISTRADOS POR LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Área química

Bioquímica

Código del curso: 364. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

a) Características químicas que identifican a la materia viva:

a.1) conceptos básicos:

a.1.1) la composición fundamental de la materia viva (m.v.);

- los 16 elementos componentes de la m.v. .
- los enlaces no covalentes de importancia en la m.v.
- las 30 biomoléculas primordiales en la m.v. y la importancia del agua.
- las macromoléculas o biopolímeros en la m.v.
- el ensamblaje supramolecular base de las estructuras mayores en la m.v.

a.1.2) sillares estructurales fundamentales y los biopolímeros:

- aminoácidos.
- diversas clasificaciones de los aminoácidos (en función de $-r$, esenciales, origen, estereoquímica; solubilidad; simples; conjugadas).
- propiedades fisicoquímicas: Fracciones molares en equilibrio iónico, punto, isoelectrico, electroforesis de aminoácidos, reacciones de los aminoácidos.

- los péptidos y las proteínas jerarquía de la organización de las proteínas.
- los carbohidratos
- los lípidos.

a.1.3) los fundamentos de las transformaciones bioquímicas:

- enzimología.
- cinética enzimática
- bioenergética y la estrategia del metabolismo
- principios catabólicos y degradación de carbohidratos

Prácticas de laboratorio:

- Titración de aminoácidos
- Propiedades químicas de las proteínas
- Proteínas constituyentes fundamentales en la leche
- Actividad enzimática
- Extracción de polisacáridos y evaluación de la actividad enzimática
- Extracción de la pectina
- Extracción del ADN
- Determinación cuantitativa de un lípido pirrólico (5).

3.1.2. Operaciones y procesos en la Industria Farmacéutica.

Código del curso: 482. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

- a) Reglamentación de la Industria Farmacéutica y consideraciones legales.
- b) Procesos en la Industria Farmacéutica.
- c) Inyectables de grande y pequeño volumen.
- d) Organización de la Industria Farmacéutica.
- e) Equipo y diseño de la Industria Farmacéutica

- f) Aspectos de mercado (5).

Área complementaria

Gestión de la calidad

Código del curso: 421. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

- a) Los pilares de la calidad total.
- b) Identificación, capacitación y liderazgo.
- c) Objetivos, evolución histórica.
- d) Inspección.
- e) Control
- f) Garantía.
- g) Aseguramiento
- h) Gestión total
- i) Calidad total
- j) Normas ISO 9000
- k) Modelos de aseguramiento nacional y Panamericano
- l) Herramientas estadísticas para analizar procesos
- m) Herramientas estadísticas para analizar ideas
- n) Sistemas estadísticos computarizados (5).

Dinámica de procesos químicos

Código del curso: 432. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

- a) Procesos Químicos Industriales
 - a.1) Características de los Procesos

- a.2) Variables de Procesos
 - a.2.1) Presión
 - a.2.2) Nivel
 - a.2.3) Temperatura
 - a.2.4) Flujo
 - a.2.5) Densidad
 - a.2.6) PH
- b) Transmisores
 - b.1) Transmisores
 - b.2) Sensores y Transductores
 - b.3) Fibra óptica
 - b.4) Símbolos de Instrumentación
- c) Calibración
 - c.1) Estándares preliminares de Calibración
 - c.2) Equipo Neumático de Pruebas
 - c.3) Equipo Electrónico de Pruebas
 - c.4) Errores de instrumentación
 - c.5) Sintonización
- b) Protocolos de Comunicación
 - b.1) 4 a 20 mA
 - b.2) HART
 - b.3) Profibus
 - b.4) Fiedbus
 - b.5) Modbus
- c) lazos de Control
 - c.1) Diagramas de Lazos de Control
 - c.2) Diagramas de Proceso e Instrumentación
 - c.3) Control en dos Posiciones
 - c.4) Control Distribuido

- d) Control Automático de Proceso
 - d.1) Lógica de Control Multivariable procesos tipo Bach
 - d.2) Lógica de Control Multivariable proceso continuo
 - d.3) Lógica de Control Intercambiador de Calor
 - d.4) Lógica de Control Caldera Aqua tubular, Piro tubular
 - d.5) Lógica de Control PH
 - d.6) Lógica de Control Procesos Químicos Industriales
 - d.6.1) Ingenios Azucareros
 - d.6.2) Producción de Cemento
 - d.6.3) Producción de Aguas Carbonatadas
 - d.6.4) Producción de Aceite de Palma Africana (5).

Ingeniería del azúcar

Código del curso: 433. Valor en créditos: 03.

Contenido del curso:

- a) Composición De La Caña Y Del Jugo
 - a.1) Importancia
 - a.2) Composición Química de la caña
 - a.3) Composición Química del jugo
 - a.4) La Sacarosa
 - a.5) La Reacción de Inversión
- b) Extracción Del Jugo
 - b.1) Preparación de la caña
 - b.2) La molienda y la operación de imbibición o maceración
- c) Purificación Del Jugo
 - c.1) El Proceso de Sulfitación
 - c.2) El Proceso de Alcalizado
 - c.3) El Proceso de Clarificación por floculación.

- c.4) El Proceso de Filtración de la Cachaza
- d) Evaporación
 - d.1) Evaporación en Simple Efecto. (Pre-evaporación) y en múltiple efecto
 - d.2) Incrustaciones y limpieza
- c) Cristalización Del Azúcar
 - c.1) Tachos
 - c.2) Operación de Cristalización por Semillamiento
 - c.3) Procesos de Cocción de masas
 - c.4) Cristalizadores
 - c.5) Operaciones de mezcla y flujo de masas
- d) Centrifugación, Secado Y Envasado.
 - d.1) Operación de Centrifugación de mieles
 - d.2) Operación de Secado rotativo de azúcar
 - d.3) Operaciones de Empaque
 - d.4) Almacenaje en sacos y a granel
- e) Control De Calidad.
 - e.1) Análisis de Rutina en Caña
 - e.2) Análisis de Rutina en Fabricación
 - e.3) Análisis de Rutina en Calderas
 - e.4) Análisis Especiales e Investigación (5).

Control de contaminantes industriales

Código del curso: 437. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

- a) Control De La Contaminación Ambiental Y Su Gestión
 - a.1) Introducción
 - a.2) Principio de sustentabilidad (Principio de las 6 Rs)
 - a.3) Producción mas limpia

- a.4) Contaminación, según su efecto
- a.5) Contaminación, según el estado de la materia
- a.6) Contaminación, según su peligrosidad
- b) Manejo Integral de los Desechos Sólidos
 - b.1) Problemática ambiental y de salud de los desechos sólidos
 - b.2) Características fisicoquímicas y biológicas de los desechos sólidos
 - b.3) Generación y tipos de los desechos sólidos
 - b.4) Recolección y Transporte de los desechos sólidos
 - b.5) Almacenamiento de los desechos sólidos
 - b.6) Tratamiento de los desechos sólidos (Digestión anaeróbica, compostaje, reciclaje de los diferentes materiales, compactación, etc.)
 - b.7) Disposición final de los desechos sólidos.
- c) Manejo de los Desechos Líquidos (Drenajes)
 - c.1) Parámetros fisicoquímicos sanitarios de los desechos líquidos
 - c.2) Generación de los desechos líquidos
 - c.3) Recolección y transporte (conducción y bombeo) de los desechos líquidos
 - c.4) Tratamiento y recursos de los desechos líquidos.
 - c.5) Efectos ambientales.
- d) Manejo de los Desechos Gaseosos (Emisores)
 - d.1) Contaminantes primarios
 - d.2) Contaminantes secundarios
 - d.3) Tratamientos y reuso de la materia y energía
 - d.4) Efectos ambientales.
- e) Otros tipos de Mitigación
 - e.1) Mitigación de Desechos Peligrosos
 - e.2) Mitigación a la Contaminación auditiva
 - e.3) Mitigación a la Contaminación visual
 - e.4) Mitigación a la Contaminación Radiactiva

- f) Gestión Ambiental.
 - f.1) Normativa Ambiental
 - f.2) Estudio Ambiental Inicial EAI
 - f.3) Estudio de Impacto Ambiental EIA
 - f.4) Estudio Ambiental Estratégico EAE
 - f.5) Auditoria Ambiental AA
 - f.6) Diagnostico Ambiental DA
 - f.7) ISO 14000
 - f.8) Sellos verdes
 - f.9) Bonos ecológicos o verdes (5)

Bioingeniería 1

Código del curso: 442. Valor en créditos: 05.

Contenido del curso:

- a) Introducción a la ingeniería bioquímica
- b) Conceptos básicos de bioquímica
- c) Aplicaciones de la biotecnología en la industria
- d) Cinética del crecimiento microbiano en procesos industriales
- e) Reactores biológicos
- f) Recuperación de productos
- g) Tecnología enzimática
- h) Biotecnología del medio ambiente
- i) Biotecnología alimentaria
- j) Fundamentos de ingeniería genética

Ciencia de los alimentos

Código del curso: 470. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

- a) Características Químicas de los Alimentos
- b) Composición proximal de los Alimentos
- c) Vitaminas
- d) Minerales
- e) Características bioquímicas de los alimentos:
- f) Características biológicas de los alimentos
- g) Características físicas de los alimentos (5).

Tecnología de los alimentos

Código del curso: 472. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

- a) Introducción a la preservación de alimentos
 - a.1) Problema alimentario mundial
 - a.2) Preservación de alimentos
- b) Procesamiento por adición de calor
 - b.1) Aplicación de energía calorífica a los alimentos
 - b.2) Cocción
 - b.3) Blanqueado
 - b.4) Pasteurización
 - b.5) Esterilización comercial
- c) Preservación por radiación de los alimentos
 - c.1) Propiedades de radiación ionizante
 - c.2) Efectos químicos de radiación ionizante
 - c.3) Efectos de la radiación en seres vivos
 - c.4) Aspectos tecnológicos de la radiación de alimentos
 - c.5) Calidad de los alimentos irradiados
 - c.6) Perspectiva futura

- d) Preservación a través de temperaturas de enfriamiento
 - d.1) Consideraciones relacionadas con el almacenamiento de alimentos a temperaturas de enfriamiento
 - d.2) Aplicaciones y procedimientos

Conservación de la energía en la industria

Código del curso: 484. Valor en créditos: 03.

Contenido del curso:

- a) Conceptos Generales
 - a.1) Grandes causas comunes en la industria
 - a.2) Fuentes Típicas de Perdidas de Energía
 - a.3) Función del Auditor Energético
 - a.4) Pasos generales de un Estudio Energético en Calderas de Vapor
- b) tablas, gráficos y curvas de energía
 - b.1) Temperatura/Oxígeno
 - b.2) Magnitud de fuga en función del tamaño y presión del sistema
 - b.3) Exceso de aire, CO₂ y Oxígeno
 - b.4) % Combustible desperdiciado y Temperatura de gases de combustión
- c) Eficiencia Energética
 - c.1) Sistemas de Vapor
 - c.2) Equipos de Proceso
 - c.3) Casos de Estudio
 - c.4) Balance Energético en Evaporadores
 - c.5) Balance Energético en un Sistema Agroindustrial Azucarero
 - c.6) Balance Energético en Cogeneración de Energía

Diseño de plantas

Código del curso: 486. Valor en créditos: 05.

Contenido del curso:

- a) El diseño en ingeniería química
- b) Diseño de plantas en el desarrollo de un proyecto industrial
- c) Selección y especificación de equipos para la planta
- d) Distribución de equipo en planta (plant layout)
- e) Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID)
- f) Diagramas de planta, elevación e isométrico de líneas de proceso
- g) Diseño del subsistema de generación y distribución de vapor y condensado
- h) Diseños de subsistemas agua y aire
- i) Diseño del subsistema eléctrico
- j) Diseño del subsistema de disposición de desechos
- k) Gestión preventiva en el diseño
- l) Seguridad en los procesos
- m) Montaje y construcción de la planta

Área de operaciones unitarias

Extracciones industriales

Código del curso: 423. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

- a) Extracción química, tipos y aplicaciones
- b) Productos derivados de la extracción química
- c) Biodiversidad en Guatemala
- d) Identificación y desarrollo de negocios nuevos en el área de extracción química

- e) Oportunidades en el contexto nacional y regional
- f) Casos de éxito: Emprendedores destacados en la industria nacional
- g) Que es un plan de negocios (BP) Componentes de un BP
- h) Análisis del potencial del mercado
- i) Ingeniería de proyectos
- j) Evaluación económica-financiera del proyecto
- k) Presentación de proyectos

Introducción a la gestión tecnológica

Código del curso: 425. Valor en créditos: 03.

