

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“Diagnóstico del Mercado Laboral del
Ingeniero Químico en El Salvador”**

PRESENTADO POR

**SANDRA VERÓNICA ÁVALOS AGUIRRE
JUAN MANUEL PÉREZ GÓMEZ**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

Y

JOSÉ EDUARDO LÓPEZ RAMÍREZ

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE ALIMENTOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DE 2002

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA : DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL : LICDA. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO : ING. ANTONIO ALVARO AGUILAR ORANTES

SECRETARIO : ING. SAUL ALFONSO GRANADOS

ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA

DIRECTORA : ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO QUÍMICO**

TÍTULO:

**“Diagnóstico del Mercado Laboral del
Ingeniero Químico en El Salvador”**

PRESENTADO POR:

**SANDRA VERÓNICA ÁVALOS AGUIRRE
JUAN MANUEL PÉREZ GÓMEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTORA: M.Sc. DELMY DEL CARMEN RICO PEÑA

DOCENTE DIRECTORA: ING. TANIA TORRES RIVERA

DOCENTE DIRECTORA: ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO RODRÍGUEZ

SAN SALVADOR, JUNIO DE 2002

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO DE ALIMENTOS**

TITULO:

**“Diagnóstico del Mercado Laboral del
Ingeniero Químico en El Salvador”**

PRESENTADO POR:

JOSÉ EDUARDO LÓPEZ RAMÍREZ

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTORA: M.Sc. DELMY DEL CARMEN RICO PEÑA

DOCENTE DIRECTORA: ING. TANIA TORRES RIVERA

DOCENTE DIRECTORA: ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO RODRÍGUEZ

SAN SALVADOR, JUNIO DE 2002

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTES DIRECTORAS:

Ing. Eugenia Salvadora Gamero Rodríguez

M.Sc. Delmy del Carmen Rico Peña

Ing. Tania Torres Rivera

AGRADECIMIENTOS GENERALES

Al cuarto integrante de este grupo: Ing. Oscar Rivera. Te debemos una hermano.

A Marce y Carmen Ávalos, por su solidaria compañía.

A Carlos Ramírez por su apoyo bibliográfico.

A Mario López e Ing. Delmy Rico. Coautores del Capítulo I. Gracias.

Con admiración a Ing. Delmy del Carmen Rico Peña, por su apoyo y ejemplo.

A Ing. Eugenia Gamero e Ing. Tania Torres, por ayudarnos en el intento por hacer de este trabajo algo valioso.

A Kristhian Escobar, Lisette Recinos, Ing. Maria Teresa de Barbier, Dra. Gloria Estela Gómez de Pérez, Ing. Salvador Díaz y otros tantos amigos por su ayuda en la recolección de datos.

A nuestros maestros universitarios, guías en este viaje en busca de nuestra vocación.

A Ing. Juan Méndez Calixto por su apoyo crucial en la tarea de construir nuestro criterio.

A Quique y Carito Núñez y a su preciosa niña, a Zuley, Luisa Elena, Haydee, Quique Mendoza, Dieguy, Micha, Byron y Hector ChC, que más que compañeros de estudio han sido verdaderos amigos... cuentan con nosotros.

Y a ti que abres ahora estas páginas... el premio a nuestro esfuerzo es que este trabajo te sea útil.

AGRADECIMIENTOS

A ti, Padre Celestial, Amor de los Amores, Rey de Reyes, mi Dios y Salvador Jesucristo por estar a mi lado en cada momento de mi vida, por brindarme día a día nuevas fuerzas y alegrías para salir adelante. A ti sea la gloria y la Honra por siempre.

A mis Padres, José Manuel y Maria del Carmen, por estar conmigo siempre, por brindarme todo su amor, apoyo, comprensión y consejos los cuales me ayudaron a no desfallecer y seguir adelante. Este Triunfo profesional es de ustedes también.

A mis Hermanas Marcela, Carmen y Tania con especial dedicación, por compartir conmigo, grandes y especiales momentos, por su cariño, amor y por saber escucharme. Las quiero mucho.

A Ciro Alexander porque en todos estos años de estudio me apoyaste, me aconsejaste y estuviste siempre, porque has sido tú el instrumento que Dios ha utilizado para mostrarme que Jesucristo es el camino, la verdad y la vida. Mil Gracias.

A mis familiares Tías, Tíos, Primos, Abuelo, quienes han estado pendientes de mí y que de alguna u otra manera me han brindado su ayuda y apoyo.

A todos aquellos que me han brindado su amistad, y con los cuales he compartido grandes momentos, gracias por sus consejos, su sinceridad y sus oraciones.

A mis Compañeros Juan Manuel y José Eduardo, que más que compañeros son mis hermanos y amigos, gracias por todo. ¡¡¡Que Dios les Bendiga !!!

Sandra Verónica Ávalos Aguirre

AGRADECIMIENTOS

Para poder alcanzar una meta siempre es necesario contar con la ayuda de alguien, hoy es el momento de retribuir ese gesto, gracias a todos.....

Y para los que creen que la meta es el fin les digo que esto es solo el principio...

Doy Gracias a DIOS de quien aprendí a dedicar mi tiempo y de quien recibí estas palabras: “No Temas, Esfuérzate y se Valiente...” (Josué 1.9)

Doy gracias a ti Mamá, por estar siempre ahí en las buenas y en las no tan buenas, a Papá, a Betío, a Carmen, a Mari, Bea y Danilo por su apoyo en todo momento.

A mi tía Georgi por ser como una mamá para mí y a mis tíos, de quienes he aprendido mucho.

A Claudia por quererme y aguantarme toda esta carrera, así como a toda la familia Sorto por estar pendientes de mi.

A mi Comunidad de quienes he recibido, corrección, cariño, ejemplo y sobre todo Amor.

A Monseñor Rafael Urrutia por ser mi pastor y guía espiritual, en este camino.

A todos mis Hermanos de la iglesia: A Neto quien ayudó mucho en esta meta, así como a: Juan Antonio, Juan Carlos, Mirna, Carlos G., Ricardo, Yanira, Verónica, José Luis, Marta Dalia, Mónica, José Guillermo, Darío y Altagracia, Carlos O., Carlos F, Maria Mercedes, Mathi, Coca, Ubilito (Fa,Fa), Kristhian, Danny, Jeovany, Miguel, Nelson, la Dra., a los músicos, a mi ahijado, a Sonia y Sofía y a todos los que han estado pendientes de mis avances y de mis logros y que confiaron siempre en mi.

A mis Compañeros Sandrita y Eduardo porque, a pesar de todo, somos el mejor equipo de tesis que conozco.

A mis Amigos de siempre: Erick, Nelson, Carlos, Diego y Tony.

Gracias también a Gerardo, Micha, Carolina, Edith, Cali, Raul, Rigo y Paty por recibirme en la Universidad.

Gracias: de todos he aprendido algo y a todos dedico este esfuerzo y este triunfo que siempre será compartido con ustedes.

Juan Manuel Pérez Gómez

AGRADECIMIENTOS

“Y a Aquel que es poderoso para hacer todas las cosas mucho más abundantemente de lo que pedimos o entendemos, según el poder que actúa en nosotros, a Él sea la gloria en la Iglesia en Cristo Jesús por todas las edades, por los siglos de los siglos. Amén”

(Efesios. 3.20-21)

Por tu inmerecido Amor, por tu misericordia fresca y nueva cada vez, por mi patria a la cual voy... Abba Padre, cumple tu propósito en mí.

A mi mamá, Maria Consuelo, y a mi Abuela, Irene de Jesús, por esa valentía que me compromete, por construir el fundamento de la felicidad... por los recuerdos... por la fe.

A la Memoria de mi Padre José Mario López y a sus asesinos... *“¿Dónde está, oh muerte, tu aguijón? ¿Dónde, oh sepulcro, tu victoria?... Sorbida es la muerte en la victoria”*

(1 Corintios 15.55 y 15.54b)

A José Ricardo, por compartir conmigo tu pasión por el conocimiento, por la fortuna de contar con voz en tiempos cruciales.

A Nidia, mi compañera de viaje, mi Amor.

A mis entrañables Mario Edgar y Tania Teresa... fuertes... juntos.

A Luis, Edwin y Saúl y a la poderosa sangre que nos une.

A mi Daniela, la alegría, el futuro: *“...Vendrás sonriéndole a la vida... Limpiarás con tu risa la mañana.”*

(Canción de Presuntos de Implicados)

A mis Compañeros de labor, Sandra Verónica y Juan Manuel por ser mis amigos. Cuentan con mi amistad siempre... *Tipo Cherada.*

José Eduardo López Ramírez

RESUMEN

En esta investigación se proveen elementos de criterio para el proyecto de actualización curricular del plan de estudios 1998 de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador. Se realiza un diagnóstico del mercado laboral del Ingeniero Químico en El Salvador, con la finalidad de evaluar la disponibilidad actual de las diversas empresas de proceso químico y de organizaciones relacionadas con la contratación de Ingenieros Químicos; así como de cuantificar la oferta de profesionales en el mercado, e identificar las fortalezas y debilidades de la formación académica de los mismos.

Se caracteriza el mercado y se evalúa la aceptación de Ingenieros Químicos graduados de la Universidad de El Salvador.

El estudio que se realizó es una investigación social de tipo concluyente y de nivel descriptivo cuyos datos provienen de un análisis SURVEY. El estudio se diseñó en base a un marco muestral de:

- 753 Graduados entre 1970 y 2001 de tres universidades salvadoreñas: 19 graduados de Doctorado en Química Industrial, 36 graduados de Licenciatura en Química Industrial y 298 Ingenieros Químicos de la Universidad de El Salvador; 344 graduados de Ingeniería Química de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas y 57 graduados de Ingeniería Química de la Universidad Politécnica de El Salvador. No se contabilizaron los Ingenieros Químicos graduados en universidades extranjeras que se encuentran activos en el mercado laboral salvadoreño debido, entre otros factores, a que un porcentaje importante de ellos no se encuentran incorporados y registrados en las instancias gubernamentales correspondientes. La muestra se divide en dos estratos: Hombre, Mujer.
- 390 Empresas de proceso químico y organizaciones relacionados con la industria del proceso químico, provenientes del Registro de Empresas e Instituciones de DIGESTYC (Dirección General de Estadísticas y Censos). Tomando como Estratos: los Sectores Manufactura, Comercio, Servicios, ONG, OG, y como substratos el tamaño de la empresa: Grande, Mediana, Pequeña (según número de empleados).

En ambos casos se recolectaron muestras estadísticamente significativas, es decir, que los resultados obtenidos son proyectables a las poblaciones con un nivel de confianza del 90% para una muestra de profesionales de 102 y una muestra de empresas de 136.

De los resultados obtenidos se tiene que solo cerca del $39.82 \pm 13.27\%$ de las empresas del proceso químico o relacionadas contratan Ingenieros Químicos en El Salvador, la gran empresa manufacturera emplea al 53 % estos profesionales, el sector servicios es el segundo por su importancia en la contratación de Ingenieros Químicos, principalmente graduados de la UES. El dominio del idioma inglés, el manejo de software y el conocimiento sobre técnicas de comunicación oral y escrita mejoran la expectativa de contratación. Los estudios de post-grado no mejoran la expectativa de contratación pero sí la calidad del empleo. El mercado laboral prefiere profesionales jóvenes con edades alrededor de 35 ± 6 años. Cerca del 76% de los Ingenieros Químicos obtuvieron su primer empleo antes de graduarse. El género no determina la expectativa de empleo pero sí los roles profesionales que se desempeñan. Existen profesionales formados en otras disciplinas universitarias que se encuentran desempeñando cargos en los mismos segmentos del mercado laboral del Ingeniero Químico, éstos son principalmente: Ingenieros Industriales, Licenciados en Química y Farmacia y Licenciados en Química.

Las asignaturas más importantes para el desempeño profesional del Ingeniero Químico corresponden al área diferenciada del plan de estudios; el fortalecimiento de la formación académica en estas áreas puede establecer una ventaja diferencial vs. los profesionales que compiten en los mismos segmentos del mercado laboral.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INTRODUCCIÓN	1
1.0 ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA	2
1.1 EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA	6
1.2 LA INGENIERÍA QUÍMICA Y SU INCLUSIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR	8
1.3 RELACIÓN ENTRE LOS MOMENTOS HISTÓRICOS DE LA INDUSTRIA Y LA INGENIERÍA QUÍMICA	12
1.4 PANORAMA ACTUAL DE LA INGENIERÍA EN EL MUNDO. APARICIÓN DE NUEVOS PARADIGMAS	19
1.5 LA INGENIERÍA QUÍMICA EN EL SALVADOR.	22
1.5.1 Industria del Proceso Químico: Evolución Histórica en el Salvador	23
1.5.2 Enseñanza de la Ingeniería Química en El Salvador.	31
2.0 PLANEACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DEL MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO	39
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	39
2.1.1 Caracterización de la Investigación	39
2.1.2 Objetivos de la Investigación	39
2.1.3 Hipótesis de la Investigación	40
2.1.4 Justificación de la Investigación	40
2.1.5 Necesidad de Información	41

2.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN UTILIZADOS.	41
2.3 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO DEL MERCADO LABORAL	45
2.3.1 Investigación Tipo Survey	45
2.3.2 Definición de la Población	46
2.3.3 Definición del Marco Muestral	48
2.3.4 Selección del Tamaño de la Muestra	48
<i>Muestra de Profesionales en Ingeniería Química.</i>	
a) Marco Muestral	48
b) Selección de la Muestra	48
c) Proporción por Estrato	50
d) Varianza por Estrato	50
e) Determinación de Tamaño de Muestra	50
f) Distribución de la Muestra en Cada Estrato	51
<i>Muestra de Empresas</i>	
a) Marco Muestral	51
b) Selección de la Muestra	52
c) Proporción por Estrato	54
d) Varianza por Estrato	55
e) Determinación de Tamaño de Muestra	56
f) Distribución de la Muestra en Cada Estrato	56
3.0 RECOLECCIÓN Y TABULACIÓN DE DATOS DEL DIAGNÓSTICO DEL MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO	59
3.1 DATOS RECOLECTADOS DE LA ENCUESTA DE LOS PROFESIONALES EN INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Y OTRAS UNIVERSIDADES.	59
3.1.1 Información general de estudios realizados por los profesionales encuestados de Ingeniería Química	59
3.1.2 Empleo y fuentes de empleo de los profesionales en Ingeniería Química	65