Contenido del curso:

- a) Introducción A La Tecnología En La Ingeniería Química
- b) Campos De Acción De La Ingeniería Química En La Generación, Transmisión Y Transferencia De Tecnología.
- c) El Sistema Nacional De Ciencia, Tecnología E Innovación
- d) La Tecnología Como Recurso Estratégico
- e) La Innovación Tecnológica
- f) El Valor De Desarrollar Una Estrategia De Innovación Tecnológica.
- h) Desarrollo De Nuevos Productos.
- i) La Mejora De Procesos
- j) La Cooperación Estratégica Tecnológica
- k) El Proceso De Transferencia De Tecnología
- l) Estrategias De Protección Y Explotación De La Tecnología
- m) La Vigilancia Tecnológica Y La Inteligencia Competitiva
- n) La Gestión De Riesgos Tecnológicos
- o) Políticas Públicas De Apoyo A La Innovación Tecnológica
- p) Valorización De La Tecnología Mediante La Creación De Nuevas Empresas De Base Tecnológica

- q) Vinculación Universidad Sociedad
- r) La Prospectiva Tecnológica (5).

Operaciones unitarias complementarias (IQ-6)

Código del curso: 423. Valor en créditos: 04.

Contenido del curso:

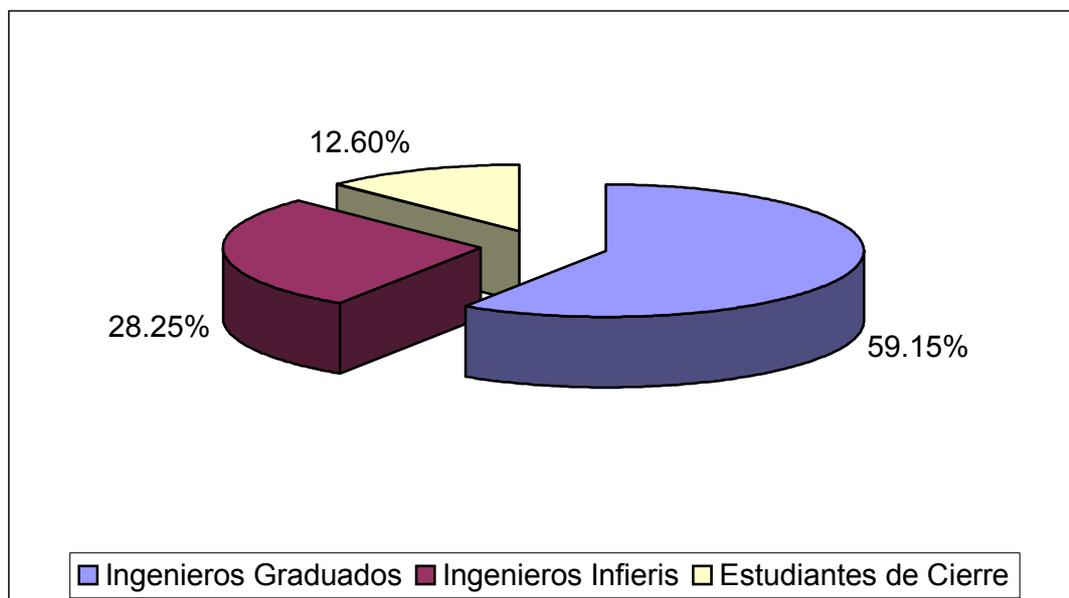
- a) Almacenaje de sólidos
- b) Movimiento y transporte de sólidos
- c) Separación de sólidos
 - c.1) Cribado
 - c.2) Tamizado
 - c.4) Clasificación
- d) Limpieza de fases gaseosas
- e) Reducción de tamaño de partículas
 - e.1) Trituración
 - e.2) Molienda
 - e.3) Pulverización
 - e.4) Caracterización de las partículas
- f) Mezclado de sólidos y pastas
- g) Agrandamiento de partículas sólidas
- h) Seguridad e higiene en el manejo de sólidos (5).

4. METODOLOGÍA

4.1. Unidad de muestreo

Se obtuvieron indicadores de eficiencia de la educación superior de la Escuela de Ingeniería Química de los Ingenieros graduados, los Ingenieros in fieris y los estudiantes de cierre de la Escuela de Ingeniería Química durante el período de 1996 al 1er. Semestre del 2006; distribuida tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Análisis de unidad de muestreo. Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de la EIQ en el período 1996 - 2006



Fuente: Elaboración propia según tablas VI, VII y VIII. (ver apéndice B)

4.2. Listas de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de la Escuela de Ingeniería Química.

Esta lista; que contiene los nombres, apellidos y número de carné de las personas que comprenden la muestra a analizar; se hizo con la información obtenida de las listas oficiales de los Ingenieros graduados, los Ingenieros in fieris y los estudiantes de cierre de la Facultad de Ingeniería en el periodo 1996 al primer semestre del 2006, proporcionados por el Departamento de Control Académico de la Facultad de Ingeniería.

4.3. Elaboración de boleta

Se elaboró una boleta para recolectar información que contiene las siguientes variables: (ver apéndice A)

- √ Nombres y apellidos
- √ Número de carné
- √ Fecha de ingreso
- √ Fecha de cierre de pensum
- √ Fecha de examen general privado
- √ Fecha de examen general público
- √ Promedio de notas de cursos aprobados
- √ Número total de cursos aprobados
- √ Total de créditos aprobados
- √ Cursos optativos aprobados

4.4. Diseño y elaboración de la base de datos

Se utilizó como herramienta de proceso una hoja de calculo del programa Microsoft Excel donde se diseñó la base de datos de tal manera que esta es fácil de entender y de usar, y que contiene toda la información proporcionada

por la boleta. Posteriormente se elaboró el vaciado de información obtenida de las boletas.

4.5. Obtención de indicadores de eficiencia para facilitar la toma de decisiones para reducir el tiempo de titulación.

Se elaboraron tablas y gráficos con la información recogida, que ayudaron en la obtención de los siguientes indicadores de la educación superior:

- Porcentaje de promoción
- Graduados de la Escuela de Ingeniería Química por género
- Relación entre número de Ingenieros graduados de la Facultad de Ingeniería con el número de Ingenieros Químicos graduados
- Indicadores de permanencia: duración promedio y permanencia promedio
- Indicadores de tiempo
- Promedio de calificaciones

4.6. Obtención de indicadores que faciliten la valoración de la calidad para reestructurar la red de cursos optativos.

Se elaboraron tablas y gráficos con la información recogida, que ayudaron en la obtención de los siguientes indicadores de la educación superior:

- Estadísticas de los cursos optativos administrados por la escuela de Ingeniería Química.

- Estadísticas de los cursos optativos no administrados por la escuela de Ingeniería Química.

4.7. Recursos

4.7.1. Recursos físicos

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron ciertos recursos físicos que facilitaron el avance del proyecto. Dichos recursos con los que se contaron fueron:

- Libros de texto de Estadística Aplicada
- Información y documentación proporcionada por el departamento de Control Académica de la facultad de Ingeniería, USAC.
- Equipo de Computación.
- Internet.

4.7.2. Recursos humanos

- Personal del departamento de Control Académica de la facultad de Ingeniería de la USAC.
- Asesor de trabajo de Graduación.
- Director de Escuela de Ingeniería Química.

5. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

La valoración de la calidad de la educación superior de la escuela de Ingeniería Química puede ser medida y evaluada de una manera objetiva y cuantitativa por medio de indicadores. Además de servir como un mecanismo para facilitar la toma de decisiones para reestructurar la red de cursos optativos y reducir el tiempo de titulación de la Escuela de Ingeniería Química.

Según la información obtenida, en el período 1996 – 2006 446 personas obtuvieron el título de Ingeniero Químico, 213 personas son Ingenieros in fíeris y 95 son estudiantes de cierre de la carrera de Ingeniería Química. (ver apéndice B tablas VI, VII y VIII)

5.1. Indicadores de eficiencia para reducir el tiempo de titulación de la Escuela de Ingeniería Química.

5.1.1. Porcentaje de promoción

Para evaluar la tendencia que se tiene en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, al porcentaje de promoción, se define el período de evaluación de 1996 al 2006, listando primeramente la cantidad de Ingenieros graduados en relación con la cantidad de estudiantes de primer ingreso de la universidad en total por año.

A continuación se presenta un cuadro comparativo con la cantidad de alumnos que ingresaron por año, en relación con los Ingenieros graduados,

Ingenieros in fieris y los estudiantes de cierre, a fin de establecer los porcentajes de promoción por año:

Tabla II. Tendencia de la Escuela de Ingeniería Química referente al porcentaje de promoción. Período 1996 – 2006

AÑO DE INGRESO	Alumnos de primer ingreso	Ingenieros graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de cierre	%
1996	146	28	19.18	49	33.56	53	36.30
1997	151	29	19.21	46	30.46	53	35.10
1998	124	20	16.13	26	20.97	30	24.19
1999	114	12	10.53	24	21.05	32	28.07
2000	118	10	8.47	30	25.42	41	34.75
2001	100	5	5.00	15	15.00	29	29.00
2002	96	0	0.00	0	0.00	1	1.04
Total Período	849	104	12.25	190	22.38	239	28.15

Fuente: Elaboración propia según base de datos Ingenieros Químicos graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre. Período 1996-2006.

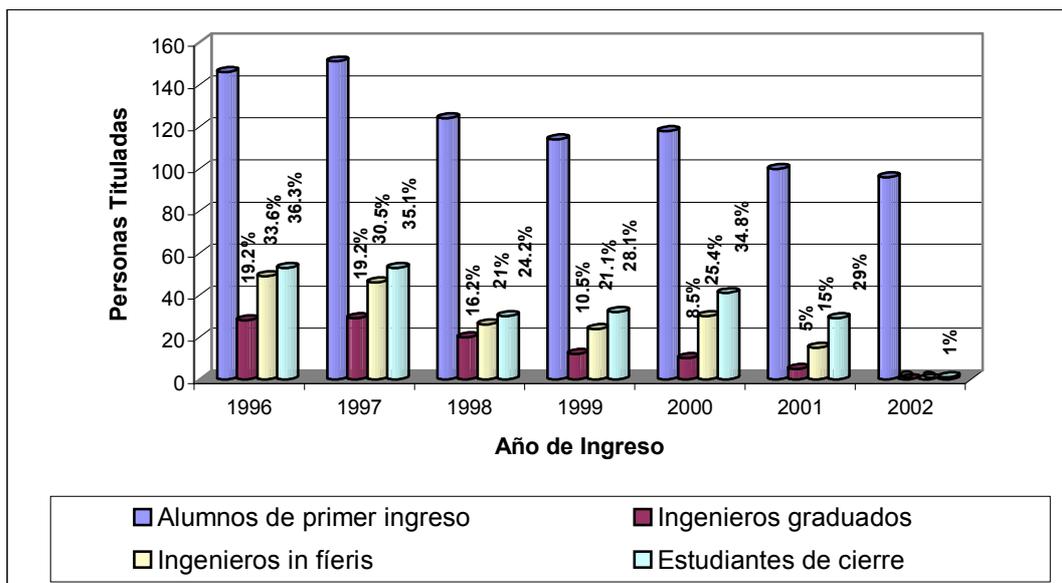
En la tabla anterior, se establece la relación numérica entre el total de estudiantes de nuevo ingreso respecto al total de graduados en el periodo 1996-2006, relación que demuestra un porcentaje de promoción de 12.25 % situación que abre muchas posibilidades de nuevos estudios que exploren las causas del porque se gradúan tan pocos alumnos, respecto al total de estudiantes de nuevo ingreso en la Escuela de Ingeniería Química. Es importante resaltar que en el período estudiado, el año en el cual se graduaron más Ingenieros Químicos fue el 1,997 con 29 nuevos profesionales, lográndose un porcentaje de promoción del 19.21%. Se puede deducir también que el año en que la relación entre ingresados y graduados es menor, es en 2001, con

cinco estudiantes graduados que representan el 5.00% del total de alumnos de primer ingreso. (ver figura 2)

Al establecer la relación numérica entre el total de estudiantes de nuevo ingreso respecto al total de Ingenieros in fíeris se encontró que es de 22.38%. Cabe resaltar que el año en el cual hay mayor porcentaje de Ingenieros in fíeris fue el 1,996 lográndose un 33.56%. Se puede deducir también que el año en que la relación entre ingresados e Ingenieros in fíeris es menor, es en 2,000, con 15 Ingenieros In fíeris que representan el 15.00% del total de alumnos de primer ingreso. (ver figura 2)

También se establece la relación numérica entre el total de estudiantes de nuevo ingreso respecto al total de estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, relación que demuestra un promedio de 28.15%, donde el año con mayor porcentaje de estudiantes de cierre fue el 1996 con 53 estudiantes que representa el 36.30% del total de alumnos de primer ingreso. El año en que esta relación es menor, es en 1998, con 30 estudiantes de cierre que representan el 24.19%. (ver figura 2)

Figura 2. Comparación de estudiantes de primer ingreso frente a Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre por año de ingreso en la Escuela de Ingeniería Química de la USAC. Período 1996 – 2006.



Fuente: Elaboración propia según base de datos Ingenieros Químicos graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre. Período 1996-2006.

En la tabla III se presenta un cuadro comparativo con la cantidad de alumnos graduados por año de egreso, en relación con los ingenieros graduados por género.

Llama la atención el papel protagónico que mantuvo el género masculino respecto al total de Ingenieros graduados en el período 1996 – 2006, destacándose en el año de 1996 con un 72.41% sobre el total de graduados. Cabe manifestar que el porcentaje de mujeres graduadas es significativo y este tiene un aumento de 3% durante los últimos 10 años, destacándose en el año 1,999 con un 43.48% sobre el total de graduados.

Tabla III. Total de graduados en el período 1996-2006 y el comportamiento global de los graduados por género.

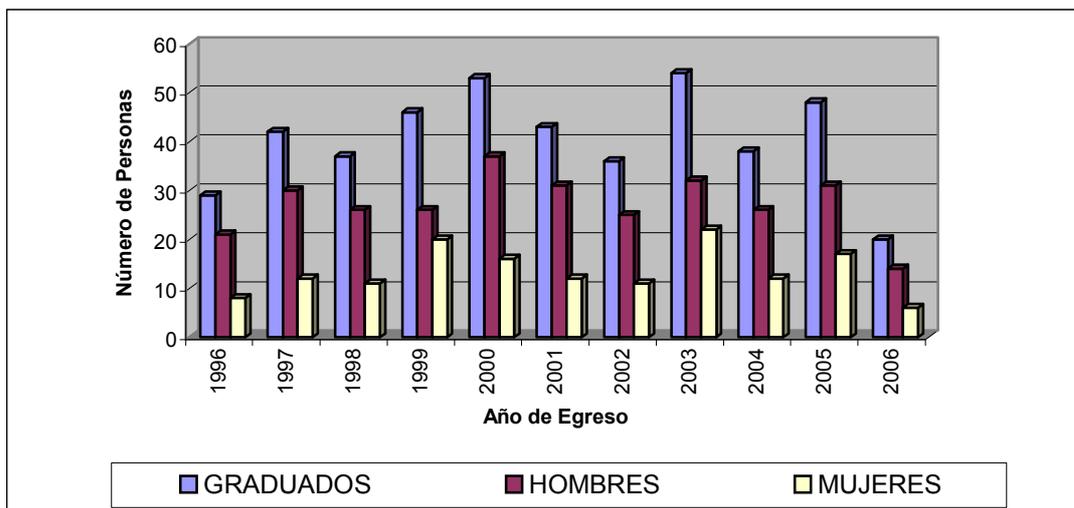
AÑO	GRADUADOS	HOMBRES	%	MUJERES	%
1996	29	21	72.41	8	27.59
1997	42	30	71.43	12	28.57
1998	37	26	70.27	11	29.73
1999	46	26	56.52	20	43.48
2000	53	37	69.81	16	30.19
2001	43	31	72.09	12	27.91
2002	36	25	69.44	11	30.56
2003	54	32	59.26	22	40.74
2004	38	26	68.42	12	31.58
2005	48	31	64.58	17	35.42
2006	20	14	70.00	6	30.00
TOTAL	446	299	67.04	147	32.96

Fuente: Elaboración propia según base de datos Ingenieros Químicos graduados período 1996-2006.

Del total de graduados en el período seleccionado, se observa que el porcentaje de Ingenieros Químicos graduados respecto a la cantidad de personas inscritas a la escuela es del 12.25%, del cual el 67.04% pertenece al grupo de hombres graduados y el 32.96% a las mujeres graduadas.

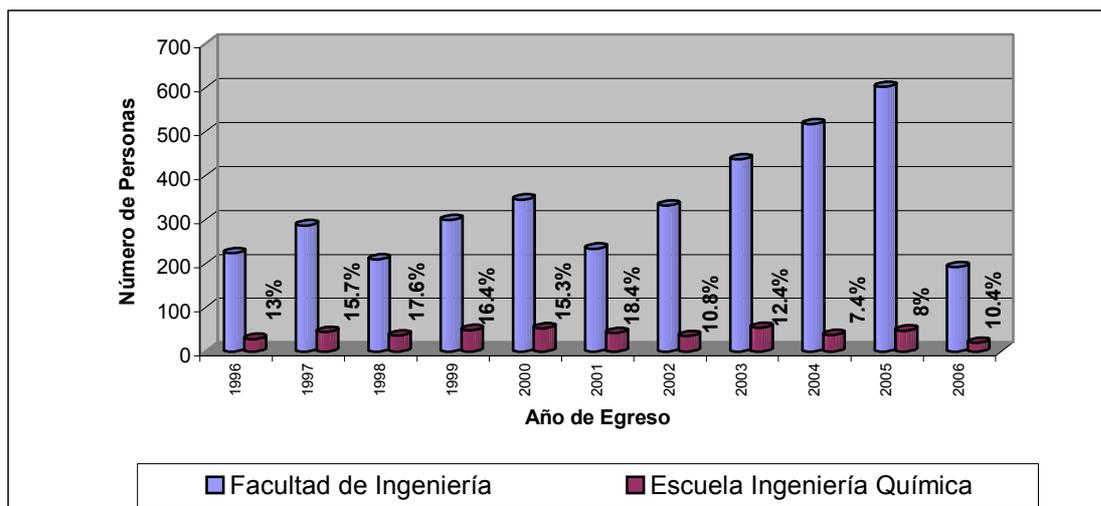
Para apreciar más ampliamente la distribución entre hombres y mujeres graduados de la Escuela de Ingeniería Química, se presenta la siguiente figura:

Figura 3. Ingenieros Químicos graduados por género de la Universidad de San Carlos. Período 1996-2006. Según año de egreso.



Fuente: Elaboración propia según base de datos Ingenieros Químicos graduados período 1996-2006.

Figura 4. Relación entre número de Ingenieros graduados de la Facultad de Ingeniería con el número de Ingenieros Químicos graduados. Período 1996-2006. Según año de egreso.



Fuente: Elaboración propia según base de datos Ingenieros Químicos graduados período 1996-2006.

En la figura anterior se muestra que el porcentaje promedio de Ingenieros Químicos graduados con relación al total de Ingenieros graduados de la Facultad de Ingeniería es de 12.12%, También se observa que en el año 2001 este porcentaje aumenta a un 18.4% y en el año 2004 disminuye hasta un 7.4%.

5.1.2. Indicadores de permanencia

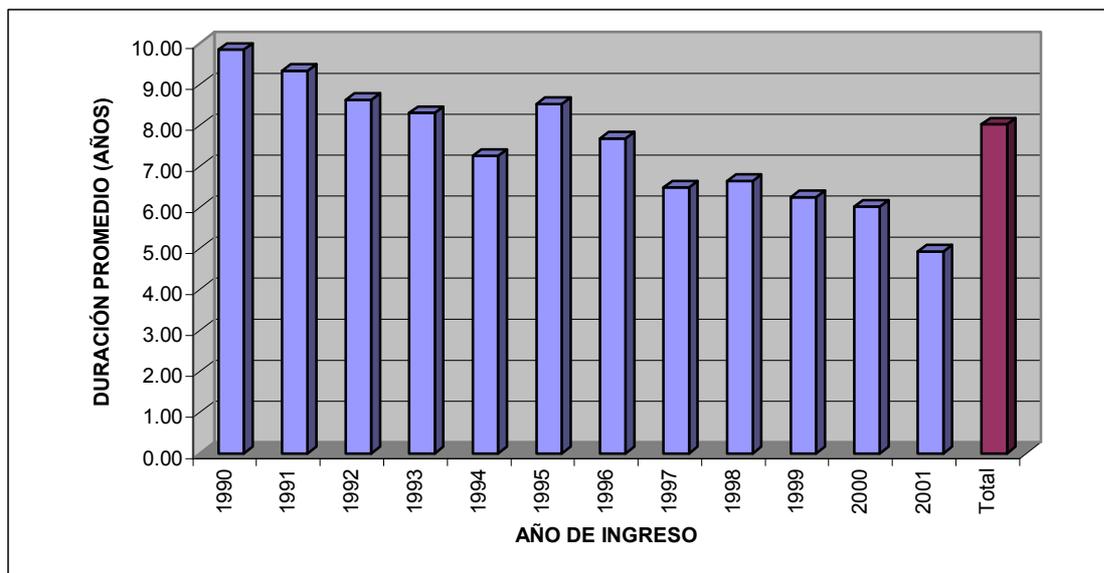
5.1.2.1. Duración promedio

La duración promedio de la carrera de Ingeniería Química se calcula como la media aritmética de tiempo de permanencia en la universidad de los graduados de cada cohorte.

Para calcular este indicador únicamente se analiza a los Ingenieros Químicos graduados en el período 1996 – 2006 que tienen año de ingreso 1990 – 2001, debido a que este indicador mide el desempeño de cada cohorte, y por lo tanto es necesario observar graduación completa o casi completa.

En la figura 5 se muestran las cifras para el periodo 1996-2006, donde se muestra que la duración promedio de la carreras de Ingeniería Química es de ocho años, lo cual en general es menor en el periodo 1996-2001 y mayor en el período 1990 – 1995.

Figura 5. Duración promedio de la carrera de Ingeniería Química. Período 1996 – 2006.



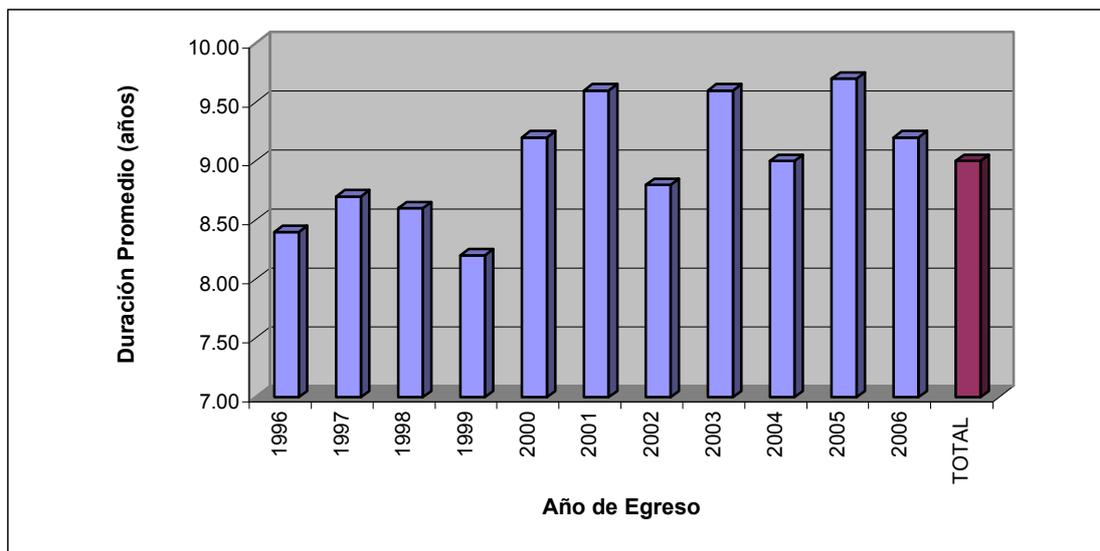
Fuente: Elaboración propia según base de datos Ingenieros Químicos graduados período 1996-2006.