3.1.3 Planes de estudio y conocimientos adicionales de los profesionales en Ingeniería Química encuestados	77
3.1.4 Tipos de profesionales que laboran en los mismos segmentos del mercado laboral del ingeniero químico	90
3.2 DATOS RECOLECTADOS DE LA ENCUESTA A EMPRESAS RELACIONADOS AL PROCESO QUÍMICO EN EL SALVADOR	94
3.2.1 Información general de las empresas encuestadas (tipo de empresa y rubro)	94
3.2.2 Ingenieros Químicos ubicados por sectores de empleo	100
3.2.3 Tipos de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico por actividad laboral.	129
4.0 ANÁLISIS DE DATOS DEL DIAGNÓSTICO DEL MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO EN EL SALVADOR	136
4.1 INTRODUCCIÓN	136
4.2 MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO EN EL SALVADOR	137
4.2.1 Situación laboral actual de los Ingenieros Químicos	137
4.2.2 Distribución de los Ingenieros Químicos, según universidad de procedencia	141
4.2.3 Preferencia de contratación de Ingenieros Químicos según el grado de especialización profesional.	145
4.2.4 Edad como factor para la contratación de los Ingenieros Químicos	145
4.2.5 Preferencia de contratación de los Ingenieros Químicos por género	150
4.3 FORMACIÓN ACADÉMICA DEL INGENIERO QUÍMICO EN EL SALVADOR	155
4.3.1 Prioridad de las áreas que integran el pensum de Ingeniería Química	155

4.3.2	Conocimientos adicionales de los profesionales de Ingeniería Química en El Salvador	160
4.3.3	Competencia profesional de los Ingenieros Químicos en El mercado laboral de El Salvador	166
5.0	OBSERVACIONES	179
6.0	CONCLUSIONES	188
7.0	RECOMENDACIONES.	190
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS	193
	ANEXOS	197

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

No	TITULO	PAGINA
Cuadro 1.1	Evolución histórica de la Industria Química en relación a las y actividades Industriales estratégicas desde la revolución industrial	4
Tabla 1.0	Acontecimientos Trascendentales en la Dinámica de la Industria y la Ingeniería Química	14
Cuadro 1.2	Producto Interno Bruto de la Industria Manufacturera por Rama de la Actividad Económica (A Precios constantes de 1990)	30
Cuadro 2.1	Profesionales de Ingeniería Química de Diferentes Universidades de El Salvador Graduados entre 1970 y 2001.	49
Cuadro 2.2	Organizaciones Empresariales e Instituciones Relacionadas con el campo de acción del Ingeniero Químico	53
Cuadro 2.3	Estratos definidos de la población con sus respectivos tamaños.	54
Cuadro 2.4	Tamaño de muestra por error con sus respectivos tiempos (total e individual).	57
Cuadro 2.5	Tamaño muestral definido por estratos y sus porcentajes de participación para un error del 10%.	58
Cuadro 3.1	Distribución de los profesionales encuestados según universidad de graduación y género.	60
Cuadro 3.2	Distribución de los profesionales encuestados según año de graduación	61
Cuadro 3.3	Distribución de los profesionales encuestados según grado de especialización académica y género.	62
Cuadro 3.4	Distribución por tipo de postgrado estudiado y género	63
Cuadro 3.5	Principales áreas de especialización de los profesionales que han realizado estudios de post-grado.	65
Cuadro 3.6	Obtención del primer empleo profesional. Distribución por género.	66
Cuadro 3.7	Obtención del primer empleo profesional. Distribución por universidad de procedencia	67
Cuadro 3.8	Principales cargos que desempeñan los Profesionales en	

Ingeniería Química dentro del campo laboral..	68
Cuadro 3.9 Número de empleos profesionales que los Ingenieros Químicos encuestados han desempeñado durante su trayectoria laboral	70
Cuadro 3.10 Historial de áreas de trabajo y grados de responsabilidad de los profesionales encuestados.	72
Cuadro 3.11 Situación de empleo de los Ingenieros Químicos encuestados. Distribución por género.	74
Cuadro 3.12 Profesionales de Ingeniería Química encuestados que actualmente desempeñan más de un empleo.	75
Cuadro 3.13 Cargos que desempeñan los Ingenieros Químicos en su segundo empleo. Distribución por género	76
Cuadro 3.14 Orden de prioridad de las principales asignaturas del plan curricular de Ingeniería Química	78
Cuadro 3.15 Conocimientos adicionales que los Ingenieros Químicos encuestados consideran como indispensables o deseables, y cuáles de ellos dominan.	86
Cuadro 3.89 Especificación de otros conocimientos que los Ingenieros Químicos encuestados consideran como indispensables o deseables, y cuáles de ellos dominan	89
Cuadro 3.17 Principales profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado laboral	91
Cuadro 3.18 Nivel de satisfacción de los Ingenieros Químicos respecto a su carrera profesional.	93
Cuadro 3.19 Empresas encuestadas por sector y tamaño	94
Cuadro 3.20 Clasificación por sector y tamaño de las empresas de manufactura encuestadas	96
Cuadro 3.21 Clasificación por sector y tamaño de las empresas de comercio encuestadas	97
Cuadro 3.22 Clasificación por sector y tamaño de las empresas de servicios encuestadas	98
Cuadro 3.23 Clasificación ONG y OG encuestadas	98

Cuadro 3.24 Empresas encuestadas en las que laboran		
Ingenieros Químicos por sector y tamaño	. . .	99
Cuadro 3.25 Forma en la que se distribuyen los Ingenieros Químicos		
graduados de la UES en las instituciones empleadoras encuestadas.	. . .	101
Cuadro 3.26 Forma en la que se distribuyen los Ingenieros Químicos graduados de otras		
Universidades en las organizaciones empleadoras encuestadas	. . .	103
Cuadro 3.27 Áreas en las que se desempeñan los Ingenieros Químicos según las		
instituciones contratantes. Distribución por tamaño	. . . . .	105
Cuadro 3.28 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las		
empresas manufactureras encuestadas. Distribución por tamaño	. . . . .	106
Cuadro 3.29 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las		
empresas de comercio encuestadas. Distribución por tamaño	. . . . .	107
Cuadro 3.30 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las		
empresas de servicios encuestadas. Distribución por tamaño.	. . . . .	108
Cuadro 3.31 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las		
ONG's y OG's encuestadas	. . . . .	109
Cuadro 3.32 Preferencia por profesionales con estudios de post-grado	. . . . .	109
Cuadro 3.33 Áreas de estudios de post-grado prioritarias para las instituciones		
encuestadas	. . . . .	110
Cuadro 3.34. Importancia de los conocimientos administrativos.		
Distribución por sector y tamaño	. . . . .	111
Cuadro 3.35 Importancia de los conocimientos de comercialización.		
Distribución por sector y tamaño	. . . . .	112
Cuadro 3.36 Importancia del dominio del idioma inglés.		
Distribución por sector y tamaño	. . . . .	113
Cuadro 3.37 Importancia del dominio de otros idiomas.		
Distribución por sector y tamaño	. . . . .	114
Cuadro 3.38 Importancia del manejo de software.		
Distribución por sector y tamaño	. . . . .	115
Cuadro 3.39 Importancia de la programación de computadoras.		
Distribución por sector y tamaño	. . . . .	116

Cuadro 3.40	Importancia de la ortografía y la redacción.	
	Distribución por sector y tamaño	117
Cuadro 3.41	Importancia de la habilidad de hablar en público.	
	Distribución por sector y tamaño	118
Cuadro 3.42	Número de empresas (por sector y tamaño) que consideran la edad del Ingeniero Químico como factor importante para su contratación .	123
Cuadro 3.43	Edad máxima de contratación de los Ingenieros Químicos, según las empresas encuestadas	125
Cuadro 3.44	Especificación de géneros por áreas para las empresas encuestadas. (Sector Manufactura)	127
Cuadro 3.45	Especificación de géneros por áreas específicas, para las empresas Encuestadas (Sector Comercio)	128
Cuadro 3.46	Especificación de géneros por áreas específicas, para las empresas Encuestadas (Sector Servicios).	128
Cuadro 3.47a	Nomenclatura aplicada para clasificar las áreas de desempeño .	129
Cuadro 3.47	Distribución de los profesionales, según áreas de trabajo En las empresas encuestadas del Sector Manufactura	130
Cuadro 3.48	Distribución de los profesionales, según áreas de trabajo En las empresas encuestadas del Sector Comercio	130
Cuadro 3.49	Distribución de los profesionales, según áreas de trabajo En las empresas encuestadas del Sector Servicio	133
Cuadro 3.50	Tipos de Profesionales que se Desempeñan según Áreas, en las Instituciones Gubernamentales y No-Gubernamentales encuestadas .	134
Cuadro 4.1	Clasificación de Empresas de la muestra que contratan Ingenieros Químicos según Sector y Tamaño.	138
Cuadro 4.2	Clasificación de Empresas de la población que contratan Ingenieros Químicos según Sector y Tamaño	139
Cuadro 4.3	Clasificación de empresas encuestadas que contratan Ingenieros Químicos de la UES según sector y tamaño	141
Cuadro 4.4	Clasificación de empresas de la población que contratan Ingenieros Químicos de la UES según sector y tamaño	142

Cuadro 4.5 Clasificación de empresas encuestadas que contratan Ingenieros Químicos de otras Universidades (UCA, UPES y universidades extranjeras) según sector y tamaño	142
Cuadro 4.6 Clasificación de empresas de la población que contratan Ingenieros Químicos de otras Universidades (UCA, UPES y Universidades extranjeras) según sector y tamaño	143
Cuadro 4.7 Edad como factor para la contratación de los Ingenieros Químicos	147
Cuadro 4.8 Preferencia de contratación por genero (Sector Manufactura)	150
Cuadro 4.9 Preferencia de contratación por genero (Sector Comercio)	150
Cuadro 4.10 Preferencia de contratación por genero (Sector Servicio)	151
Cuadro 4.11 Determinación de orden de Importancia de áreas que constituyen el plan de estudios de Ingeniería Química (Escalamiento Tipo Likert)	158
Cuadro 4.12 Evaluación de la importancia de algunas áreas del Plan de estudios de Ingeniería Química.	159
Cuadro 4.13 Conocimientos Adicionales que los Ingenieros Químicos consideran Importantes en el mercado laboral	163
Cuadro 4.14 Conocimientos y Destrezas adicionales y su importancia según los Ingenieros Químicos.	164
Cuadro 4.15 Conocimientos, Destrezas adicionales y su importancia según las Instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos.	165
Cuadro 4.16 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico En el área de producción	168
Cuadro 4.17 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico En el área de gestión de calidad	168
Cuadro 4.18 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico En el área de gestión de medio ambiente	169
Cuadro 4.19 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico En el área de ventas técnicas	169
Cuadro 4.20 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico En el área aseguramiento de la calidad.	170

ÍNDICE DE FIGURAS

No	TITULO DE FIGURA	PAGINA
1.1	Participación de los productos producidos biotecnológicamente en el mercado mundial	21
1.2	Aporte promedio al PIB en los sectores industrial, comercio y agrícola .	27
1.3	Aporte al PIB del sector Industrial entre 1994 y 1999	27
1.4	Crecimiento del Sector Industrial entre 1994 y 1999	28
1.5	Exportaciones Industriales (porcentaje de Exportaciones Totales). .	28
1.6	Salarios Totales por Actividad Económica	29
3.1	Distribución de los profesionales encuestados según universidad de graduación y género	60
3.2	Distribución de los profesionales encuestados según año de graduación .	61
3.3	Distribución de los profesionales encuestados según grado de especialización académica y género	63
3.4	Distribución por tipo de Post-grado estudiado y género (profesionales que contestaron afirmativamente pregunta No 3)	64
3.5	Obtención del primer empleo profesional. Distribución por género .	66
3.6	Obtención del primer empleo profesional. Distribución por universidad de procedencia	67
3.7	Principales cargos que desempeñan los profesionales en Ingeniería Química dentro del campo laboral	69
3.8	Número de empleos profesionales encuestados que los Ingenieros Químicos Encuestados han desempeñado durante su trayectoria laboral . . .	71
3.9	Cargos desempeñados con mayor frecuencia por los Ingenieros Químicos encuestados en su trayectoria en el mercado laboral . . .	73
3.10	Situación de empleo de los Ingenieros Químicos encuestados. Distribución por género.	74

3.11	Profesionales de Ingeniería Química que actualmente desempeñan mas de un empleo según la muestra	75
3.12	Cargos que desempeñan los Ingenieros Químicos en su segundo empleo. Distribución por género	76
3.13	Nivel de importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Fisicoquímica, según los profesionales encuestados.	79
3.14	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Termodinámica, según los profesionales encuestados	79
3.15	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Balance de Materia y Energía, según los profesionales encuestados	80
3.16	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Procesos Unitarios, según los profesionales encuestados	81
3.17	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Operaciones Unitarias, según los profesionales encuestados	81
3.18	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área de Ingeniería de Procesos Industriales, según los profesionales encuestados	82
3.19	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área de Análisis Químico, según los profesionales encuestados	82
3.20	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área Programación y Manejo de Software, según los profesionales encuestados	83
3.21	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área Humanística / Social, según los profesionales encuestados	83
3.22	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área Microbiología/ Bioquímica, según los profesionales encuestados	84
3.23	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área Económica/ Administrativa, según los Profesionales encuestados	84
3.24	Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área Investigación y Formulación de Proyectos, según la población encuestada	85

3.25	Conocimientos Adicionales que los Ingenieros Químicos, encuestados consideran que deben ser Indispensables o deseables y cuales de ellos dominan	87
3.26	Especificación de otros tipos de Conocimientos que los Ingenieros Químicos encuestados consideran que deben ser Indispensables o deseables y cuales de ellos dominan	88
3.27	Principales profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado laboral	92
3.28	Nivel de satisfacción de los Ingenieros Químicos respecto a su carrera profesional	93
3.29	Empresas encuestadas por Sector y Tamaño	95
3.30	Distribución de las organizaciones encuestadas por sector y tamaño	100
3.31	Distribución de Ingenieros Químicos de la UES empleados por sector de las empresas encuestadas	101
3.32	Distribución de Ingenieros Químicos de la UES empleados según tamaño de las empresas encuestadas	101
3.33	Distribución por sector de los Ingenieros Químicos de universidades distintas a la UES empleados en las empresas encuestadas	103
3.34	Distribución por sector de los Ingenieros Químicos de universidades diferentes a la UES empleados en las empresas encuestadas (clasificación por tamaño)	104
3.35	Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo En las instituciones encuestadas	105
3.36	Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo en las empresas manufactureras encuestadas	106
3.37	Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo en las empresas de comercio encuestadas	107
3.38	Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo en las empresas de servicios encuestadas	108
3.39	Importancia de la especialización para acceder a empleo en las empresas encuestadas que han contratado Ingenieros Químicos	110