5.1.2.2. Permanencia promedio

La permanencia promedio se define como la duración promedio de la carrera, calculada como media aritmética de tiempo de permanencia en la universidad de cada grupo de graduados con año de egreso común.

Este indicador mide la duración promedio de los estudios para los graduados de cada año, y se presenta en la figura 6.

**Figura 6. Permanencia promedio de la carrera de Ingeniería Química.
Período 1996 – 2006.**



Fuente: Elaboración propia según base de datos Ingenieros Químicos graduados período 1996-2006.

En la figura anterior se observa que la duración promedio para la Escuela de Ingeniería Química en el período analizado es de nueve años, viéndose una duración promedio menor en el año 1999 y mayor en el año 2005 con 8.3 y 9.6 años respectivamente.

5.1.3. Indicadores de tiempo

También son indicadores de permanencia de la carrera de Ingeniería Química: tiempo entre ingreso y cierre de pensum, tiempo entre ingreso y examen general privado, tiempo entre cierre de pensum y examen general privado, tiempo entre cierre de pensum y examen general público y tiempo entre examen general privado y examen general público.

**Tabla IV. Indicadores de tiempo para la Escuela de Ingeniería Química.
Período 1996 – 2006. En años.**

	Tiempo Nominal Promedio	Tiempo Real Promedio	Tiempo Máximo	Tiempo Mínimo
Tiempo entre ingreso y cierre de pensum	5.00	6.04	15.40	3.40
Tiempo entre ingreso y examen general privado	5.50	6.93	16.70	3.80
Tiempo entre cierre de pensum y examen general privado	0.50	0.99	9.67	0.00
Tiempo entre cierre y examen general público	1.00	3.21	12.35	0.25
Tiempo entre examen general privado y examen general público	0.50	2.29	11.09	0.00

Fuente: Elaboración propia según base de datos de los Ingenieros Químicos graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre. Período 1996-2006.

En la tabla IV se observan los indicadores de tiempo antes mencionados de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en total. Observándose un tiempo real promedio mayor al tiempo nominal promedio de la carrera de Ingeniería Química en todos los indicadores de tiempo analizados.

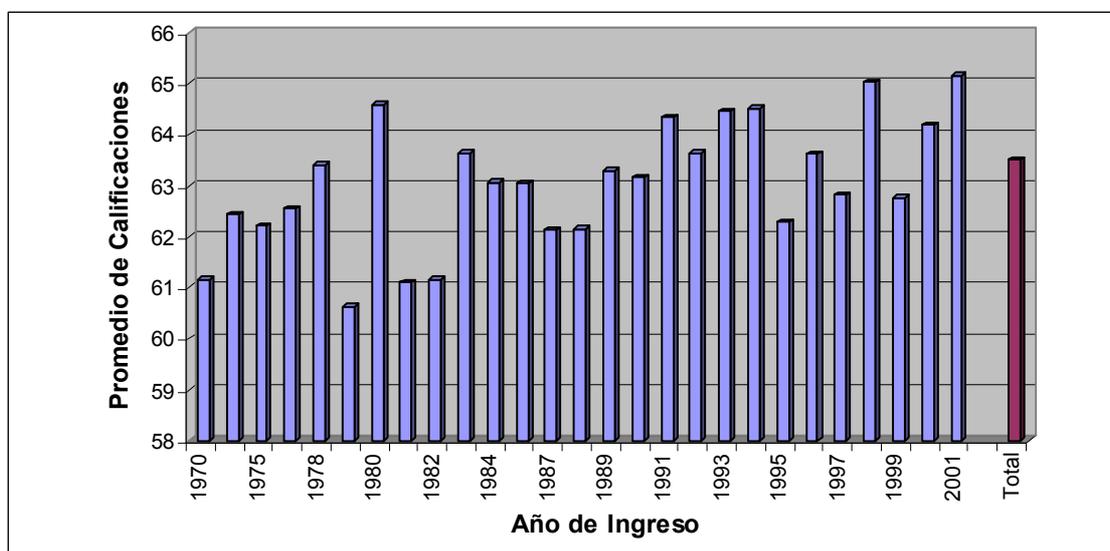
En esta tabla también se muestra que los estudiantes de Ingeniería Química se tardan un promedio de 4.5 veces más del tiempo asignado entre el examen general privado y examen general público, 3.21 veces más del tiempo asignado entre cierre de pensum y examen general público, 1.98 veces más del

tiempo asignado entre cierre de pensum y examen general privado, 1.26 veces más del tiempo asignado entre ingreso y examen general privado y 1.2 veces más del tiempo asignado entre ingreso y cierre de pensum.

5.1.4. Promedio de calificaciones

Para evaluar el promedio de calificaciones que tiene la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se listaron los promedios de calificaciones de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre según su año de ingreso; seguidamente se obtuvo el promedio de calificaciones total por año de ingreso y el promedio total.

Figura 7. Promedio de calificaciones de la Escuela de Ingeniería Química. Período 1996-2006. Según año de ingreso.



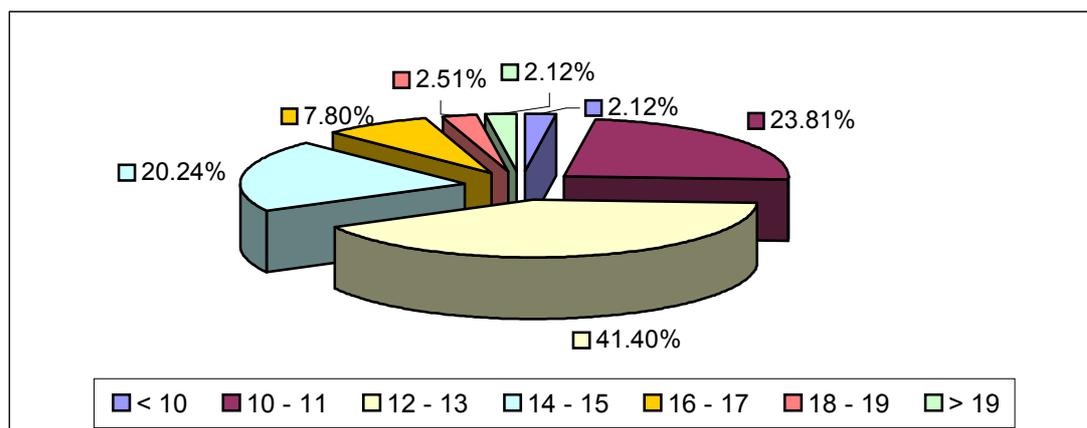
Fuente: Elaboración propia según base de datos de los Ingenieros Químicos graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre. Período 1996-2006.

En la figura 7 se muestra que el promedio de calificaciones para la Escuela de Ingeniería Química es de 63.5 puntos. Observando un promedio de calificaciones mínimo de 60.6 en el año 1988 y un promedio máximo de 65.20 en el año 2001.

5.2. Indicadores sobre la valoración de la calidad para reestructurar la red de cursos optativos.

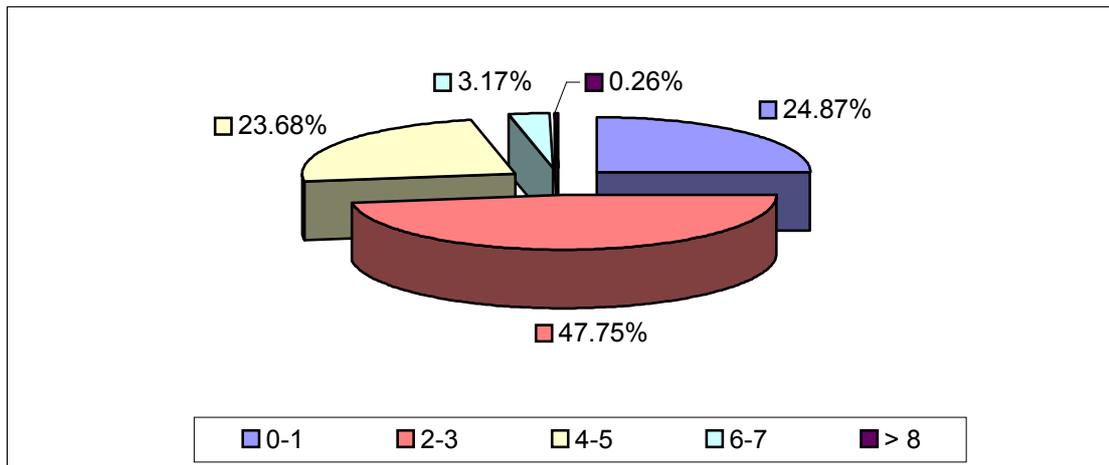
En esta sección se presentan figuras y tablas que describen claramente los cursos optativos aprobados por la unidad de muestreo así como las preferencias sobre las Escuelas y áreas de administración de dichos cursos.

Figura 8. Número de cursos optativos administrados y no administrados por EIQ aprobados por los Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre. Período 1996 – 2006.



Fuente: Elaboración propia según base de datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de la Facultad de Ingeniería USAC.

Figura 9. Número de cursos optativos administrados por EIQ aprobados por los Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre. Período 1996 – 2006.

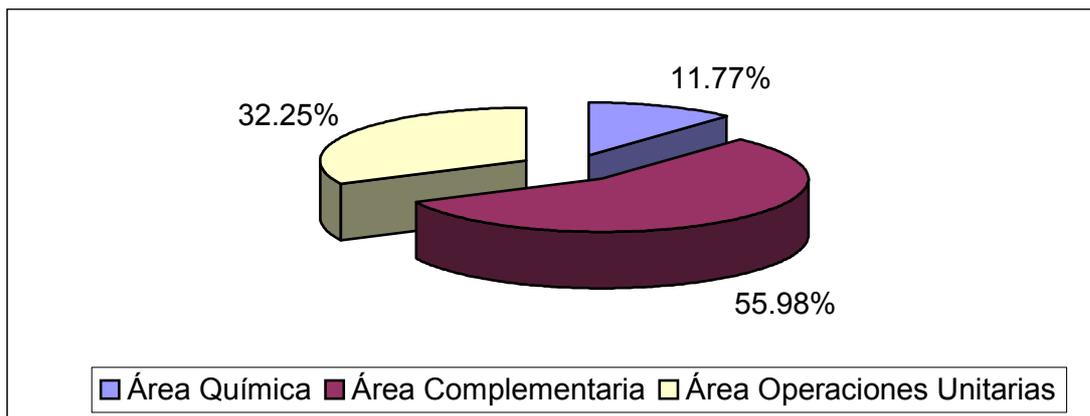


Fuente: Elaboración propia según base de datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de la Facultad de Ingeniería USAC.

5.2.1. Cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química

Los cursos optativos fueron clasificados según su área de administración, según se muestra en la tabla IX del apéndice B.

Figura 10. Porcentaje por área de cursos optativos administrados por EIQ aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total. Período 1996 – 2006.



Fuente: Elaboración propia según apéndice B Tabla IX.