3.40	Importancia de los conocimientos administrativos. Distribución por por sector	119
3.41	Importancia de los conocimientos en comercialización. Distribución por sector	119
3.42	Importancia del dominio del idioma inglés según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector . . .	120
3.43	Importancia del dominio de otros idiomas según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector . . .	120
3.44.	Importancia de los conocimientos en manejo de software según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector.	121
3.45.	Importancia de los conocimientos de programación de computadoras según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector	121
3.46.	Importancia de los conocimientos de ortografía y redacción según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector.	122
3.47.	Importancia de la habilidad para hablar en público según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector .	122
3.48.	Importancia de la edad en la contratación de Ingenieros Químicos . . .	124
3.49	Edad máxima aceptable para la contratación de Ingenieros Químicos en el total de instituciones empleadoras	126
3.50	Tipos de Profesionales que laboran en las empresas manufactureras encuestadas (totales de las diferentes áreas)	132
3.51.	Tipos de Profesionales que laboran en las empresas de comercio encuestadas (totales de las diferentes áreas)	132
3.52	Tipos de Profesionales que laboran en las empresas de servicios encuestadas (totales de las diferentes áreas)	133
3.53	Tipos de profesionales que laboran en las ONG's y OG's encuestadas (totales de las diferentes áreas)	134
4.1	Situación de Empleo de los Ingenieros Químicos encuestados . . .	137
4.2	Distribución de Empresas encuestadas por Sector (Muestra) . . .	138

4.3	Distribución por Sector de Subgrupo de empresas encuestadas que Afirmaron emplear Ingenieros Químicos	139
4.4	Manera en que se distribuyen los Ingenieros Químicos en El Subgrupo de empresas empleadoras	140
4.5	Distribución de los Ingenieros Químicos graduados de la UES Empleados por sector y tamaño	143
4.6	Distribución de los Ingenieros Químicos graduados de otras Universidades Empleados por sector y tamaño	144
4.7	Edad máxima aceptable de contratación	146
4.8	La edad como factor determinante en la contratación del Ingeniero Químico	148
4.9	Obtención del primer empleo Profesional según género	149
4.10	Obtención del primer empleo según Universidad de procedencia (Muestra)	149
4.11	Preferencia de contratación por genero (Sector Manufactura)	151
4.12	Preferencia de contratación por genero (Sector Comercio)	152
4.13	Preferencia de contratación por genero (Sector Servicio)	153
4.14	Principales Conocimientos que los Ingenieros Químicos dominan	162
4.15	Principales Destrezas y otros tipos de conocimientos que los Ingenieros Químicos dominan	162
4.16	Tipos de profesionales que laboran en el área de producción, según los Ingenieros Químicos encuestados	174
4.17	Tipos de profesionales que laboran en el área de producción, según las Instituciones empleadoras	174
4.18	Tipos de profesionales que laboran en el área de aseguramientos de calidad, según los Ingenieros Químicos encuestados	175
4.19	Tipos de profesionales que laboran en el área de aseguramiento de calidad, según las Instituciones empleadoras.	175
4.20	Tipos de profesionales que laboran en el área de Gestión de calidad, según los Ingenieros Químicos encuestados	176
4.21	Tipos de profesionales que laboran en el área de Gestión de calidad, según las Instituciones empleadoras	176

4.22	Tipos de profesionales que laboran en el área de aseguramientos de calidad, según los Ingenieros Químicos encuestados	177
4.23	Tipos de profesionales que laboran en el área de Gestión de Medio Ambiente, según las Instituciones empleadoras.	177
4.24	Tipos de profesionales que laboran en el área de Ventas, según los Ingenieros Químicos encuestados	178
4.25	Tipos de profesionales que laboran en el área de Ventas, según las Instituciones empleadoras.	178
5.1	Diagrama causa-efecto de las principales causas que intervienen en el Mercado laboral del Ingeniero Químico en El Salvador	183
5.2	Diagrama causa-efecto de los factores de preferencia de contratación de los Ingenieros Químicos por parte de las Instituciones empleadoras en El Salvador	184
5.3	Diagrama causa-efecto de factores de la situación actual de empleo de los Ingenieros Químicos en El Salvador	185
5.4	Diagrama causa-efecto de los factores principales de los conocimientos Y destrezas adicionales de los Ingenieros Químicos en El Salvador	186
5.5	Diagrama causa-efecto de los factores de la competencia profesional en el Mercado laboral del Ingeniero Químico en El Salvador	187

ÍNDICE DE ANEXOS

No	TITULO DE ANEXO	PAGINA
Anexo I	Documento “Ingeniería Química: Escenario Futuro y Dos Nuevos Paradigmas	198
Anexo IIa	Teoría sobre el diseño de instrumentos de recolección de datos .	211
Anexo IIb	Instrumentos de recolección de datos.	214
Anexo IIIa	Ingenieros Químicos graduados o incorporados en universidades nacionales hasta año 2000	225
Anexo IIIb	Listado de empresas relacionadas con la Industria de Proceso Químico en El Salvador, según selección a partir de censo de 1999 de la Dirección General De Estadísticas y Censos . .	229
Anexo IV	Cálculo de parámetros estadísticos aplicados en el análisis de datos	259
Anexo V	Ejemplo de calculo: Estimación estadística de intervalos de confianza poblacionales para el género como factor de contratación de los Ingenieros Químicos	263
Anexo VI	Planes de estudio: 1967, 1973, 1978, 1978R y 1998 De la carrera de Ingeniería Química. (referencia: archivos de la Escuela de Ingeniería Química, FIA. UES)	269

1.0 ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA

La Ingeniería Química, como disciplina universitaria, nace ligada al desarrollo industrial que se registró en Occidente durante el primer lustro del siglo XX. Su aparición responde a la necesidad de fortalecer la aplicación práctica de la química, empatando los avances teóricos de esta ciencia con la posibilidad de producir bienes de consumo final de manera masiva. En un contexto en el que la apuesta de la política industrial de Europa y los Estados Unidos, era la formación de infraestructura para la industria pesada, la Ingeniería Química representaba la materialización de la tecnología aplicada. Las escuelas de las ciencias químicas resolvían de esta manera la vieja discusión metodológica entre una epistemología deductiva, con una importante base matemática, más cercana a la formación dentro del aula universitaria; y una epistemología inductiva, en la que la experimentación y la reflexión teórica estuviera ejercida desde el espacio industrial y dirigida a resolver problemas a los que se enfrentaban los estados nacionales y los sectores productivos de los países industrializados. En este sentido el tinte de la carrera Ingeniería Química estuvo relacionado, desde sus inicios, a proyectos industriales concretos, relacionados a una planeación estatal para el desarrollo (Pafko, 1998).

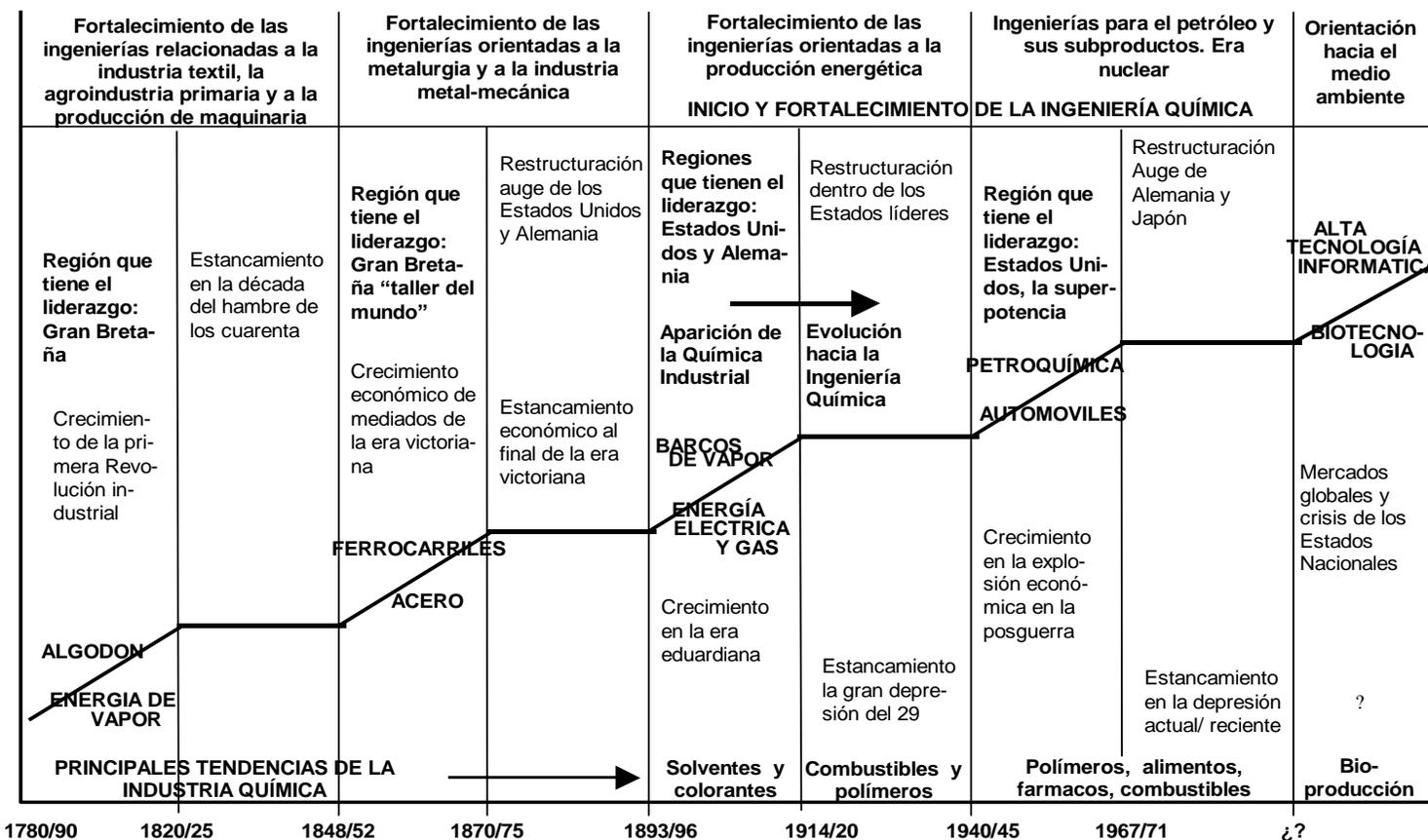
Si bien, el punto de partida de la industria química se ubica a partir de la Revolución Industrial de fines del siglo XVIII, el desarrollo de las diversas ciencias exactas relacionadas ella, ha registrado una suerte de relevo disciplinar, según la aparición de actividades industriales estratégicas en el mundo (ver Cuadro 1.1). Así, a inicios de la Revolución Industrial (1780) cuando el algodón y la energía de vapor representaban los ejes productivos más importantes del sistema capitalista, cuya zona central era Inglaterra, se fortalecieron las ingenierías relacionadas con la agroindustria y la mecánica. La metalurgia surge con la aparición de la industria del acero y los ferrocarriles a mediados del siglo XIX. La electricidad y el gas se ubican como los motores fundamentales del desarrollo industrial capitalista entre los años 1893 y 1920, y dan cuenta de la aparición

de dos nuevos centros de poder económico que desplazarán a Gran Bretaña y serán los contendientes por la disputa del poder mundial durante el siglo XX: Alemania y los Estados Unidos (López, 2001).

Es precisamente con la aparición de estos dos nuevos espacios de poder (Alemania y los Estados Unidos de Norteamérica) con los que la Ingeniería Química tomará forma, y a continuación transitará hacia la industria del petróleo y sus derivados, así como a la generación de insumos para la industria automovilística. Paralelo al fortalecimiento de Alemania y los Estados Unidos, en la década de 1930, se establece en América Latina, y en algunas regiones de África y Oriente Medio, el modelo de sustitución de importaciones, el cual planteó un esquema nacionalista alternativo a la política industrial de las grandes potencias, y después de la segunda guerra mundial, a la política de superpotencia estadounidense. La práctica de la Ingeniería Química conocerá, entonces, facetas propias dentro de políticas de desarrollo nacional promovidas desde países del llamado Tercer Mundo (López, 2001).

El momento de auge industrial de la Ingeniería Química -a la que pudiéramos llamar "clásica" se encuentra, en términos mundiales, entre 1945 y hasta finales de la década de 1970, periodo en que se registra la producción masiva de productos intensivos en procesos químicos. La finalización del auge industrial con base en la química (1978-79) se corresponde, históricamente, a un cambio general en la manera de organizar la producción industrial del mundo, el cual impactará inevitablemente a la Ingeniería Química: se trata de la aparición de grandes compañías transnacionales capaces de disputar el poder con los propios Estados, la globalización de la pobreza y la conciencia sobre el impacto del paradigma industrial de occidente sobre el medio ambiente del mundo (López, 2001).

Cuadro 1.1 Evolución histórica de la Industria Química en relación a las actividades industriales estratégicas desde la Revolución Industrial



Construido a partir de: "Geografía política. Economía-mundo, Estado-Nación y localidad", Peter Taylor, Edit. Trama, 1994

El punto de ruptura del modelo de organización industrial tradicional, basada en la iniciativa propiamente de los gobiernos, es la crisis mundial del petróleo de los años 1970. Esta crisis será la génesis de la aparición de poderosos grupos financieros que abrirá paso a la globalización. En el inicio de la crisis petrolera, el aumento de los precios mundiales del petróleo fue parte de una especie de reivindicación por los países productores de Oriente y América Latina. No obstante, el rumbo final fue otro, ya que la reacción nacionalista de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), terminó fortaleciendo a las grandes empresas petroleras que transformaban el crudo (López, 2001).

Además del hecho de fortalecer a las gigantescas compañías petroleras, el aumento en el precio del petróleo profundizó la crisis económica en muchos países débiles. Con las exageradas ganancias de las compañías procesadoras, comenzaron a aparecer los primeros grupos financieros que basaron su actividad en giros especulativos. También se fortaleció el fenómeno de grandes circuitos industriales globalizados que –originalmente entrelazados a procesos de desarrollo nacionalista- encontraron causas independientes al Estado nacional. Ya a principios de la década de 1980 el panorama mundial presentaba importantes transformaciones: inicio de las crisis de los Estados y la poderosa consolidación financiera de las grandes compañías transnacionales que dominaban el mercado mundial (López, 2001).

La industrialización del siglo XX, aunada al avance tecnológico, mostró también a inicios de la década de 1980, una tendencia advertida desde los primeros movimientos ambientalistas de los años 1950 y 1960: el impacto negativo de la industria sobre el medio ambiente y la salud humana. Este hecho representó un impacto importante en la industria química que comenzó a afrontar serios cuestionamientos como paradigma industrial, dentro de las propias sociedades de los países desarrollados, generando una tensa discusión sobre modelos de producción limpios y sustentables. Es partir de estos

fenómenos de transformación industrial y readecuación global del capitalismo, que la Ingeniería Química ha comenzado a replantearse desde sus referencias a los procesos de producción globalizados, pero también desde las alternativas regionales que pueden surgir como respuesta a la exclusión del mercado internacional. A esto también responde la influencia de la biotecnología y la alta tecnología informática sobre la Ingeniería Química (ver Tabla 1.0).