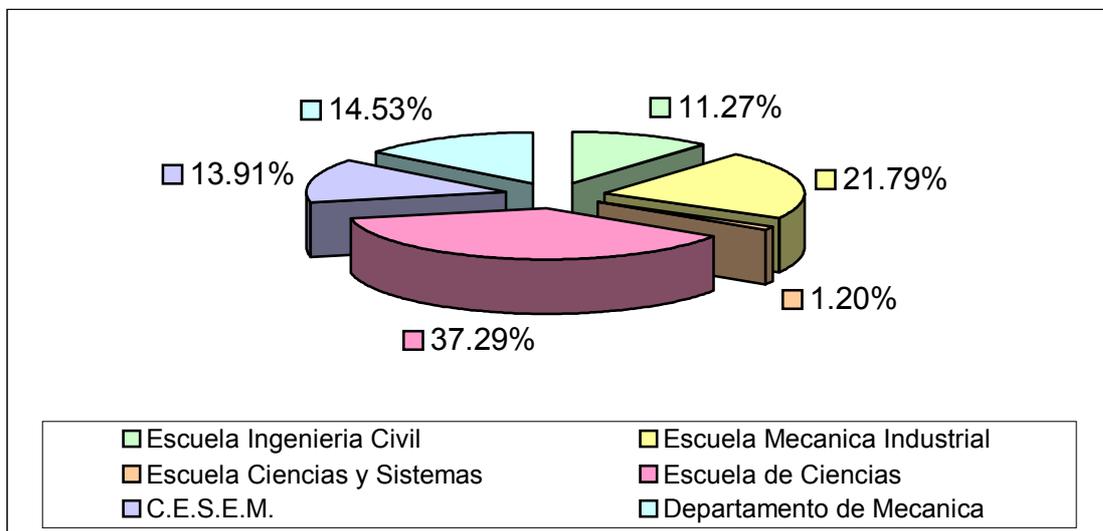
Tabla V. Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros en fferis y estudiantes de cierre en total que aprobaron cursos optativos administrados por EIQ. Período 1996 – 2006.

Código del curso	Curso	Porcentaje
361	Bioquímica	29.81%
482	Operaciones y procesos de la Ind. Farmacéutica	1.60%
421	Gestión total de la calidad	29.01%
432	Dinámica de procesos químicos	0.00%
433	Ingeniería del azúcar	38.90%
435	Recursos y procesos de Centroamérica	4.68%
437	Control de contaminantes industriales	5.75%
442	Bioingeniería 1	20.45%
470	Ciencia de los alimentos	8.02%
472	Tecnología de los alimentos	20.19%
484	Conservación de la energía en la industria	1.20%
486	Diseño de plantas	21.26%
423	Extracciones industriales	0.13%
425	Introducción a la gestión tecnológica	10.70%
429	Operaciones unitarias complementarias IQ-6	75.27%

Fuente: Elaboración propia según apéndice B Tabla IX.

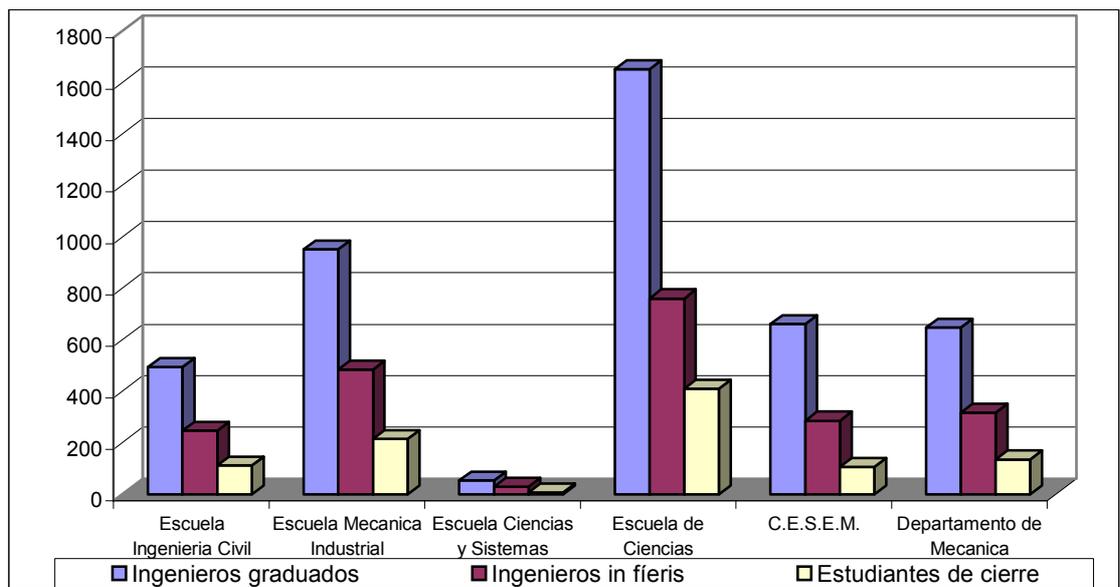
5.2.2. Cursos optativos no administrados por la Escuela de Ingeniería Química

Figura 11. Porcentaje por escuela de cursos no administrados por la EIQ aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total. Período 1996 - 2006



Fuente: Elaboración propia según apéndice B Tabla XVI.

Figura 12. Número de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre frente a Escuela de administración. Período 1996 – 2006

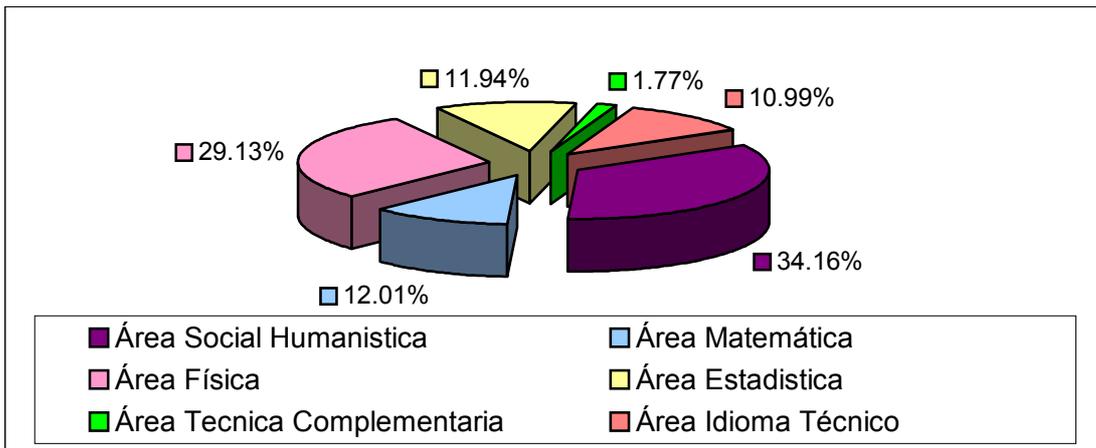


Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla XVI.

5.2.2.1. Escuela de Ciencias

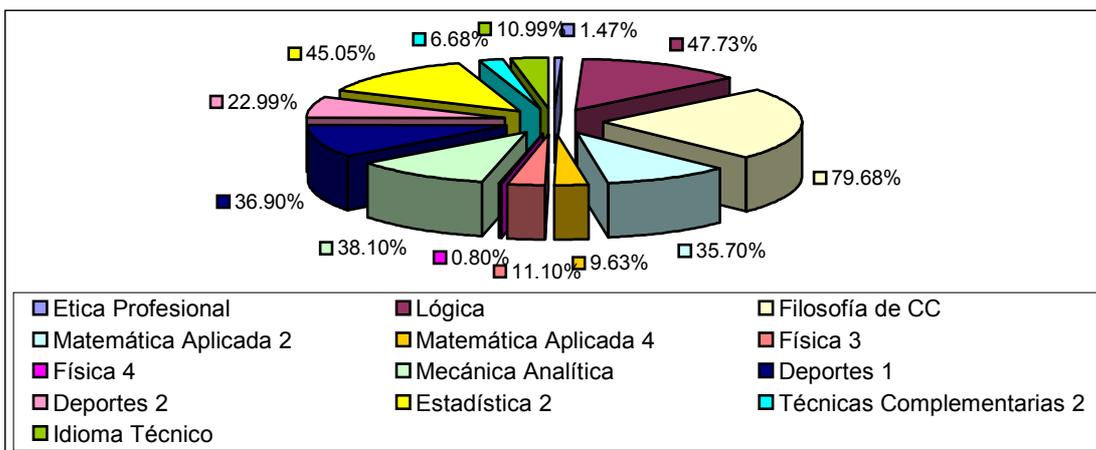
Los cursos optativos Administrados por la Escuela de Ciencias fueron clasificados según su área de administración como se muestra en la tabla XII del apéndice B.

Figura 13. Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Ciencia, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006.



Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla XII.

Figura 14. Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ciencias. Período 1996 – 2006.

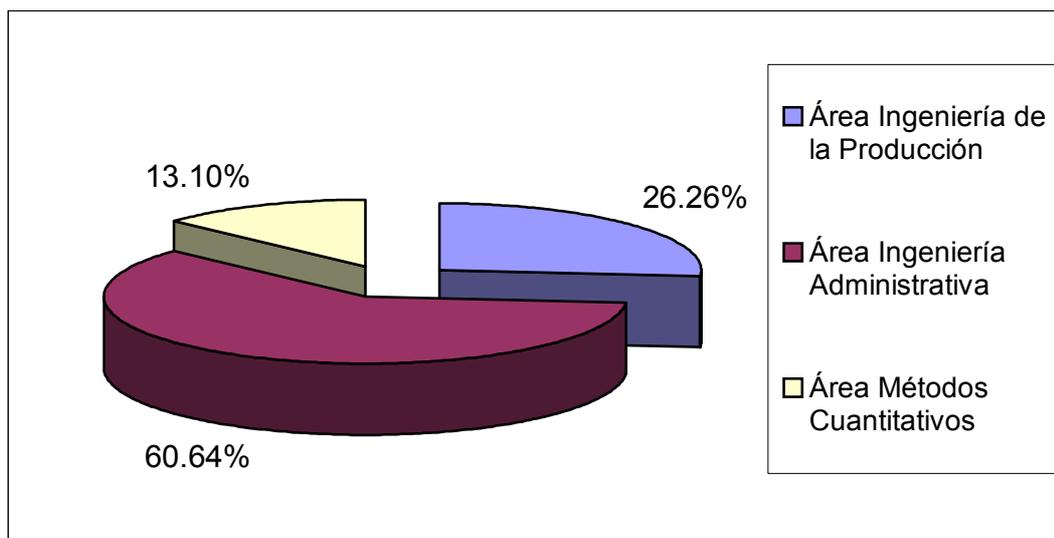


Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla XII.

5.2.2.2. Escuela de Mecánica Industrial

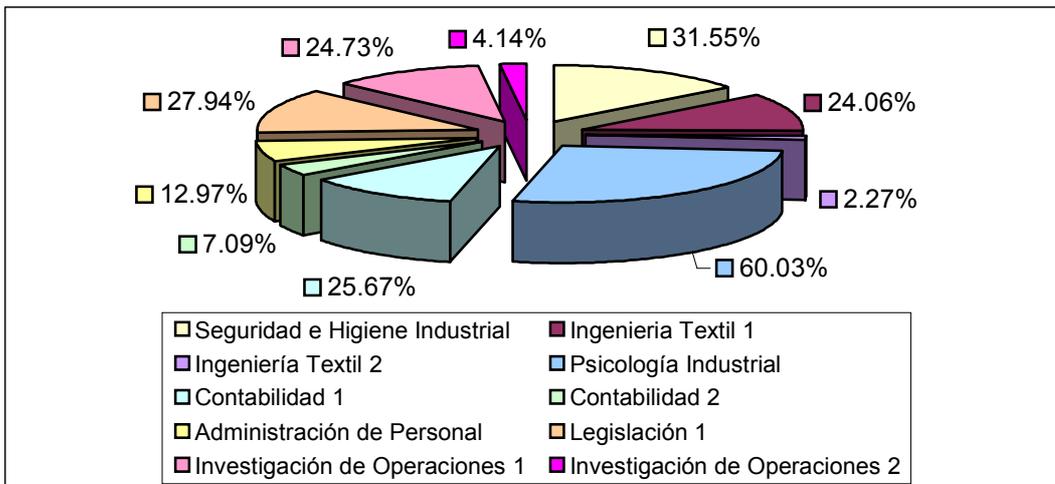
Los cursos optativos Administrados por la Escuela de Mecánica Industrial fueron clasificados según su área de administración como se muestra en la tabla XI del apéndice B

Figura 15. Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Mecánica Industrial, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006.



Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla XI.

Figura 16. Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Mecánica Industrial. Período 1996 – 2006.

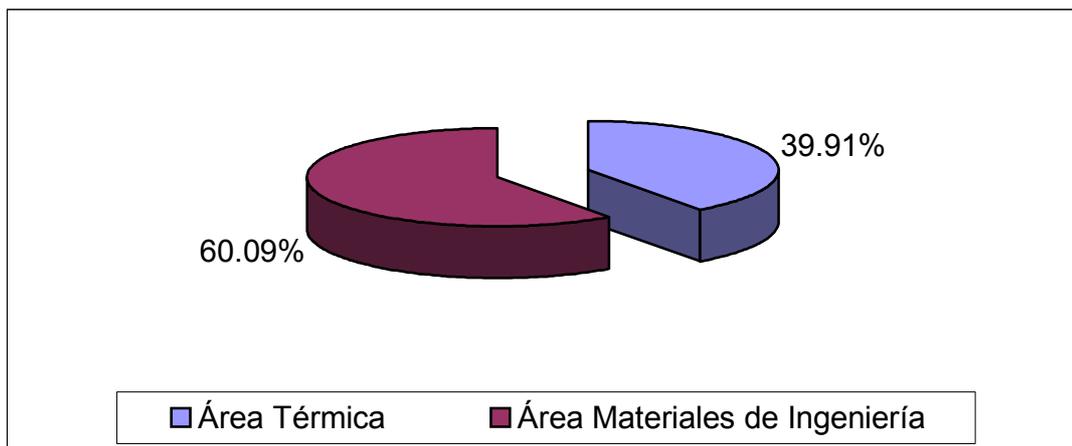


Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla XI.

5.2.2.3. Escuela de Mecánica

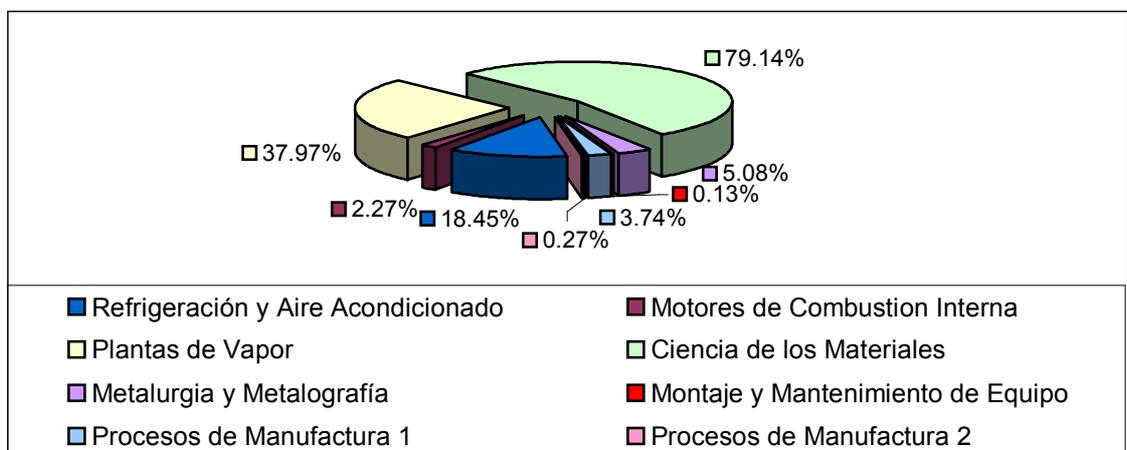
Los cursos optativos Administrados por la Escuela de Mecánica fueron clasificados según su área de administración como se muestra en la tabla XV del apéndice B.

Figura 17. Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Mecánica, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006.



Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla XV.

Figura 18. Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Mecánica. Período 1996 – 2006.

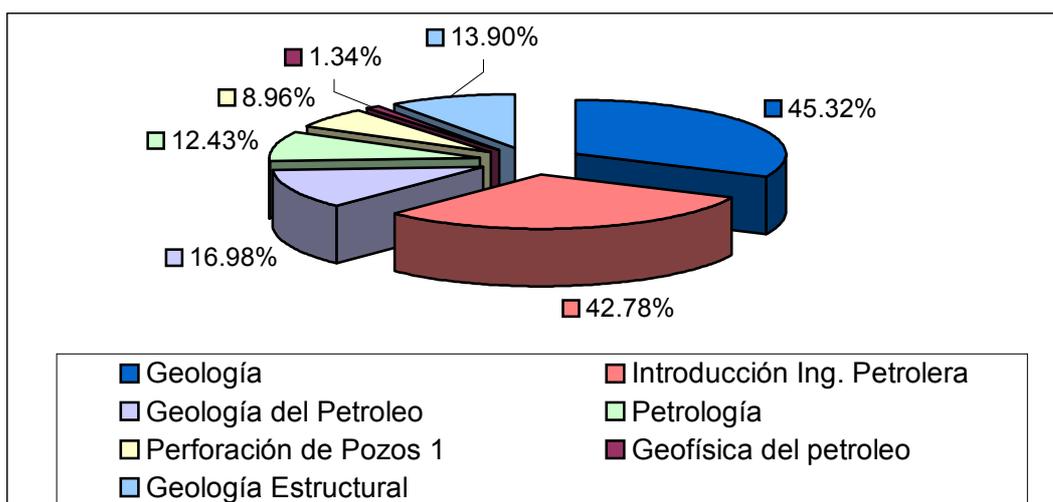


Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla XV.

5.2.2.4. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas

Los cursos optativos administrados por el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (C.E.S.E.M.) no esta dividido por áreas.

Figura 19. Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por C.E.S.E.M.. Período 1996 – 2006.

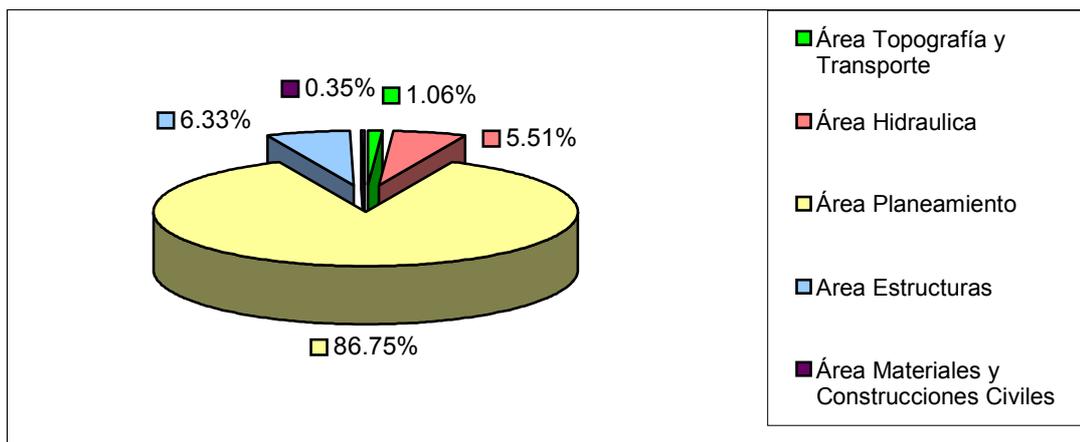


Fuente: Elaboración propia según Tabla XIV.

5.2.2.5. Escuela de Ingeniería Civil

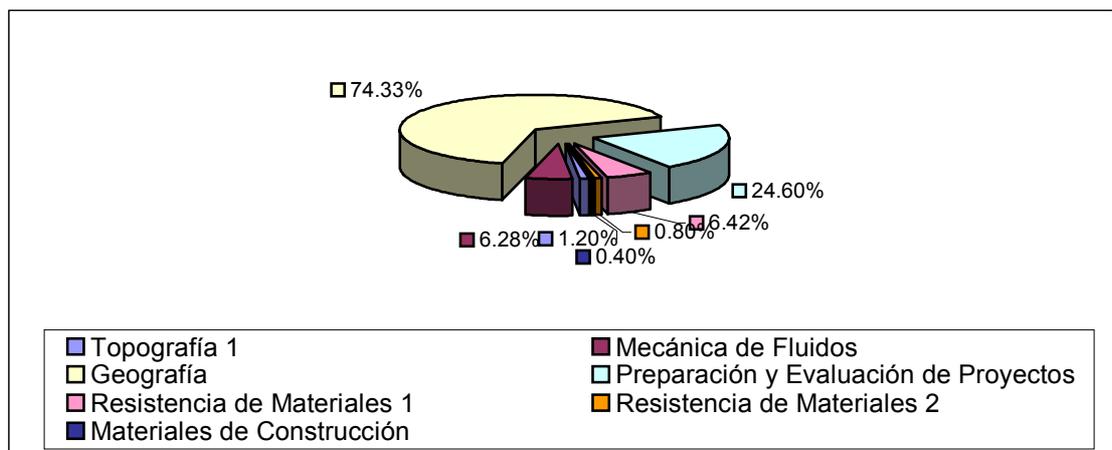
Los cursos optativos Administrados por la Escuela de Ingeniería Civil fueron clasificados según su área de administración como se muestra en la tabla X del apéndice B.

Figura 20. Porcentaje por área de cursos optativos, administrados por la Escuela de Ingeniería Civil, aprobados por Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total. Período 1996-2006.



Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla X.

Figura 21. Porcentaje de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre en total, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Civil. Período 1996 – 2006.



Fuente: Elaboración propia según Apéndice B Tabla X.

6. RECOMENDACIONES PARA REESTRUCTURAR LA RED DE CURSOS OPTATIVOS

A continuación se presenta una serie de recomendaciones que ayudaran a reestructurar la red de cursos optativos del pensum de la carrera de ingeniería química las cuales son de implementación inmediata.

6.1. Optimización de recursos

6.1.1. Semestres alternos

En la actualidad la Escuela de Ingeniería Química posee dentro de su pensum de estudios 14 cursos optativos administrados por esta escuela; de los cuales 12 tienen como prerrequisito el curso de Transferencia de masa (IQ-4) impartido en el 8vo. Semestre. Por lo que se debe de hacer una optimización de recursos impartiendo los 12 cursos en semestres alternos, tal y como se muestra a continuación:

- Noveno semestre (semestre impar): Bioingeniería 1, Operaciones Unitarias (IQ-6), Control de Contaminantes Industriales, Diseño de Plantas, Recursos y Procesos de Centroamérica, Conservación de Energía de la Industria e Ingeniería del Azúcar
- Décimo semestre (semestre par): Introducción a la Gestión Tecnológica, Gestión Total de la Calidad, Dinámica de Procesos Químicos, Extracciones Industriales, y Operaciones y Procesos de la Industria Farmacéutica.

6.1.2. Eliminar alternativa de pre y pos-requisito

Para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química tengan la alternativa y se vean motivados a asignarse cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química; los directores de dicha escuela debe solicitar a Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería que no apruebe las solicitudes hechas por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química referente a el pre y pos-requisito que da la alternativa de cursar el noveno y décimo semestre de esta carrera en uno solo, lo cual limita el tiempo disponible para asignarse cursos optativos.

6.1.3. Ajuste de horario de clases

Se debe realizar un ajuste en el horario de clases del noveno y décimo semestre de tal forma que los cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química no se traslapen con los cursos obligatorios de la carrera.

Para lograr lo anterior, el laboratorio de Ingeniería Química 2 no se debe de impartir los días jueves sino los días sábados en la mañana del noveno semestre; e impartir el curso de Ingeniería Económica 3 los días lunes, miércoles y viernes del noveno semestre y no los días martes y jueves.