1.1 EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA

Como se ha tratado de demostrar en la Sección 1.0, la línea evolutiva de la ciencia química ligada a la industria, ha estado relacionada con una marcada tendencia hacia la economía mercantil. Los procesos químicos comienzan a sistematizarse con el fin de producir insumos para la industria en grandes cantidades de mercancías para el consumo final. Uno de los sectores más dinámicos para el subsecuente desarrollo de la industria química a principios del siglo XIX en Europa, fue la industria que inicialmente desarrolló la tecnología química de los colorantes. En los años finales de dicho siglo, cuando aún no existía formalmente la Ingeniería Química como carrera universitaria, estos productos eran principalmente químicos para blanqueo, teñido y limpieza de fibras para la industria textil (Pafko, 1998).

La producción de grandes cantidades de ácido sulfúrico permitió el desarrollo de lo que podría llamarse la primera industria química, posteriormente lo fueron los álcalis y la soda ash, también para aplicación textil (Pafko, 1998).

En el marco de la primera guerra mundial, la industria de colorantes sintéticos hizo trabajo pionero en el desarrollo de explosivos, medicamentos, materiales sintéticos y gases venenosos. Fue principalmente Alemania el país que realizó, en esa época, las inversiones más significativas para el desarrollo e investigación de nuevos y mejores procesos. Por ejemplo, la empresa BASF usó por primera vez el método de contacto para

la producción de ácido sulfúrico y desarrolló el proceso de Haber-Bosch para la síntesis de amoníaco por combinación directa de nitrógeno e hidrógeno, proceso que por primera vez utilizó gases a altas presiones y temperaturas y requirió plantas especializadas y gran capital (Pafko, 1998).

La producción en serie de automotores de combustión interna (1919) creó nuevas necesidades que orientaron la investigación para el desarrollo de técnicas de explotación masiva de combustibles y posteriormente de síntesis materiales derivados del petróleo. Este fue el principal motor para el desarrollo de la industria moderna del proceso químico en los Estados Unidos de Norteamérica donde una de las más grandes industrias de combustibles, ESSO Standard Oil, se enfrentó con la falta de preparación y conocimientos que demandaba la creciente popularización de los automóviles con motores de combustión interna que estaban siendo producidos masivamente por Henry Ford. El reto era superar el desempeño de las plantas del primitivo proceso de cracking térmico. El cambio subsecuente más importante en esta industria se dió en 1945 cuando se introdujo la técnica de cracking catalítico en lecho fluidizado, técnica que posteriormente se incorporó a otros procesos químicos de producción en áreas como la metalurgia. Una "segunda innovación" en la industria de refinación de petróleo fue la reforma catalítica para convertir naftenos de octanaje muy bajo y parafinas en aromáticos de alto octanaje, como benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos, materiales sustitutos de tetraetilo de plomo (Tapias, 1999, ver ANEXO I).

Luego de la primera guerra mundial (1914 - 1920), durante la depresión económica, la Ingeniería Química se orientó a hacer autosuficientes a los países en los productos tradicionales del mercado y fué en la década de los treinta que se logró desarrollar como industria la producción de polímeros sintéticos, hecho sumamente importante tanto por el aumento en la demanda de este tipo de materiales durante la segunda guerra mundial (1936 – 1944) y mucho más importante en la post-guerra. Los polímeros cambiaron la

utilización tradicional de materiales para el hábitat humano, principalmente en las grandes urbes que aparecieron después de la segunda guerra mundial. De 1945 a 1980 el paradigma industrial de la industria química del mundo tuvo que ver con los procesos para la generación y uso de los plásticos y las fibras sintéticas (Pafko, 1998).

A partir de los 80's la reflexión sobre el impacto ambiental de la producción industrial y el concepto de "desarrollo sustentable" han impreso modificaciones importantes en el diseño de procesos químicos. La necesidad de desarrollar procesos eficientes y compatibles con el medio ambiente, están marcando una tendencia evolutiva de la industria química hacia la introducción de técnicas biotecnológicas de producción y la gestión de desechos y subproductos. La comprensión y aplicación industrial de los procesos biológicos se plantea como uno de los nuevos paradigmas de la industria química de principios del siglo XXI (Tapias, 1999).

1.2 LA INGENIERÍA QUÍMICA Y SU INCLUSIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

La Ingeniería Química como carrera universitaria posee aspectos interdisciplinarios muy importantes. Comenzando por el diálogo teórico-práctico que existe entre los descubrimientos científicos –en el sentido de la ciencia pura- y la conversión de dicho descubrimiento en productos concretos de distribución masiva. La Ingeniería Química, al estar ligada a las necesidades reales de diversos sectores productivos, responde a esa realidad tomando forma de eslabón interdisciplinario, que es también la manera compleja en que la realidad se organiza. Por definición la Ingeniería Química implica la necesidad de establecer una relación interdependiente entre ciencias puras como las matemáticas, la física, la biología y la química; la cual es complementada por relaciones con diversas técnicas de la ingeniería, entre las que se encuentran la investigación de operaciones, el diseño de plantas industriales, la probabilidad y la estadística aplicada, el manejo de recursos humanos, la informática especializada, etc.

Como se verá más adelante en esta misma Sección, no siempre la enseñanza de la Ingeniería Química, como carrera universitaria, ha mantenido esta relación vital con la realidad industrial y un diálogo interdisciplinario equilibrado. Esto ha causado desfases en el sentido que adquiere la carrera dentro de su entorno, tanto porque se puede tender más hacia la ciencia exacta, favoreciendo una pedagogía para la enseñanza estrictamente dentro del aula; como porque se estudian modelos aplicados, los cuales responden a realidades distintas de las que demanda el contexto industrial inmediato. La historia sobre la forma en que se fue estructurando la Ingeniería Química como carrera universitaria, da cuenta de la estrecha relación entre formación interdisciplinaria y realidad industrial, que ilustra la necesidad de mantener ambos elementos juntos.

Los antecedentes curriculares más lejanos de la Ingeniería Química, se localizan a finales del siglo XIX, en Inglaterra y los Estados Unidos. La primera propuesta curricular fue hecha en Inglaterra en 1888 por George Davis a la universidad de Manchester. El mismo año el Massachusetts Institute of Technology (Estados Unidos) comenzó los llamados “Cursos X”, que pretendían integrar las visiones de la química industrial y la ingeniería mecánica; estos cursos darían la base de los primeros cuatro años de la carrera de Ingeniería Química en los Estados Unidos. Para 1892 la universidad de Pennsylvania había ya implementado un curriculum de Ingeniería Química. En 1908 se funda el American Institute of Chemical Engineers en los Estados Unidos (Pafko, 1998).

Pero será Alemania, en el contexto de su reestructuración nacional, durante la primera década del siglo XX, quien tomará la cabeza de la Ingeniería Química, ligando esta disciplina con la industria bélica en los albores de la primera guerra mundial. Esto explica, a grandes rasgos, por qué la mayoría de los primeros textos de Ingeniería Química se encontraban inicialmente en Alemán, incluso en las que ahora son las más prestigiosas escuelas de los Estados Unidos de Norteamérica en esta disciplina de la Ingeniería. Olaf A. Hougen cita que en 1911 "se requería leer alemán" e incluso en algún

momento se impartía el alemán como un curso necesario en el curriculum de Ingeniería Química en la Universidad de Washington. Alemania era, para ese entonces "... aun lo supremo en Química Orgánica y producía la mayoría de los expertos en tecnología química" (Hougen, 1988).

La Ingeniería Química era básicamente una extensión de la ingeniería mecánica a los problemas de la manufactura de sustancias y materiales químicos. En un primer momento, la enseñanza de la Ingeniería Química se realizaba principalmente mediante el método de estudio de casos específicos de producción industrial -la mayoría de ellos partiendo de problemas reales- mediante el desarrollo de ciertos cursos. "La formación en matemática, física y otras ramas de la ingeniería era excelente, pero no había integración de ello con la Química y con la Ingeniería" (Hougen, 1988).

Fue en 1915 cuando por primera vez se propuso una visión más integrada a la enseñanza de la Ingeniería Química cuando Arthur D. Little sugirió al rector del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que la educación en esta disciplina debería estar centrada en el estudio de etapas comunes de muchos procesos industriales, tales como transferencia de calor, destilación, flujo de fluidos, filtración, trituración, molienda y cristalización. A estos procesos análogos que eran independientes de las sustancias involucradas, se les llamó "*Operaciones Unitarias*", concepto que constituiría el primer gran paradigma de la Ingeniería Química (Pafko, 1998).

En 1923 se marca un verdadero cambio en el sistema de enseñanza estadounidense con la publicación del primer texto de Operaciones Unitarias: "Principios de Ingeniería Química" por William H. Walker, Warren K. Lewis y William H. Mc Adams, basados en aplicaciones de principios físicos. En los siguientes treinta años se desarrolló la ciencia de la Ingeniería Química basada en la aplicación de la físico-química a los balances de materia y energía, la termodinámica y las velocidades de reacción en los procesos industriales. Una de las principales necesidades era minimizar las pérdidas de

energía y materiales para hacer más eficientes los procesos de producción industrial (Pafko, 1998).

El siguiente aporte que consolidó la identidad propia de la Ingeniería Química fue la corriente de enseñanza que pretendía explicar los fenómenos macroscópicos a partir de explicaciones moleculares mediante la comprensión de los fundamentos científicos que explican dichos fenómenos, los procesos de transformación de la materia y la matemática. El texto que capturó esta tendencia fue publicado en 1960 con el título "Fenómenos de Transporte" escrito por R. Byron Bird, Warren E. Stewart y Edwin N. Lightfoot. Algunas variaciones en los procesos de evaluación y sistemas de enseñanza se introdujeron, por ejemplo, los trabajos de graduación comenzaron a orientarse hacia aspectos teóricos de casos prácticos reales de la industria (Pafko, 1998).

Desde entonces existe en la enseñanza de la Ingeniería Química una tendencia general del empirismo a la ciencia. Este proceso ha tenido sus fuertes y lógicas críticas. El mismo Hougen menciona:

"...Hay una tendencia actual, especialmente en los jóvenes instructores, a restringir la educación de la ingeniería a cursos de matemática y ciencia básicas, omitiendo conjeturas basadas en juicios, en cuestiones de economía, y en experiencia. Si esto fuera válido, no habría necesidad de escuelas de ingeniería; todo el entrenamiento técnico se dejaría a los departamentos de matemática y ciencias básicas. Independientemente de la alta competencia de los científicos y de los matemáticos en sus propias especialidades, ellos rara vez se han interesado en diseño industrial, construcción y operación de plantas. Esas responsabilidades pertenecen al ingeniero" (Hougen 1988).

La búsqueda del equilibrio entre estos componentes de la Ingeniería Química -la ciencia y el arte- se ha encontrado con cierto éxito en los países desarrollados debido a la vinculación de la Universidad y la Industria del Proceso Químico, mediante pasantías y trabajos prácticos que responden a situaciones y necesidades reales. A más de esto, los estudios de postgrado como maestrías y doctorados industriales han sido una forma efectiva de integrar los conocimientos científicos con la experiencia y han logrado el desarrollo de nuevos aportes. La simulación de procesos industriales por computadora es una de las nuevas herramientas que ya se ha sumado al esfuerzo de reducir esta brecha y, sin embargo, no ha logrado reproducir los procesos con una fidelidad bastante parecida a la experiencia.

1.3 RELACIÓN ENTRE LOS MOMENTOS HISTÓRICOS DE LA INDUSTRIA Y LA INGENIERÍA QUÍMICA

El desarrollo de la Ingeniería Química y la construcción de su identidad como disciplina formal- ha estado ligado al desarrollo de la Industria Química. Como se ha descrito en el Cuadro 1.1, la producción de sustancia químicas para la industria textil y posteriormente para la industria bélica; la aparición de la era petroquímica y de los plásticos y, actualmente, las tendencias hacia la producción mediante procesos bioquímicos y biotecnológicos con énfasis hacia la compatibilidad con el medio ambiente, nos permiten reconocer tres grandes momentos de la industria que determinan fuertemente la enseñanza de la Ingeniería Química.

La Tabla 1.0 permite ver con mayor claridad la correlación histórica correspondiente a la especie de binomio Ingeniería Química-Industria (en lo posterior IQ-Industria).

Se podría establecer un momento climático de la Ingeniería Química entre la última década del siglo XIX y los años 60's del siglo XX, debido a que los grandes aportes y

paradigmas de esta disciplina se registran en dicho período. Este período también corresponde al auge de la industria petroquímica y de polímeros.

A partir de la década de 1970 tanto la Ingeniería Química como la industria petroquímica y de los plásticos no producen aportes tan determinantes en el entorno económico-social mundial como los registrados en el período antes mencionado. Esto nos permite considerar la posibilidad de que la Ingeniería Química se redefina de una manera importante a corto o mediano plazo, probablemente en la medida en que surjan nuevos paradigmas.