Lo cual obligara a que los estudiantes no se inclinen por la alternativa de pre y pos-requisito y se tenga mas tiempo disponible para dedicarlo a los cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química en estos últimos semestres que en su mayoría se imparten los días martes y jueves.

6.2. Reinserción de cursos optativos

En la actualidad los cursos de Operaciones y Procesos de la Industria Farmacéutica y el curso de Recursos y Procesos de Centroamérica no son impartidos; así como el curso de Ciencia de los Alimentos y Química Instrumentas. Estos cursos deben tomados nuevamente, con la finalidad de completar el currículum de estudio de la carrera de Ingeniería Química y que los estudiantes tengan la opción de especializarse en estas ramas.

6.3. Implementación de conferencias de orientación

Implementar en los primeros semestres de la carrera de Ingeniería Química conferencias de orientación sobre todo lo relacionado con esta carrera, haciendo hincapié en el perfil de egresados y en los cursos tanto obligatorios como optativos del pensum de la carrera, con el objetivo de motivar y orientar a los estudiantes a seguir los cursos administrados por la Escuela de Ingeniería Química que les serán de mayor beneficio para desempeñarse adecuadamente en el ámbito laboral.

CONCLUSIONES

1. El porcentaje de promoción para la Escuela de Ingeniería Química en el período 1996 al 2006, es de 12.25%
2. El porcentaje de Ingenieros in fferis para la Escuela de Ingeniería Química en el período 1996 al 2006, es de 22.38%.
3. El porcentaje de estudiantes de cierre para la Escuela de Ingeniería Química en el período 1996 al 2006, es de 28.15
4. En el período 1996 – 2006, la duración promedio de la carrera de Ingeniería Química es de ocho años.
5. La permanencia promedio para la Escuela de Ingeniería Química en el período 1996 – 2006, es de nueve años.
6. Los Ingenieros graduados, Ingenieros In fferis y Estudiantes de cierre de la carrera de Ingeniería Química en el período 1996 – 2006 tardaron un promedio de 6 años para cerrar pensum de estudios.
7. Los Ingenieros graduados e Ingenieros in fferis de la carrera de Ingeniería Química en el período 1996 – 2006 tardaron un promedio de seis años con 11 meses entre el tiempo de ingreso y examen general privado.

8. Los Ingenieros graduados e Ingenieros in fferis de la carrera de Ingeniería Química en el período 1996 – 2006, tardaron un promedio de un año entre el cierre de pensum y examen general privado.
9. Los Ingenieros graduados de Ingeniería Química en el período 1996 – 2006, tardaron un promedio de tres años tres meses, entre el cierre de pensum y examen general público
10. Los Ingenieros Químicos graduados en el período 1996 – 2006 tardaron un promedio de dos años cuatro meses, entre el examen general privado y el examen general público.
11. El promedio de calificaciones para la Escuela de Ingeniería Química en el período 1996 – 2006, es de 63.5 puntos.
12. El 41 % de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, cursaron alrededor de 12 a 13 cursos optativos del pensum de la carrera de Ingeniería Química
13. El 48% de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, cursaron de dos a tres cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química.
14. Más de la mitad de los cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química, y aprobados por los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de Cierre en el período 1996 – 2006, pertenecen al área complementaria, seguido por el área de operaciones unitarias y en la minoría pertenecen al área de Química.

15. El 75.27% de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, aprobaron el curso de Operaciones unitarias complementarias (IQ-6), seguido por un 38.9% que aprobaron Ingeniería del azúcar.
16. Menos del 1.5% de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, aprobaron el curso de Dinámica de procesos químicos, Extracciones industriales, Operaciones y procesos de Centroamérica y Conservación de la Energía en la Industria.
17. De los cursos optativos no administrados por la Escuela de Ingeniería Química, el 37.29% de los cursos aprobados por los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, son administrados por la Escuela de Ciencias, seguido por el 21.79% administrados por la Escuela de Mecánica Industrial y únicamente el 1.2% son administrados por la Escuela de Ciencias y Sistemas.
18. El 60% de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, aprobaron el curso de Geografía, Psicología Industrial, Filosofía de las Ciencias y Ciencias de los Materiales.
19. Del 30% al 60% de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, aprobaron Geología, Introducción a la ingeniería petrolera, Plantas de vapor, Lógica, Estadística 2, Seguridad e Higiene industrial, Matemática aplicada 2 y Mecánica analítica.
20. Entre el 10% al 30% de los Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, aprobaron los cursos de

Evaluación de proyectos, Ingeniería textil, Contabilidad 1, Administración de personal, Legislación 1, Investigación de operaciones 1, Programación de computadoras 2, Física 3, Deportes 2, Idioma técnico 1,2 y 3, Geología estructural y Refrigeración y aire acondicionado.

21. Menos del 5% de los Ingenieros graduados, Ingenieros en fieris y estudiantes de cierre en el período 1996 – 2006, aprobaron los cursos de Metalurgia y metalografía, Topografía, Ingeniería textil 2, Investigación de Operaciones 2, Física 4, Geofísica del Petróleo, Motores de combustión interna, Resistencia de los materiales 1 y 2, Materiales de Construcción, Montaje y mantenimiento de equipo y Procesos de manufactura.

RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento en el tiempo de los alumnos clasificados en los diferentes grupos, de manera de efectuar las mediciones correspondientes y mantener actualizados los indicadores de eficiencia de la educación superior, para la Escuela de Ingeniería Química.
2. La Escuela de Ingeniería Química, debe crear y contar con un sistema de información apropiado para actualizar los indicadores de eficiencia, presentados en este trabajo y obtener nuevos indicadores de la educación superior.
3. Efectuar un estudio que explore las causas del porqué se gradúan tan pocos alumnos, respecto al total de estudiantes de nuevo ingreso en la Escuela de Ingeniería Química.
4. Obtener indicadores de deserción e indicadores de rendimiento para la Escuela de Ingeniería Química, que faciliten la toma de decisiones y ayuden en la valoración de la calidad de dicha escuela.
5. Impartir los cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química en semestres alternos, con el fin de optimizar el tiempo que poseen los estudiantes para asignarse dichos cursos.
6. Realizar un ajuste en el horario de clases del noveno y décimo semestre, de tal forma que los cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería

Química se traslapen con los cursos obligatorios de la carrera de Ingeniería Química.

7. Efectuar una reinserción en el curso de Ciencia de los Alimentos y nuevamente impartir los cursos de Operaciones y Procesos de la Industria Farmacéutica y el curso de Recursos y Procesos de Centroamérica, con lo cual se logrará completar el currículum de estudio de la carrera de Ingeniería Química y los estudiantes podrán tener la opción de especializarse en estas ramas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTROAMERICANO (CSUCA). **Construyendo Criterios e Indicadores de Calidad para la Educación Superior en América Central.** Costa Rica 1997.
2. JOSÉ GINES MORA, Universidad Politécnica de Valencia. **La Calidad De La Educación Superior.** <http://www.usc.es/~calidade/doc/e-bolet%EDn%20Xaneiro%202004/opinion.htm?CAT=123&TEXTO=2130986&txtDia=4&txtMes=11&txtAnho=2003>
3. INSTITUTO INTERNACIONAL PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (IESALC). **Documento de Trabajo del Rectorado N°11/ Estudio sobre Indicadores y Costos en la Educación Superior.**
4. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, DIVISIÓN DE DESARROLLO ACADÉMICO, DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN. **Graduados en la Universidad San Carlos de Guatemala.** Guatemala 2004.
5. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA. **Catálogo de estudio 2005.** Guatemala, julio de 2005. pp. 99 – 149.

BIBLIOGRAFÍA

1. MILLER, Irwin. FREUND, John. JOHNSON, Richard. **Probabilidad y Estadística para Ingenieros**. Cuarta edición. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. Mexico 1992. pp. 187-205.
2. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, DIVISIÓN DE DESARROLLO ACADÉMICO, DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN. **Graduados en la Universidad San Carlos de Guatemala**. Guatemala 2004.
3. WALPOLE, Ronald E. MYRERS, Raymond H. **Probabilidad y Estadística para Ingenieros**. Sexta edición. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México 1999. pp. 198-236.
4. WIKIMEDIA FOUNDATION, INC . **Base de Datos**.
http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos

APÉNDICE A

BOLETA UTILIZADA PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN DE LA MUESTRA A ANALIZAR

CARNÉ: _____ CURSOS APROBADOS: _____
NOMBRE: _____ CRÉDITOS: _____
CARRERA: _____ PROMEDIO: _____

No.	Código Curso	Créditos	Nombre del Curso	Nota	Fecha
-----	-----------------	----------	------------------	------	-------

Cierre de Pensum	_____
Examen General Privado	_____
Examen General Público	_____

APÉNDICE B

Datos Calculados

Tabla VI. Número de Ingenieros Químicos graduados de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Período 1996 - 2006. Según año de ingreso

AÑO DE INGRESO	AÑO DE EGRESO											TOTAL
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1970						1						1
1971					1	1						2
1972												0
1973												0
1974												0
1975									1			1
1976												0
1977	1	1		2					1	1		6
1978				1		1			1			3
1979	2						1					3
1980		1			1							2
1981	1					2						3
1982	2	1	1		1				2			7
1983					2				1			3
1984	2	3	1	1	2				1			10
1985	1	3	2		1		1	1				9
1986	5	1	2		2	3		1		1	1	16
1987	2	3	2	5		1	1	1		1		16
1988	1	5	3	1	2		2	2		1		17
1989	3	7	5	2	1	3	1			2	1	25
1990	6	5	1	3	5	5	2	3	1			31
1991	3	7	5	6	5	3	2	6	1	2		40
1992		4	9	9	10	3	3	1	2	4		45
1993	1	1	4	5	11	8	1	7	2	2		42
1994			2	11	5	3	3	2	3	1	1	31
1995					3	4	3	8	4	5	2	29
1996					1	3	6	7	3	6	2	28
1997						2	9	10	5	1	2	29
1998							1	4	8	6	1	20
1999								1	2	7	2	12
2000										5	5	10
2001										3	2	5
Total	30	42	37	46	53	43	36	54	38	48	19	446

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla VII. Número de Ingenieros Químicos in fferis de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Período 1996 - 2006. Según año de ingreso

AÑO DE INGRESO	AÑO DE EXAMEN GENERAL PRIVADO											TOTAL
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1970												0
1971												0
1972												0
1973												0
1974												0
1975	1											1
1976												0
1977												0
1978												0
1979	1											1
1980												0
1981					2					1		3
1982												0
1983	1											1
1984			1		1		1					3
1985	1			1	1							3
1986			1									1
1987	1			1		1				1		4
1988		1		3								4
1989	5		2	2	2	1						12
1990	4	2	2	2		1	2					13
1991	3	3	2	1	1	3			1			14
1992	1	4	3	4	5	2		1	1	1		22
1993			8	4	3		1	1				17
1994			2	5	1	1	1		1	1	1	13
1995					2	1	5		2	5		15
1996					1	3	4	8	3	2		21
1997							6	4	2	5		17
1998							2	1		3		6
1999								2	2	7	1	12
2000									1	15	4	20
2001										6	4	10
Total	18	10	21	23	19	13	22	17	13	47	10	213

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla VIII. Número de estudiantes de cierre de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Período 1996 - 2006. Según año de ingreso.

AÑO DE INGRESO	AÑO DE CIERRE DE PEMSUN											TOTAL
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
1970												0
1971												0
1972												0
1973												0
1974												0
1975									1			1
1976												0
1977												0
1978												0
1979										1		1
1980		1										1
1981												0
1982		2					1					3
1983												0
1984	1					1						2
1985												0
1986	1						1					2
1987												0
1988		1										1
1989	1			1	1			1				4
1990	1	1				1	1	1	1			6
1991	1	2	1	1	1							6
1992	1	2		1	2	1						7
1993				1		2	2					5
1994							1					1
1995					1				3			4
1996					1			1	1	1		4
1997								1	2	3	1	7
1998									1	1	2	4
1999								2	1	3	2	8
2000										7	4	11
2001										6	8	14
2002											1	1
Total	6	9	1	4	6	5	6	6	10	22	17	93

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fferis y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla IX. Cuento de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ingeniería Química. Período 1996 – 2006.