Tabla 1.0 Acontecimientos trascendentales en la dinámica de la Industria y la Ingeniería Química

<i>Año</i>	<i>Industria Química</i>	<i>Ingeniería Química</i>	<i>Impacto Social y Ambiental</i>
1859	USA: El 1er. Pozo comercial de Petróleo es perforado en Pennsylvania		
1865	USA: El 1er. Oleoducto de petróleo es construido desde Pennsylvania		
1869	USA: Es producido comercialmente el Celuloide -1er. Plástico de uso comercial. NY		
1878		Gibbs: Construye la base teórica de la Termodinámica Química	
1883		Reynolds: Propone el Número de Reynolds para caracterizar el flujo de fluidos	
1884	USA: Es transferido el Proceso Solvay para producir soda ash		
1888		Davis: Propone a la Universidad de Manchester el proyecto de creación de una nueva profesión: Ingeniería Química. USA: En el Massachusetts Institute of Technology (MIT) se comienzan a impartir los Cursos X que constituyen los primeros cuatro años del programa de Ingeniería Química en USA	
1892		USA: Comienza el programa de Ingeniería Química en Pennsylvania	

Tabla 1.0 Acontecimientos trascendentales en la dinámica de la Industria y la Ingeniería Química

<i>Año</i>	<i>Industria Química</i>	<i>Ingeniería Química</i>	<i>Impacto Social y Ambiental</i>
1900	USA: Se desarrolla el 1er. método de producción de ácido sulfúrico por contacto		
1901	PERSIA: Comienza la perforación de pozos petroleros		
1908	USA: Es ensamblado el primer automóvil "Modelo T" de Ford Co.	USA: Se funda el Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE, American Institute of Chemical Engineers, por sus siglas en inglés)	
1910	USA: Comienza la producción industrial de baquelita. ALEMANIA: Se produce por primera vez Amoniaco sintético por el proceso Haber. USA: Se construye la 1a. Planta de producción de Rayón		
1913	USA: La Standard Oil Co. implementa el cracking térmico de petróleo		
1915		USA: El concepto de Operaciones Unitarias es articulado por Arthur Little	ALEMANIA: Usa por 1a. vez gas tóxico (Chlorine) en la 1a. Guerra mundial
1917	USA: Se construye la primera Megaplanta de producción de ácido nítrico		

Tabla 1.0 Acontecimientos trascendentales en la dinámica de la Industria y la Ingeniería Química

Año	Industria Química	Ingeniería Química	Impacto Social y Ambiental
1920	USA y ALEMANIA: Se produce en grandes cantidades acetato de celulosa, acrílicos, poliestireno. Se produce Alcohol Isopropílico como 1er. producto petroquímico. DuPont comienza la producción sintética de metanol.	USA: El MIT establece un departamento independiente de Ingeniería Química. Ponchon y Savarit presentan el diagrama entalpía-concentración. McCabe y Thiele presentan un método para calcular el número de platos requeridos en columnas de fraccionamiento de mezclas binarias.	ALEMANIA: Explota un tanque de 4,500 Tm. de nitrato de amonio matando 600 personas, hiriendo 1,500 y dejando sin casa 7,000 personas.
1930	USA y ALEMANIA: Se descubre el polietileno, goma sintética neoprene, se fabrican las cuerdas de Rayón, se descubre el Nylon, se sintetiza el plástico metil metacrilato. El poliestireno es vendido de forma masiva.	USA y ALEMANIA: Hougen y Watson subrayan la importancia de la termodinámica en la educación de Ingeniería Química. Se establecen las bases teóricas del equilibrio de fases, transferencia de calor, momento y masa. Se establecen en Alemania las bases para el análisis sistemático de los reactores químicos. Se publica en Manual del Ingeniero Químico de Perry.	
1940	USA y ALEMANIA: Se produce masivamente silicón, polietileno, y epóxi. Se desarrolla el Reformado Catalítico para producir gasolina de más alto octanaje y sintetizar tolueno para TNT. Se introducen las resinas de poliéster. Se desarrolla el pesticida DDT. Se desarrolla el Teflón		Un contenedor cargado con fertilizante nitrato de amonio se incendia y explota destruyendo una ciudad vecina en Texas USA.

Tabla 1.0 Acontecimientos trascendentales en la dinámica de la Industria y la Ingeniería Química

Año	Industria Química	Ingeniería Química	Impacto Social y Ambiental
1950's y 60's	EUROPA Y USA: Se produce Benceno a partir de petróleo. Se introducen el film de poliéster "Mylar", la goma poliisopreno, el diamante sintético, el policarbonato plástico. Se construye la 1a. planta de Hidrógeno a gran escala. Se construyen botellas de cloruro de polivinilo.	USA: Amundson y Aris subrayan la importancia del modelamiento matemático en la ingeniería de los reactores químicos. Se publica el libro "Fenómenos de Transporte" de Bird et al. Gana importancia el control computarizado de procesos químicos.	Un reactor de grafito arde en Inglaterra durante 42 hrs. y los vecinos evitan el consumo de leche por razones de seguridad. Niebla contaminada mata cerca de 1000 personas en Inglaterra. Se publica el libro "Silent Spring" en pro de proteger la salud y el medio ambiente. Se celebra el "Día de la Tierra". En USA se crea la Agencia de Protección Ambiental EPA. Se aprueban estándares sobre calidad del aire y agua. Se promueve el estudio de riesgos en las plantas químicas. Ocurren más catástrofes por toxicidad. Se introducen los convertidores catalíticos para control de emisiones de automóviles. Se aprueba en USA legislación sobre químicos tóxicos. Se descubre que los clorofluorocarbonos dañan la capa de ozono.
1970	USA: Se prohíbe el uso del cloroformo en drogas y cosméticos. Se sintetiza insulina humana mediante ingeniería genética.	Toma importancia la simulación computarizada en Ingeniería Química	

Tabla 1.0 Acontecimientos trascendentales en la dinámica de la Industria y la Ingeniería Química

Año	Industria Química	Ingeniería Química	Impacto Social y Ambiental
1980	JAPÓN: Se desarrolla el "plástico con memoria" -denominado así por la capacidad de deformarse y retornar a su estado inicial. Se descubre el 1er. Superconductor.	Se introducen importantes paquetes de computadora sobre simulación de procesos químicos	Explota un reactor nuclear en Chernobyl URSS.
1990	Crece la industria electrónica e informática. Se desarrollan nuevos materiales plásticos y se mejoran las técnicas y tecnologías en petroquímica. Se aplican procesos biotecnológicos sustituyendo procesos de síntesis orgánica e inorgánica en la producción de químicos diversos.	Se enfatiza en fuentes limpias de energía, producción más limpia, manejo y gestión de desechos, aprovechamiento de recursos, etc. Introducción del concepto de desarrollo sostenible.	Numerosos derrames de petróleo en el mar. Introducción del aspecto ambiental en la educación formal.

Fuente: Adaptado de "History of Chemical Engineering & Chemical Technology", Pafko, Wayne, Sitio web www3.cems.umn.edu/orgs/aiche/archive/history, 1998.

1.4 PANORAMA ACTUAL DE LA INGENIERÍA QUÍMICA EN EL MUNDO: APARICIÓN DE NUEVOS PARADIGMAS

Como se mencionó en la Sección 1.2, desde épocas tempranas en el desarrollo de la Ingeniería Química existe una tendencia creciente de orientar la enseñanza hacia principios principalmente científicos (Tapias, 1999). Aunque los países desarrollados han balanceado mucho mejor la teoría y la práctica mediante la relación estrecha de la industria con las universidades, nuevos cambios de fondo en la manera misma de interpretar los fenómenos ya han comenzado a suceder. Estos cambios imponen la necesidad de diseñar nuevos procesos químicos industriales y de revisar los vigentes. Ha esto se le suman las nuevas exigencias de los mercados globales, la escasez de muchos recursos naturales cuya explotación en otro tiempo constituyó la base sobre la cual se desarrolló la Ingeniería Química, las exigencias ambientales que ganan presencia en las legislaciones de cada vez más países. Es claro que en un período de tal transición el trabajo teórico constituye una gran parte del enfoque de esta disciplina de la Ingeniería.

Se podría calificar la introducción de las Operaciones Unitarias y Los Fenómenos de Transporte como la columna vertebral de la Ingeniería Química en su carácter de disciplina formal. Actualmente la presión creciente por aumentar la productividad industrial y rentabilidad de los productos industriales impulsan la profundización de conocimientos sobre el comportamiento macromolecular de los sistemas a partir de la comprensión de los fenómenos desde un punto de vista molecular con el fin de modelar mejor los procesos o caracterizar algunos sistemas cuyo comportamiento no es satisfactoriamente descrito a partir de los modelos ya propuestos -por ejemplo los sistemas en régimen no laminar (Tapias, 1999).

La reflexión sobre el impacto ambiental de la producción industrial y los conocimientos sobre sistemas biológicos que pueden mejorar significativamente la eficiencia de los

procesos productivos además de abrir la posibilidad de una producción sostenible, más compatible con el medio ambiente y menos riesgosa en términos de salud, han permitido el establecimiento de una nueva tendencia de producción: Los procesos bioquímicos y biotecnológicos orientados principalmente a la producción de bienes de consumo masivo (Ej.: fármacos y alimentos) y polímeros. Esta tendencia predice una revolución tecnológica que ya tiene un comportamiento de crecimiento acelerado. Para 1985 los productos desarrollados biotecnológicamente representaban solamente el 9% de participación en el mercado mundial, luego de un período de solo cinco años ya representaban el 13% y se vaticinaba que en 1995 participaran con un 26% excediendo el 50% para el año 2000 (Figura 1.1). Las industrias que adoptan con mayor rapidez este tipo de tecnología son las relacionadas con la producción de fármacos y alimentos (Arias, 1992). Existe también una fuerte orientación a incluir procesos bioquímicos y biotecnológicos importantes en la industria militar principalmente para producir armas biológicas a partir de microorganismos y toxinas (Tapias, 1999).

Ambas tendencias –la modelación de sistemas a partir de la caracterización a nivel micro y el desarrollo de procesos bioquímicos y biotecnológicos- tienen su fundamento básico a partir de las ciencias exactas, lo cual implica una demanda más especializada de conocimiento con una fuerte base experimental orientada a la industria, además del desarrollo de capacidades intelectuales para integrar ambas acciones (Tapias, 1999).

La industria de los procesos químicos también se replantea a partir de tendencias económicas nuevas, surgimiento de nuevas herramientas tecnológicas, demandas de implementar procesos socialmente más aceptables, necesidades de desarrollar nuevas materias primas en virtud del agotamiento de las convencionales, producción con fuentes de energía más limpia, etcétera. Todo ello sobre la base del fortalecimiento de la infraestructura local que favorezca la inclusión y/o la generación de alternativas frente a los mercados globales.

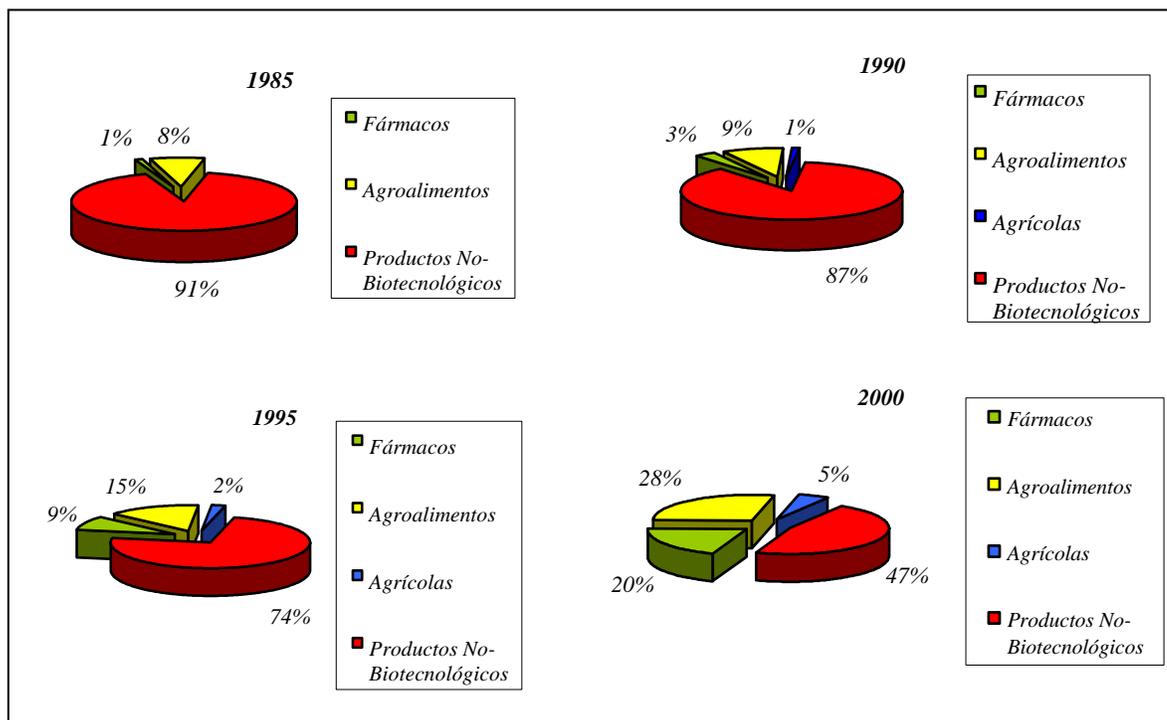


Figura 1.1 Participación de los productos producidos biotecnológicamente en el mercado mundial (Arias, 1992)

La creciente tendencia a dirigir los productos terminados a nichos de mercado con características específicas y a reducir los ciclos de vida comercial de dichos productos está imponiendo la necesidad de crear estructuras organizativas y productivas más flexibles, con escalas de producción más pequeñas y que se adapten más rápido al cambio, y está dando lugar a un modelo de planta industrial discontinua, multipropósito y flexible, retornando a los procesos batch, que supuestamente habían sido superados por los procesos de producción masiva que impuso la revolución industrial. La apertura de los mercados impone además la necesidad formar profesionales preparados para

reflexionar en un marco global y capaces de aplicar y adaptar en un marco local; una necesidad básica en ese contexto es la capacidad de establecer nexos de comunicación, mediante el aprendizaje de otros idiomas y de protocolos de comunicación electrónica, entre otras cosas.

Nuevas herramientas tecnológicas también determinan actualmente la estructura de los programas de estudio. Sin duda alguna la herramienta que ha revolucionado más todos los campos profesionales es el computador. Ahora pueden simularse procesos para su análisis y diseño, crearse sistemas expertos que utilizan inteligencia artificial para anticipar situaciones, sugerir acciones, además de otros múltiples usos.

Nuevos instrumentos de medida para control de procesos están surgiendo e imponen la necesidad de capacitación de los ingenieros químicos al menos en su funcionamiento e instalación.

Los puntos citados hasta aquí pueden ayudar distinguir las nuevas tendencias de la enseñanza y aplicación de la Ingeniería Química en el mundo. Una última consideración importante es que todo este desarrollo se ha propiciado mediante el intento inteligente de satisfacer necesidades propias de manera sostenible y crear nuevas oportunidades a partir de los recursos con los que se cuenta. Este debería ser el gran esfuerzo que oriente la enseñanza de la Ingeniería Química nacional, para que en base a dichas necesidades y disponibilidades, se desarrollen y/o se adapten nuestras propias técnicas y tecnologías.

1.5 LA INGENIERÍA QUÍMICA EN EL SALVADOR

Es difícil establecer en El Salvador una relación directa entre la evolución industrial del país y la carrera de la Ingeniería Química. El primer factor de esta dificultad es la falta de información estadística suficiente que relacione ambos aspectos; matizándolos en rubros

tales como: el destino sectorial y subsectorial de los egresados dentro de la industria nacional; el periodo de integración del Ingeniero Químico en actividades propias de su carrera, después de haber egresado de la misma; La correspondencia entre la actividad profesional del Ingeniero Químico y los distintos momentos estratégicos del desarrollo salvadoreño, etc.; entre otras informaciones no directamente relacionadas con el binomio IQ-Industria, sino con diversos aspectos paralelos y complementarios de dicho binomio.

A partir del Capítulo 3.0 de esta investigación, se abordaran varios de los aspectos mencionados anteriormente, mediante la investigación de campo cuya fuente de información ha sido una muestra de 136 organizaciones laborales y 102 Ingenieros Químicos graduados de varias universidades. Esta clase de investigación de campo referido a la relación IQ-Industria es de los primeros en su tipo en El Salvador.

En el presente apartado, en particular, se buscará realizar una serie de reflexiones sobre la evolución industrial del país y sus áreas estratégicas a lo largo del siglo XX, reconstruyendo de manera simultánea algunos aspectos históricos de la formación y evolución de la carrera de Ingeniería Química dentro de la Universidad de El Salvador – un intento en el que también se careció de suficiente información documental previa y en el cual se recurrió a una metodología de entrevista testimonial.

1.5.1 Industria del Proceso Químico: Evolución Histórica en El Salvador.

Los albores del proceso de industrialización en El Salvador pueden situarse en el período comprendido entre 1821 y 1930 mientras prevalecía el modelo agroexportador en la región centroamericana (Bermúdez y Guillén, 1984).

En Europa, la revolución industrial había traído consigo el surgimiento de nuevas necesidades. La industria de textiles tuvo un desarrollo importante y materias primas para producir tintes y colorantes comenzaron a comercializarse muy bien. Precisamente en El Salvador, el cultivo de añil para la industria textil extranjera fue por muchos años

la base económica. Si bien en Europa este fue el comienzo del desarrollo de una verdadera industria química, El Salvador, y más extensamente la región centroamericana, se convirtió en proveedor de materia prima limitando así casi cualquier tipo de desarrollo tecnológico y centrando la atención principalmente en el mejoramiento de las técnicas de cultivo (Bermúdez y Guillén, 1984). La región era una finca de la industria extranjera .

El cultivo de añil tuvo una abrupta crisis cuando se comenzaron a comercializar con gran éxito colorantes sintéticos que proponían características más adecuadas a procesos específicos y eran mucho más baratos. Esta situación también trajo consigo una convulsión social importante. La siguiente alternativa sobre la cual se estableció la economía salvadoreña no fue muy distinta en términos técnicos. El cultivo y exportación de café como materia prima se convirtió en la actividad económica más importante. En la primera mitad de la década de los treinta la mejora de los precios del café y la introducción del modelo de sustitución de importaciones le dan paso a las primeras inversiones industriales que pretendían buscar principalmente la mecanización de la producción textil (Bermúdez y Guillén, 1984).

En 1930, los precios internacionales del café registraron una importante tendencia a la baja en el marco de una crisis económica mundial que provocó, entre otras cosas, la disminución substancial de la oferta de mercancías en los mercados internacionales. En consecuencia, el valor de las exportaciones salvadoreñas cayó drásticamente reduciendo la capacidad de compra de las clases pudientes y provocando a su vez una caída en las importaciones (Bermúdez y Guillén, 1984).

Con el fin equilibrar la balanza de pagos, disminuir la dependencia de los países industrializados y subsanar la desocupación generada por la crisis, se implementó en El Salvador un modelo de sustitución de importaciones. Dicho modelo permitió un importante desarrollo en el sector textil, mientras que en el resto de sectores, la

mecanización de la producción agravó la desocupación hasta el punto de que en 1939 el gobierno en curso limitó la importación de maquinaria y el capital con el que podían establecerse fabricas de ciertos bienes, favoreciendo los procesos artesanales y truncando el desarrollo industrial (Bermúdez y Guillén, 1984).

Entre 1945 y 1950 la demanda textil aumentó en el mercado interno y esto permitió una expansión en la producción algodonera llegando a ser el segundo producto de exportación. En 1948 el gobierno en curso comenzó a estimular el desarrollo de la pequeña industria mediante la emisión de la "Ley de Fomento Industrial" que permitía a ciertos tipos de industria prerrogativas principalmente arancelarias y financieras. Bajo esa iniciativa aparecen productos como café tostado, café soluble, aceite de semilla de algodón, azúcar refinada, manteca vegetal, jabones, resinas, entre otros. La década de los cincuenta y sesenta se caracteriza por un esfuerzo estructurado hacia la industrialización. Surgen la industria del cemento como respuesta al aumento de las necesidades de construcción, la Refinería Petrolera Acajutla (RASA), Plásticos y Metales de El Salvador, entre otras (Bermúdez y Guillén, 1984)..

El desarrollo de legislaciones encaminadas a proteger el medio ambiente y los altos costos de mano de obra en los países desarrollados fueron factores importantes que motivaron la instalación de nuevas industrias en la región. El gobierno creó el Instituto Salvadoreño de Fomento a la Producción (INSAFOP) con el fin de proveer de soporte financiero a la industria (Bermúdez y Guillén, 1984).

Los posteriores esfuerzos fallidos por establecer un Mercado Común Centroamericano (MERCOMUN), en la década de 1960, tuvieron un impacto importante en el desarrollo industrial nacional. El Salvador fue el único país que suscribió todos los convenios de integración y orientó el esfuerzo de industrialización principalmente a las necesidades del mercado regional. Al cerrarse las puertas de los mercados centroamericanos, se dio

inicio a la búsqueda del mercado externo estableciéndose las primeras industrias de maquilado bajo la creación de "Zonas Francas" (Bermúdez y Guillén, 1984).

Entre 1975 y principios de los años 1980 las variaciones en los precios del café y la poca significativa participación de los productos salvadoreños en los mercados internacionales, los desastres naturales y el conflicto armado golpearon la economía nacional (Bermúdez y Guillén, 1984). En este período se presentaron esfuerzos importantes por reactivar la industria.

Al inicio de la década de 1990, el sector industrial da mayor aporte al Producto Interno Bruto, que los sectores comercio y agrícola (Figura 1.2) y este aporte fue creciente hasta el fin de la década. (Figura 1.3) En el mismo período el crecimiento que experimentó la industria como sector económico fue mayor, en términos relativos, al crecimiento de la economía con excepción de 1996 cuando fue similar en ambos casos (Figura 1.4). La drástica caída en la tasa de crecimiento de la economía mundial de 4.1% en 1997 a 1.9% en 1998 obligó a que las perspectivas de crecimiento del sector fueran reestructuradas y, de hecho, la participación de las exportaciones industriales al total de las exportaciones salvadoreñas disminuyó significativamente entre estos dos años (Figura 1.5); a pesar de ello, como se observa en la Figura 1.6, el sector industrial mantuvo en 1998 la tasa de participación más alta en los salarios totales otorgados en el país (ASI, 2000).

A finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, la industria salvadoreña relacionada directamente con el campo de acción del Ingeniero Químico, está constituida principalmente por la Industria del Proceso Químico, la Agroindustria y la Industria del Procesamiento de Alimentos. El aporte al producto interno bruto de este sector, por cada una de sus ramas de actividad económica entre 1995 y 1999, se presenta en el Cuadro 1.2. Nótese la importante participación de la Industria del Procesamiento de Alimentos.

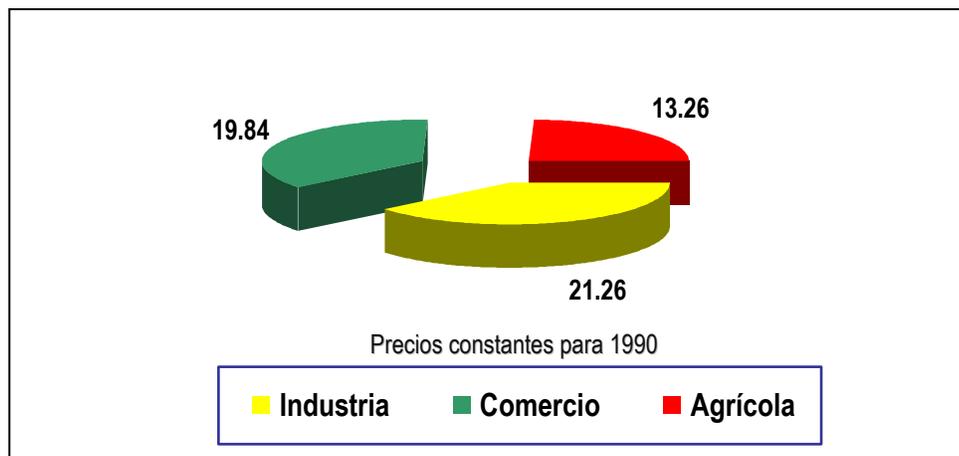


Figura 1.2. Aporte promedio al PIB de los sectores industrial, comercio y agrícola (ASI, 2000)

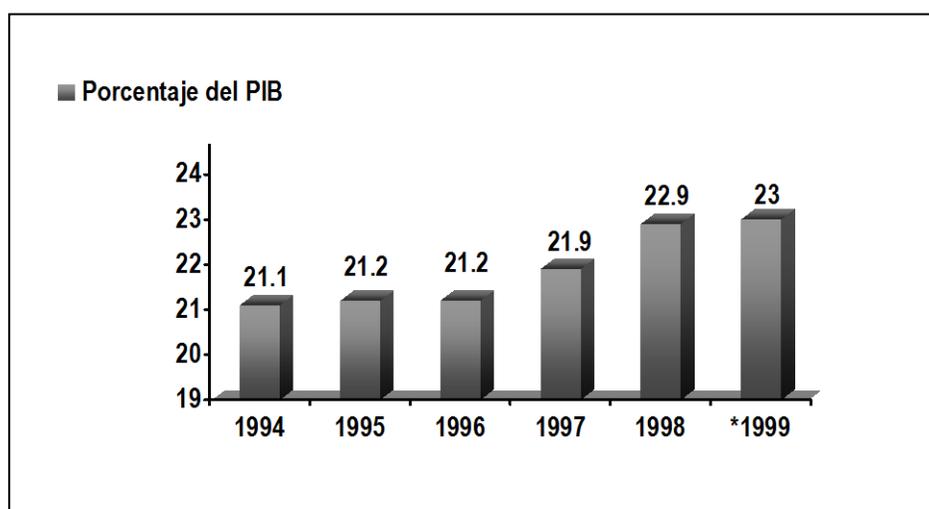


Figura 1.3 Aporte al PIB del Sector Industrial entre 1994 y 1999 (ASI, 2000)

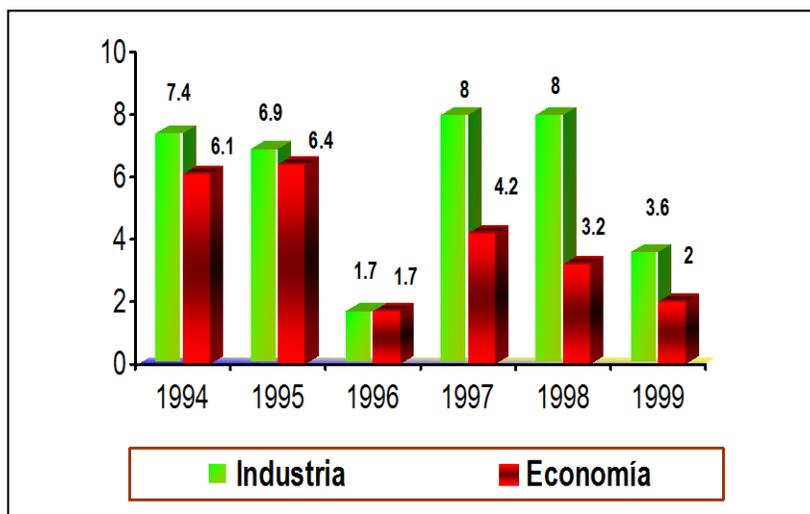


Figura 1.4 Crecimiento del Sector Industrial entre 1994 y 1999 (ASI 2000)

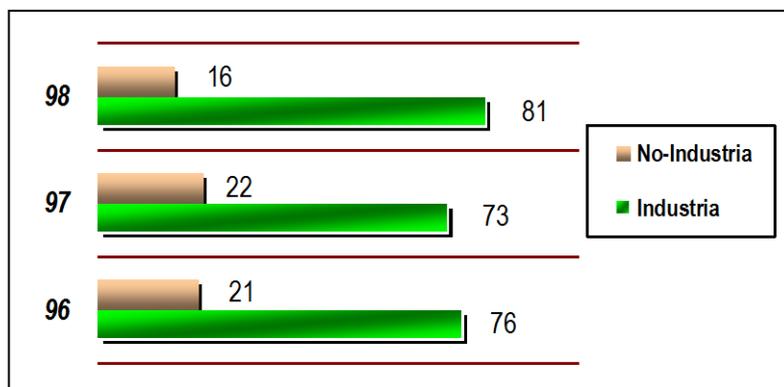
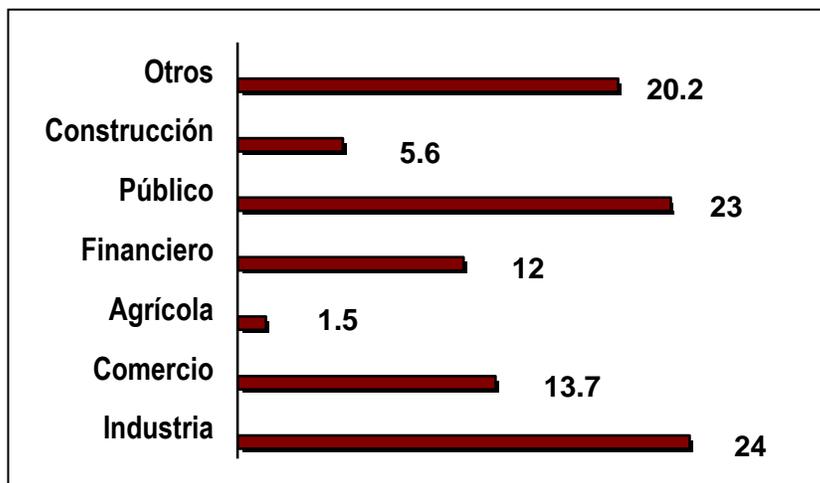


Figura 1.5 Exportaciones Industriales % de Exportaciones Totales (ASI, 2000)



300,000 EMPLEOS EN 1998 -> 18% del total de empleos

Figura 1.6. Salarios Totales por Actividad Económica. (ASI,2000)

Entre las industrias que predominan en la gran empresa salvadoreña de finales del siglo XX, relacionadas con el campo de acción del Ingeniero Químico, se tienen, para la Industria del Proceso Químico: Cemento, Ácido Sulfúrico, Fertilizantes, Textiles de fibras sintéticas y algodón, Curtiembre de Cueros, Materiales de Construcción, Papel y derivados, moldeo de plástico, Alcohol Etilico, Jabones y Detergentes y Combustibles derivados del petróleo. En la Agroindustria e Industria del Procesamiento de Alimentos: Ingenios Azucareros, Carne y derivados, Molinería y Panadería, Bebidas alcohólicas y no alcohólicas, Lácteos, Aceites y Grasas, Café y derivados y otros alimentos elaborados. Para industrias como textiles, plásticos, petróleo, papel, fertilizantes, se requiere importar la mayor parte de sus materias primas básicas; por lo que la Ingeniería Química también puede tener relación con la comercialización y asesoría técnica de productos químicos (Rico Peña, 2002a).