Cod	Curso	Ingenieros Graduados	%	Ingenieros Inferis	%	Estudiantes de Cierre	%	Total por curso	%
ÁREA: Química									
361	Bioquímica	130	29.55	65	30.52	28	29.47	223	29.81
482	Operaciones y procesos de la industria farmacéutica	9	2.05	2	0.94	1	1.05	12	1.60
Total por área		139	11.07	67	11.61	29	12.50	235	11.77
ÁREA: Complementaria									
421	Gestión total de la calidad	127	28.86	66	30.99	24	25.26	217	29.01
432	Dinámica de procesos químicos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
433	Ingeniería del azúcar	181	41.14	80	37.55	30	31.58	291	38.90
435	Recursos y procesos de Centroamérica	26	5.91	8	3.75	1	1.05	35	4.68
437	Control de Contaminantes Industriales	29	6.59	11	5.16	3	3.16	43	5.75
442	Bioingeniería 1	101	22.95	40	18.78	12	12.63	153	20.45
470	Ciencia de los alimentos	45	10.23	8	3.76	7	7.37	60	8.02
472	Tecnología de los alimentos	87	19.77	47	22.07	17	17.90	151	20.19
484	Conservación de la energía en la industria	8	1.82	1	0.47	0	0.00	9	1.20
486	Diseño de plantas	99	22.50	47	22.07	13	13.68	159	21.25
Total por área		703	59.18	308	53.38	107	46.12	1118	55.98
ÁREA: Operaciones unitarias									
423	Extracciones industriales	0	0.00	1	0.47	0	0.00	1	1.34
425	Introducción a la gestión tecnológica	30	6.82	26	12.20	24	25.26	80	10.70
429	Operaciones unitarias complementarias IQ.6	316	71.82	175	82.16	72	75.79	563	75.27
Total por área		346	29.12	202	35.01	96	41.38	644	32.25
Total por Escuela		1188		577		232		1997	

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla X. Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela De Ingeniería Civil. Período 1996 - 2006.

Cod.	Curso	Ingenieros graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de cierre	%	Total por curso	%
AREA: Topografía y transportes									
0080	Topografía 1	5	1.14	0	0.00	4	4.21	9	1.20
Total por Área		5	1.01	0	0.00	4	3.57	9	1.06
AREA: Hidraulica									
0250	Mecánica de Fluidos	23	5.23	14	6.57	10	10.53	47	6.28
Total por Área		23	4.65	14	5.69	10	8.93	47	5.51
AREA: Planeamiento									
0030	Geografía	339	77.05	158	74.18	59	62.11	556	74.33
0706	Preparación y Evaluación de Proyectos	98	22.27	55	25.82	31	32.63	184	24.60
Total por Área		437	88.28	213	86.59	90	80.36	740	86.75
AREA: Estructuras									
0300	Resistencia de Materiales 1	25	5.68	17	7.98	6	6.32	48	6.42
0302	Resistencia de Materiales 2	2	0.45	2	0.94	2	2.11	6	0.80
Total por Área		27	5.45	19	7.72	8	7.14	54	6.33
AREA: Materiales y Construcciones civiles									
0456	Materiales de Construcción	3	0.68	0	0.00	0	0.00	3	0.40
Total por Área		3	0.61	0	0.00	0	0.00	3	0.35
Total	Por Escuela	495		246		112		853	

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

**Tabla XI. Cuento de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y
estudiantes de cierre que aprobaron cursos optativos
administrados por la Escuela de Mecánica Industrial. Período
1996 – 2006.**

Cod.	Curso	Ingenieros Graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de Cierre	%	Total	%
AREA: Ingeniería de la Producción									
0642	Seguridad e Higiene Industrial	135	30.68	75	35.21	26	27.37	236	31.55
0644	Ingeniería Textil 1	115	26.14	50	23.47	15	15.79	180	24.06
0439	Ingeniería Textil 2	9	2.05	7	3.29	1	1.05	17	2.27
Total por Área		259	27.23	132	27.27	42	19.63	433	26.26
AREA: Ingeniería Administrativa									
0020	Psicología Industrial	262	59.55	128	60.09	59	62.11	449	60.03
0650	Contabilidad 1	99	22.50	58	27.23	35	36.84	192	25.67
0652	Contabilidad 2	23	5.23	22	10.33	8	8.42	53	7.09
0658	Administración de Personal	54	12.27	29	13.62	14	14.74	97	12.97
0662	Legislación 1	134	30.45	50	23.47	25	26.32	209	27.94
Total por Área		572	60.15	287	59.30	141	65.89	1000	60.64
AREA: Métodos Cuantitativos									
0601	Investigación de Operaciones 1	105	23.86	54	25.35	26	27.37	185	24.73
0603	Investigación de Operaciones 2	15	3.41	11	5.16	5	5.26	31	4.14
Total por Área		120	12.62	65	13.43	31	14.49	216	13.10
Total por Escuela		951		484		214		1649	

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla XII. Cuento de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Ciencias. Período 1996 – 2006.

Cod.	Curso	Ingenieros graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de	%	Total por curso	%
AREA: Social Humanística									
0001	Ética Profesional	1	0.23	5	2.35	5	5.26	11	1.47
0010	Lógica	215	48.86	91	42.72	51	53.68	357	47.73
0018	Filosofía de CC	353	80.23	169	79.34	74	77.89	596	79.68
Total por Área		569	34.44	265	34.82	130	31.78	964	34.16
AREA: Matemática									
0120	Matemática Aplicada 2	165	37.50	75	35.21	27	28.42	267	35.70
0122	Matemática Aplicada 4	60	13.64	6	2.82	6	6.32	72	9.63
Total por Área		225	13.62	81	10.64	33	8.07	339	12.01
AREA: Física									
0154	Física 3	41	9.32	24	11.27	18	18.95	83	11.10
0156	Física 4	5	0.30	1	0.47	0	0.00	6	0.80
0170	Mecánica Analítica	158	35.91	84	39.44	43	45.26	285	38.10
0039	Deportes 1	165	37.50	69	32.39	42	44.21	276	36.90
0040	Deportes 2	113	25.68	38	17.84	21	22.11	172	22.99
Total por Área		482	29.18	216	28.38	124	30.32	822	29.13
AREA: Estadística									
0734	Estadística 2	198	45.00	95	44.60	44	46.32	337	45.05
Total por Área		198	11.99	95	12.48	44	10.76	337	11.94

AREA: Idioma Técnico									
0006	Idioma Técnico	55	12.5	45	21.13	30	31.57	130	17.38
0008	Idioma Técnico 2	40	9.10	26	12.21	18	18.95	84	11.23
0009	Idioma Técnico 3	26	5.91	12	5.63	12	12.63	50	6.68
0011	Idioma Técnico 4	20	4.54	8	3.76	8	8.42	36	4.81
0013	Idioma Técnico 5	3	0.68	3	1.40	2	2.11	8	10.70
0015	Idioma Técnico 6	1	0.22	0	00	1	10.53	2	0.26
Total por Área		145	8.78	94	12.53	71	26.29	310	11.61
Total por Escuela		1652		761		409		2822	

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla XIII. Cuento de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela De Ciencias y Sistemas. Período 1996 – 2006.

Cod.	Curso	Ingenieros graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de cierre	%	Total por curso	%
ÁREA: Programación									
0092	Programación de Computadoras 2	54	12.27	29	13.62	8	8.42	91	12.16
Total por Escuela		54		29		8		91	

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla XIV. Conteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por C.E.S.E.M. Período 1996 – 2006.

Cod.	Curso	Ingenieros graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de cierre	%	Total por curso	%
0450	Geología	209	47.5	97	45.54	33	34.74	339	45.32
0474	Introducción Ing. Petrolera	207	47.04	80	37.56	33	34.74	320	42.72
0476	Geología del Petroleo	78	17.72	37	17.37	12	12.63	127	16.98
0478	Petrología	52	11.82	29	13.61	12	12.63	93	12.43
0536	Perforación de Pozos 1	58	13.18	3	1.41	6	6.32	67	8.95
0538	Geofísica del petroleo	5	1.14	5	2.35	0	0.00	10	1.34
0687	Geología Estructural	52	11.82	35	16.43	17	17.89	104	13.90
Total por Escuela		661	100	286	100	113	100	1060	100

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla XV. Coteo de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por la Escuela de Mecánica. Período 1996 – 2006.

Cod.	Curso	Ingenieros graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de cierre	%	Total por curso	%
AREA: Termica									
0502	Refrigeración y Aire Acondicionado	99	22.50	33	15.49	6	6.32	138	18.45
0504	Motores de Combustion Interna	10	22.73	3	1.41	4	4.21	17	2.27
0506	Plantas de Vapor	156	35.45	86	40.38	42	44.21	284	37.97
Total por Área		265	40.96	122	38.36	52	38.52	439	39.91
AREA: Materiales de Ingenieria									
0452	Ciencia de los Materiales	348	79.09	168	78.87	76	80.00	592	79.15
0454	Metalurgia y Metalografía	24	5.45	12	5.63	2	2.11	38	5.08
0508	Montaje y Mantenimiento de Equipo	1	0.23	0	0.00	0	0.00	1	0.13
0520	Procesos de Manufactura 1	8	1.82	15	7.04	5	5.27	28	3.74
0522	Procesos de Manufactura 2	1	0.23	1	0.47	0	0.00	2	0.27
Total por Área		382	59.04	196	61.64	83	61.48	661	60.69
Total por Escuela		647		318		135		1100	

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla XVI. Cuento total por Escuela de Ingenieros Graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre, que aprobaron cursos optativos administrados por las diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería. Período 1996 – 2006.

Escuela	Ingenieros graduados	%	Ingenieros in fieris	%	Estudiantes de cierre	%	Total por curso	%
Escuela Ingeniería Civil	495	11.10	246	11.58	112	11.38	853	11.27
Escuela Mecánica Industrial	951	21.32	484	22.79	214	21.75	1649	21.79
Escuela Ciencias y Sistemas	54	1.21	29	1.37	8	0.81	91	1.20
Escuela de Ciencias	1652	37.04	761	35.83	409	41.56	2822	37.29
C.E.S.E.M.	661	14.82	286	13.47	106	10.77	1053	13.91
Departamento de Mecánica	647	14.51	318	14.97	135	13.72	1100	14.53
Total	4460		2124		984		7568	

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos de Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris yestudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

Tabla XVII. Promedio de calificaciones Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre. Período 1996-2006. Según año de ingreso.

AÑO DE INGRESO	INGENIEROS GRADUADOS	INGENIEROS IN FIERIS	ESTUDIANTES DE CIERRE	PROMEDIO TOTAL
1970	61.17			61.17
1971	62.42			62.43
1975	61.23	62.63	62.77	62.21
1977	62.55			62.55
1978	63.40			63.40
1979	61.75	59.53	58.34	60.62
1980	64.93		63.92	64.59
1981	60.95	61.26		61.11
1982	61.94		59.33	61.16
1983	64.45	61.21		63.64
1984	64.62	60.47	59.15	63.06
1985	63.49	61.74		63.06
1987	62.43	60.90		62.13
1988	62.34	61.76	60.52	62.15
1989	64.09	62.45	61.36	63.30
1990	63.37	63.41	61.54	63.16
1991	64.51	63.73	64.62	64.34
1992	64.07	62.31	65.13	63.64
1993	65.01	64.14	60.86	64.46
1994	65.12	63.40	60.11	64.51
1995	62.60	62.17	60.39	62.28
1996	64.33	63.22	60.81	63.62
1997	63.23	62.94	60.80	62.81
1998	66.56	61.96	61.98	65.03
1999	62.68	63.44	61.87	62.76
2000	63.67	64.80	63.53	64.18
2001	65.04	66.29	64.38	65.15
Total	63.89	63.17	62.45	63.50

Fuente: Elaboración propia según Base de Datos Ingenieros graduados, Ingenieros in fieris y estudiantes de cierre de EIQ. Período 1996-2006.