Cuadro 1.2 Producto Interno Bruto de la Industria Manufacturera por Rama de la Actividad Económica (a precios constantes de 1990)

	1995	1996	1997	1998	1999 ^(p)
Industria Manufacturera	En millones de colones				
Carne y sus productos	251.8	232.1	215.1	231.4	231.9
Productos lácteos	292.3	327.9	333.6	372.8	392.9
Productos elaborados de la pesca	1.5	1.6	1.2	1.6	1.4
Productos de molinería y panadería	974.9	970.2	1009.6	1099.8	1134.7
Azúcar	599.4	650.6	798.2	863.4	859.4
Otros productos alimenticios elaborados	630.5	656.8	723.9	757.8	774.8
Bebidas	923.9	927.0	979.7	987.0	1031.5
Tabaco elaborado	264.2	251.8	200.2	0.0	
Textiles y artículos confeccionados de materiales textiles excepto prendas de vestir	704.3	693.3	739.6	762.4	770.5
Prendas de vestir	234.6	232.5	239.7	254.4	259.4
Cuero y sus productos	505.3	488.9	470.9	540.7	578.3
Madera y sus productos	168.9	157.1	159.0	151.1	152.8
Papel, cartón y sus productos	263.6	261.1	285.9	298.1	320.3
Productos de la imprenta e industrias conexas	470.2	497.9	568.3	610.6	640.1
Química de base y elaborados	943.6	913.9	955.4	1076.0	1116.2
Productos de la refinación de petróleo	542.1	569.7	600.3	616.6	635.1
Productos de caucho y plástico	248.6	234.9	257.0	289.3	293.6
Productos minerales no metálicos elaborados	490.6	466.9	531.9	553.8	559.0
Productos metálicos de base y elaborados	423.1	451.8	506.0	560.3	603.9
Maquinaria, equipos y suministros	375.3	413.7	406.8	440.2	451.8
Material de transporte y manufacturas diversas	383.8	385.0	363.0	408.8	418.5
Servicios industriales de maquila	724.4	813.4	1100.1	1327.2	1420.2

^(p) Cifras preliminares

Fuente: "Revista Trimestral, Octubre-Diciembre 2000", Banco Central de Reserva de El Salvador.

Actualmente la industria se encuentra en un proceso de redefinición sobre su papel en la economía salvadoreña. Organizaciones nacionales como la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) han planteado propuestas para promover una política industrial que permita mejorar la participación de este sector en las exportaciones y lograr una tasa de crecimiento de 4 a 5% entre el 2000 y 2005 sobre la base de establecer un marco legal que lo estimule (ASI, 2000). Algunas organizaciones internacionales como la CEPAL, han ido más allá al proponer la diversificación de la industria y los servicios sobre la base de una modernización incluyente de la producción de bienes primarios en América Latina como una de las alternativas más viables para lograr un desarrollo sostenible, aumento en la calidad y cantidad de empleos y una mejor inserción a los mercados globales. Dicho de otro modo, se propone un modelo de desarrollo industrial apoyado en la agricultura –la promoción de la agroindustria (CEPAL, 2001).

1.5.2 Enseñanza de la Ingeniería Química en El Salvador

En El Salvador el estudio de la Química Industrial se introdujo con la fundación de la Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad de El Salvador en 1957, precisamente en el contexto en el cual se ponía en práctica en el país el primer esfuerzo oficial de industrialización, respondiendo así a una necesidad específica. Inicialmente se intentó conocer y aplicar el modelo de enseñanza europeo de esta disciplina; así, el Dr. Víctor Ortiz, quien llegó a ser el primer decano de la Facultad de Ciencias Químicas, realizó un recorrido por importantes países de Europa con el fin de conocer la experiencia de algunas Universidades (principalmente de Alemania e Inglaterra) y basado en ello promovió la reestructuración de la enseñanza de la tecnología química. La facultad se dividió inicialmente en cuatro escuelas: *Geología*, *Química Biológica*, *Química* y *Farmacia y Química Industrial*. Los primeros docentes de Química Industrial fueron en su mayoría extranjeros o salvadoreños formados en el extranjero. Un año después de la fundación de la carrera, ya se disponía de una Planta Piloto, orientada a la enseñanza y

práctica principalmente de los procesos de enlatado. En 1959 se realizó la primera adaptación del plan de estudios a un plan de doctorado de siete años, cinco años de instrucción académica y tres años de exámenes privados (Matemática, Química, Física e Ingeniería; evaluaciones orales) y tesis (Badía, 2001).

Las áreas más importantes de dicho plan de eran: matemática (seis semestres), química y fisicoquímica (cuatro semestres), termodinámica (dos semestres), química industrial (cuatro semestres), operaciones unitarias (cuatro semestres), física y dibujo. En 1960, bajo la primera reforma universitaria impulsada por el Doctor Fabio Castillo, -Rector de la Universidad de El Salvador en aquel momento, se inició un trabajo de revisión de los pensum, incluyendo al de Química Industrial. El resultado fue un plan de estudios más corto y flexible (Plan 1967 de licenciatura en Química Industrial con duración de cinco años) introduciendo los conceptos de asignatura, requisitos y pre-requisitos (Badía, 2001).

En 1970 la escuela de Química Industrial, bajo la dirección del Dr. Eduardo Badía Serra, se transformó en Escuela de Ingeniería Química y se separó de la Facultad de Ciencias Químicas para incorporarse a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. En este cambio se incluyeron al plan de estudios 1970 las asignaturas Cinética Química, Diseño de Plantas Químicas, Aprovechamiento Industrial de Recursos Naturales y Técnicas de Administración. Además se admitieron en los planes de estudio diez asignaturas técnicas electivas: Química Inorgánica II, Química Orgánica II, Microbiología Industrial, Análisis Bromatológico, Electroquímica y Corrosión, Análisis Instrumental y Análisis Orgánico; asignaturas que en el Plan 1967 de Licenciatura en Química Industrial eran obligatorias (acta 16/70 de sesión de Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, 18 de mayo de 1970).

De acuerdo a Rico Peña (2002b) y a consulta de archivos de la Escuela de Ingeniería Química de los planes de estudio 1973, 1978, 1978R y 1998 (ver Anexo VI), se dan los siguientes cambios:

En el Plan 1973 se introdujeron como asignaturas obligatorias Análisis Instrumental, Corrosión y Materiales y se ampliaron de tres a cuatro cursos las Operaciones Unitarias de la Ingeniería Química especificándose de la siguiente manera:

- Operaciones Unitarias I (Mecánica de Fluidos)
- Operaciones Unitarias II (Transferencia de Calor)
- Operaciones Unitarias III (Transferencia de Masa)
- Operaciones Unitarias IV (Manejo de Sólidos)

Además se eliminaron las asignaturas Química Inorgánica II y Química Orgánica II. Se contaba para esa época con laboratorios didácticos completos para las Operaciones Unitarias, estos se encontraban ubicados en la Planta Piloto de la Escuela de Ingeniería Química.

La dirección de la Escuela, entre 1975 y 1978 estuvo a cargo de: Dr. Ángel Villafuerte, Dr. Jaime Álvarez, Ing. Nery Gustavo Iraheta y Lic. José Antonio Silva (Segura Lemus, 2002).

En el Plan 1978 se diversificaron las áreas de enseñanza con asignaturas técnicas electivas, siendo estas enfocadas a Tecnología Química, Tecnología Ambiental y Tecnología de Alimentos. Pero por los problemas del conflicto socio-político que atravesaba el país, el presupuesto de la Universidad de El Salvador es recortado y consecuentemente la escuela de Ingeniería Química pierde recursos humanos y de equipamiento de laboratorios que reforzaban estos cambios curriculares.

No se dispone de información documental que describa el modelo de relación que la carrera mantuvo con los sectores productivos a través de estos períodos, lo que sí es claro es que, durante los años de convulsión social y conflicto armado, esta relación se debilitó significativamente, limitando a su vez la posibilidad de que se realizaran cambios curriculares en base a la retroalimentación directa de la carrera con su entorno productivo. Uno de los esfuerzos más importantes por adecuar los planes de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador a las necesidades de nuestro contexto de país, durante este período, se llevó a cabo mediante la realización de dos trabajos de graduación, coordinados por el Ing. Mario A. Ruíz Ramírez, entonces director de la Escuela de Ingeniería Química, el primero de ellos presentado por Barrientos Salazar (1989); el Título de dicho trabajo es: “Propuesta de un Nuevo Currículo para la Carrera de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador (1ª. Parte)” y plantea la necesidad del diseño curricular del plan 1978 a 1978 Reformado, considerando la realidad nacional como un eje de importancia principal para lograr la formación de ingenieros acordes a las necesidades del país. El autor de dicho trabajo comprende este esfuerzo como un proyecto a largo plazo cuya primera parte comienza con un diagnóstico de la realidad nacional a partir del cual se redefine un perfil académico profesional óptimo y se plantea una propuesta de plan de estudios reformado. El segundo paso planteado por Barrientos debería consistir no solo en su ejecución sino también en un sistema de evaluación permanente, además de una revisión más detallada de los planes de cada asignatura, marchas de laboratorio, unidades valorativas, etc. Luego, Escobar y Ramos (1989) presentaron la segunda parte de este trabajo, definiéndolo como "el proceso de desarrollo y organización", que consistía en establecer relaciones entre los elementos formulados y planificados en la primera parte, para dar forma a nuevos programas de estudio. El plan de estudios propuesto en esta fase permitiría a los nuevos ingenieros dos opciones de especialización, la primera, en el área de procesos industriales (Ingeniero Químico Industrial opción Ingeniería de Procesos) y

la segunda en Tecnología de Alimentos (Ingeniero Químico Industrial opción Ingeniería de Alimentos).

Entre 1988 a 1991 la Universidad de El Salvador se introdujo en un nuevo proceso de reestructuración de los programas de estudio, orientado a la implantación de la curricula por áreas integradas; Esto llevó a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura a realizar cambios parciales en áreas comunes a todas las ingenierías. En 1991 se oficializó el Plan de Estudios 1978 Reformado (Plan 78R), mientras la Escuela de Ingeniería Química se encontraba bajo la dirección del Ing. Roberto Castellón Murcia. Los cambios más relevantes en este plan fueron: la reestructuración en la enseñanza de las Ciencias Humanísticas; la reducción de la carga académica en Matemática (de cinco a cuatro cursos), la implementación de la asignatura Métodos Experimentales como refuerzo de Física, el cambio de enfoque de la enseñanza del Dibujo a Comunicación Espacial Gráfica, el incremento de cursos en el área de ciencias de la computación y el cambio de la enseñanza del idioma inglés a materia extracurricular. Entre los cambios en el área diferenciada se tiene la aplicación práctica de las Ciencias de la Computación según la especialidad. En la curricula de Ingeniería Química se amplió la asignatura Corrosión y Materiales a dos cursos:

- Electroquímica y Corrosión
- Tecnología de Materiales

Las asignaturas electivas técnicas se reforzaron en las áreas de Biotecnología, Tecnología de Alimentos y Medio Ambiente, referida esta última a métodos correctivos de la contaminación ambiental; el área de la tecnología química quedó supeditada a la disponibilidad de recurso humano con experiencia en la industria (Rico Peña, 2002b).

En 1992 se creó, en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, la Unidad de Planificación Educativa con el fin de brindar seguimiento a las reformas del Plan 78R, esta unidad

capacitó personal de cada una de las escuelas, con el fin de dar lineamiento a nuevas reformas curriculares. La Escuela de Ingeniería Química presentó un Diagnóstico titulado “Proyecto de Evaluación y Diseño Curricular” (Buitrago, 1993). En el diagnóstico se expusieron los resultados de una encuesta, realizada con cuarenta y ocho alumnos de la especialidad, y cuya finalidad era caracterizar a la población de estudiantes en tres perfiles: Ingreso, Permanencia y Egreso. Según cita el autor, en ese momento la muestra significaba el veinticuatro por ciento de la población estudiantil de Ingeniería Química en la Universidad de El Salvador. El trabajo menciona dos encuestas más que se encontrarían en proceso de recolección de datos al momento de presentar el documento: Encuesta a personal docente y encuesta a profesionales de Ingeniería Química, quedando pendientes éstas y un diagnóstico empresarial.

En 1995 la Escuela de Ingeniería Química, bajo la dirección de la Ing. Delmy del Carmen Rico Peña, presentó un proyecto de capacitación del personal docente en **MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN MATEMÁTICA DE PROCESOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA QUÍMICA**, de aplicación dinámica en los diferentes programas de asignaturas de los planes 1978R y 1998. se iniciaron además cursos de refuerzo de Estadística Aplicada a la Investigación tanto para Docentes como para Estudiantes. No se lograron concretar cambios en la enseñanza de la Ingeniería Química orientados al control automático de procesos, por falta de personal y equipamiento adecuados.

En 1996 entró en vigencia la nueva Ley de Educación Superior, lo que obligó a todas las Universidades a reestructurar sus planes de estudio, en virtud de su carácter jerárquico. La Facultad de Ingeniería y Arquitectura adecuó los programas de todas sus carreras en cuanto a las Unidades Valorativas, planteadas en el artículo 5 por la ley de Educación Superior, creándose así el Plan de Estudio 1998. Por su parte la Escuela de Ingeniería Química introdujo en el Plan 1998 la temática del Medio Ambiente como un eje

transversal de formación curricular, al incluirlo en los diferentes programas de asignatura según la relación que cada una guarda con dicho tema y con el enfoque de prevenir la contaminación ambiental que genera la industria de proceso químico.

Como base para introducir estos cambios en 1996 se realizaron dos trabajos de graduación titulados INTRODUCCIÓN DEL CONCEPTO Y PRÁCTICA DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS DE PRODUCCIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA QUÍMICA (1ª Parte) CIENCIAS QUÍMICAS (Argueta, Sosa y Paredes), 2ª Parte OPERACIONES UNITARIAS DE LA INGENIERIA QUÍMICA (Gómez y Rodríguez). Ambos trabajos fueron propuestos y coordinados por la Ing. Delmy del Carmen Rico Peña.

En el enfoque de estos trabajos además, de reestructurar las prácticas de laboratorio para el uso de reactivos menos contaminantes, no tóxicos y en cantidades mínimas, se reestructuraron los programas de las asignaturas con el enfoque del Medio Ambiente en su enseñanza teórica y práctica.

En diciembre de 1999, la Facultad de Ingeniería y Arquitectura presentó en su Plan de Desarrollo de la gestión 1999-2003, el proyecto de ACTUALIZACION CURRICULAR DE LAS CARRERAS DE INGENIERIA. En Noviembre de 2000 se llevó a cabo el primer seminario-taller sobre este tema. Se propuso la ejecución de varios trabajos de graduación que sirvieran como insumos para el cambio curricular, entre ellos, la realización de un diagnóstico del mercado laboral de los profesionales en cada rama de ingeniería y arquitectura que se imparten en la facultad. Este es precisamente el marco en el cual se realiza la presente investigación, paralela a otras realizadas para cada una de las carreras que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador imparte.

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura participa además en la Red de Centros y

Facultades de Ingeniería de Centroamérica (REDICA), cuyo enfoque principal es el de desarrollar un modelo propio para la acreditación de programas de ingeniería. Paralelamente se establecen proyectos regionales de Redes de Cambio Climático y de Desarrollo Sustentable, siendo uno de los objetivos introducir estas temáticas en los programas de estudio de carreras universitarias, como eje transversal de formación.

En congruencia con las tendencias de cambio de la enseñanza de la Ingeniería Química en el ámbito mundial, los programas de estudio de la carrera se mantienen en su área de formación específica y tienden a diversificarse en el área aplicada y de electivas técnicas; por supuesto el nivel tecnológico en países desarrollados es superior a las posibilidades que se presentan para la enseñanza de la Ingeniería Química en la Universidad de El Salvador, especialmente en el desarrollo de la investigación científica y tecnológica (Rico Peña 2002b).

2.0 PLANEACION DE LA INVESTIGACION DEL MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1 Caracterización de la Investigación

El diagnóstico del mercado laboral del Ingeniero Químico, es una investigación, social de tipo concluyente y de nivel descriptivo. La metodología para la recolección de datos de fuentes directas es la encuesta, pero también se contará con datos provenientes de entrevistas dirigidas y datos cualitativos que ayudarán a proponer posibles explicaciones a los fenómenos investigados.

2.1.2 Objetivos de la Investigación

a) Objetivo General

Elaborar un Diagnóstico del Mercado Laboral para el Ingeniero Químico a Nivel Nacional con el fin de establecer una base para la actualización del programa de estudios la carrera de Ingeniería Química.

b) Objetivos Específicos

- Evaluar la disponibilidad actual de apertura de las diversas empresas para la contratación de Ingenieros Químicos en El Salvador.
- Cuantificar la oferta de profesionales de Ingeniería Química en el Mercado Laboral.
- Identificar las fortalezas y debilidades de la formación académica del Ingeniero Químico que han abierto o limitado su campo de acción.
- Caracterizar el Mercado Laboral para los profesionales de Ingeniería Química.

- Conocer la aceptación de Ingenieros Químicos graduados de la Universidad de El Salvador, por parte de empresas o instituciones en el ámbito nacional.
- Formular recomendaciones orientadas a fortalecer el desempeño, la capacidad y competitividad del Ingeniero Químico a partir de los resultados del diagnóstico.

2.1.3 Hipótesis de Investigación

Introducción:

“La formación del Ingeniero Químico de la Universidad de El Salvador es adecuada para responder a las principales necesidades del mercado laboral y facilitar su participación en la construcción de un desarrollo sostenible en El Salvador”.

2.1.4 Justificación de la Investigación

Las economías actuales atraviesan un notorio proceso de redefinición. Los mercados de consumo están segmentándose cada vez más y el grado de especialización para satisfacer la demanda de estos nichos aumenta de una manera sin precedentes. Empresas altamente diversificadas están surgiendo y se cuestiona la estructura piramidal de las industrias con el fin de sustituir las grandes estructuras por formas de organización que permitan mayor agilidad en el mercado y este es solo el comienzo de una verdadera revolución post-industrial.

Sin duda que uno de los capitales más preciados en este contexto es el conocimiento.

Hoy más que nunca se hace necesario revisar la pertinencia de los procesos de formación del Ingeniero Químico con el fin de optimizar su aptitud para insertarse en esta nueva economía emergente. Esto es imperativo, no hay que esperar más, incluso debe acelerarse el análisis en la mejor medida posible para que los profesionales de Ingeniería

Química no solo aprovechen las nuevas oportunidades si no que las fabriquen para construir un desarrollo sostenible.

Como precursor de este proceso de cambio, el diagnóstico del mercado laboral del Ingeniero Químico es una herramienta indispensable.

Su correcta interpretación hará posible establecer directrices para útiles para actualizar el actual plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador, con el fin de formar nuevos profesionales capaces participar de manera productiva o incluso a dirigir los cambios en esta nueva economía.

2.1.5 Necesidad de Información

Para llevar a cabo la investigación se necesita tener conocimiento sobre:

- ¿Cuál es el mercado laboral?
- Antecedentes Históricos de la carrera
- Investigaciones Previas
- Herramientas Estadísticas

Es importante conocer cada uno de estos aspectos previamente a la realización del diagnóstico.

2.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN UTILIZADOS

Los métodos de recolección de datos más utilizados son: la comunicación y la observación. En investigaciones concluyentes, en donde la fuente de datos son los encuestados, el diseño de la investigación requiere un método estructurado de recolección de datos, capaz de suministrar datos válidos y apropiados. Las formas de recolección de datos son un componente céntrico en la investigación. Para métodos de

comunicación de encuestados, el instrumento de recolección de datos es el cuestionario.(Hauge) (Ver ANEXO IIa).

En este caso en particular se utilizó la encuesta como fuente de recolección de datos, la encuesta utilizada es de tipo estructurado, con preguntas cerradas y abiertas. Las encuestas están dirigidas a Profesionales de Ingeniería Química radicados en El Salvador, y a Empresas relacionadas el proceso químico, donde se espera que laboren Ingenieros Químicos.

Cuestionario dirigido a Profesionales de Ingeniería Química.

El método de recolección que se utilizó para este, fue la entrevista personal. Este cuestionario presenta una estructura de cuatro partes, las cuales se detallan a continuación:

1. Datos generales de Identificación
2. Demanda del Ingeniero Químico en el mercado laboral salvadoreño
3. Análisis del plan curricular de estudios
4. Profesionales de otras especialidades que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado laboral

Específicamente cada una de las partes se utiliza para recopilar la información siguiente:

1. Datos generales de Identificación:
 - Universidad en la que obtuvo su título profesional
 - Año en el cual se graduó
 - Estudios de Post-gradados realizados (País y título obtenido)

- Sexo

2. Demanda del Ingeniero Químico

- Año en el que obtuvo su primer empleo
- Situación actual de empleo
- Cargo desempeñado actualmente
- Empresas relacionadas al proceso químico en las que ha laborado
- Secuencia de cargos desempeñado

3. Análisis del plan curricular de estudios

- Nivel de importancia de las materias que conforman el pensum de estudios
- Conocimientos, habilidades y destrezas adicionales que considera influyentes en la contratación
- Dominio de conocimientos, habilidades y destrezas adicionales

4. Profesionales de otras especialidades que compiten con el Ingeniero Químico en el mercado laboral

- Tipos de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado

Además de cada una de las partes detalladas, se presenta una pregunta orientada a conocer el grado de satisfacción del profesional con respecto a su carrera.(Ver modelo de encuesta en ANEXO IIb)

Cuestionario dirigido a Empresas

Los métodos de recolección que se utilizaron fueron los siguientes: entrevista personal, entrevista telefónica o entrevista vía fax. Este cuestionario presenta una estructura de tres partes, las cuales se detallan a continuación:

1. Información general
2. Información de empresas empleadoras de Ingenieros Químicos
3. Competencia en el mercado

Básicamente cada una de las partes se utiliza para recopilar la información siguiente:

1. Información general:
 - a. Nombre de la empresa
 - b. Actividad
 - c. Sector
 - d. Emplea Ingenieros Químicos
 - e. Contrata Ingenieros químicos de la universidad de El salvador
 - f. Contrata Ingenieros químicos de otras universidades
2. Información de empresas empleadoras de Ingenieros Químicos
 - a. Áreas de contratación de Ingenieros Químicos
 - b. Preferencias por Ingenieros Químicos especializados

- c. Conocimientos complementarios prioritarios
 - d. Preferencias por edad
 - e. Preferencias por sexo
3. Profesionales de otras especialidades que compiten con el Ingeniero Químico en el mercado laboral (Ver modelo de encuesta en ANEXO IIc).

2.3 METODOLOGIA PARA LA REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL MERCADO LABORAL

2.3.1 Investigación Tipo Survey

La investigación survey es de tipo social, concluyente a nivel descriptivo, el resultado que se obtiene es de carácter cuantitativo y de forma general. Es decir, los datos concluyentes provienen de lo que se conoce como “ Mapeo” o “Survey. Este mapeo muestra un panorama general de cómo se encuentra la situación actual de un fenómeno, pero la metodología Survey no pretende explicar el porqué de la situación actual, ya que eso correspondería a un estudio posterior, también de tipo social y concluyente pero con el fin de determinar las causas del fenómeno en estudio.

La metodología Survey pretende describir el fenómeno y así volverse un insumo para una investigación de tipo causal y explicativa de éste, que buscaría proponer planteamientos de potencialización de los aspectos positivos, corrección de los negativos e innovación sobre rubros desconocidos.

Por todo lo anterior la Metodología Survey se vuelve idónea para el diagnóstico a realizar, pues se pretende alcanzar la descripción del mercado laboral del Ingeniero

Químico lo cual se espera, sea un insumo importante para la orientación de la actualización curricular a realizarse sobre el plan actual 1998.

2.3.2 Definición de la población

La población de estudio para el diagnóstico de Mercado Laboral es de dos tipos:

- a) Los Ingenieros Químicos graduados de La Universidad de El Salvador, Universidad José Simeón Cañas y Universidad Politécnica de El Salvador, e Ingenieros Químicos salvadoreños graduados en universidades extranjeras.
- b) Las Empresas o Instituciones salvadoreñas donde se espera la presencia de Ingenieros Químicos.

Caracterización de La Población:

- ***OFERTA.***

La oferta se caracterizará estableciendo dos subgrupos de estudio dentro de la población de Ingenieros Químicos radicados en El Salvador:

- Graduados de la Universidad de El Salvador
- Graduados de otras universidades nacionales y extranjeras

- ***DEMANDA.***

Como demanda se entenderá: El conjunto de Empresas e Instituciones en los cuales se esperaría la presencia de un Ingeniero Químico, basados en el giro a que se dedica ésta.

Las características comunes que poseen los elementos de la población son:

- Rubros de la actividad económica en los cuales se concentra el mayor número de Ingenieros Químicos en El Salvador.

- Principales roles que desempeñan los Ingenieros Químicos económicamente activos.
- Principales necesidades del mercado laboral que deben considerarse para la formación actual del Ingeniero Químico.
- Facilidad con la que el Ingeniero Químico se inserta en el ámbito profesional en el mercado laboral.
- Determinación de los estudios de post- grado como factor determinante en el rol que desempeña el Ingeniero Químico y en la jerarquía que ocupa.
- Preferencias hacia la contratación del Ingeniero Químico según la Universidad de Procedencia
- Áreas académicas que deberán reforzarse, añadirse o eliminarse en la formación del Ingeniero Químico según las necesidades del mercado laboral.
- Porcentaje de Ingenieros Químicos que no se desempeñan en su campo profesional tradicional.

Selección de la Muestra.

En base a lo anterior, se acordó realizar un muestreo tipo estratificado. Para el caso de la oferta, se realizará tomando como estrato el género del profesional graduado (hombres y mujeres).

En el caso de la demanda, se clasifica en estratos con los rubros: Industria, Comercio, Servicios. Los subestratos de estos son: Grande, Mediana y Pequeña, además se encuentran también los estratos Instituciones Gubernamentales y Organizaciones No Gubernamentales. La información que define la población oferta, está tomada de los registros académicos de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, Universidad Politécnica de

El Salvador. También forman parte de la oferta, Ingenieros graduados en universidades extranjeras cuyo número no pudo ser determinado con exactitud debido que gran parte de ellos no se han incorporado ni están registrados en las instancias gubernamentales respectivas. La información que define la población demanda proviene del registro de Empresas e Instituciones de la Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC). Ambas poblaciones son de existencia real y de tipo finito por lo que se aplicará un muestreo para poblaciones finitas.

2.3.3 Definición del Marco Muestral

Como se mencionó anteriormente, el muestreo por aplicar será sobre poblaciones finitas. Se ha elegido el tipo de muestreo aleatorio estratificado debido a que las poblaciones presentan características de heterogeneidad tales que resulta más conveniente que se subdividan en subgrupos más homogéneos, como lo sugiere la teoría para este tipo de poblaciones.

La conformación de las poblaciones en estudio se detallan en los ANEXOS IIIa y IIIb.

2.3.4 Selección del Tamaño de la Muestra

Muestra de Profesionales en Ingeniería Química.

a) Marco Muestral

El marco muestral a partir del cual se seleccionará la muestra, se especifica en el Cuadro 2.1.

b) Selección de la Muestra

1. Estratos

Se divide en dos grandes estratos mutuamente excluyentes: Mujeres y Hombres. Todos han sido graduados de las diferentes universidades que han impartido la carrera de Ingeniería Química en el período comprendido entre 1965 y 2001.

El Cuadro 2.1 especifica el número de hombres y mujeres que se han graduado en el período señalado, sin embargo, los datos sobre los cuales se basan los cálculos son solamente los totales.

De tal manera que:

N = Población total de profesionales

N_1 = Hombres Graduados entre 1965 y 2001 = 449

N_2 = Mujeres Graduadas entre 1965 y 2001 = 304

$$N = N_1 + N_2 = 449 + 304 = 753$$

2. Tamaño de Muestra

Para seleccionar el tamaño de muestra se determinará la proporción de la población de cada uno de los dos estratos elegidos según el siguiente procedimiento:

Cuadro 2.1 Profesionales de Ingeniería Química de diferentes Universidades de El Salvador graduados entre 1970 y 2001

UNIVERSIDAD	MASCULINO	FEMENINO	TOTAL
UES ¹	231	121	352
UCA	190	154	344
UPES	28	29	57
Universidades Extranjeras	Número no definido	Número no definido	Número no definido
TOTALES	449	304	753

¹ Los graduados de la UES incluyen: Licenciados en Química Industrial, Doctores en Química Industrial e Ingenieros Químicos.

c) Proporción por Estrato

Para el estrato 1 (Hombres)

$$W_1 = \frac{449}{753} = 0.596$$

Para el estrato 2 (Mujeres)

$$W_2 = \frac{304}{753} = 0.404$$

d) Varianza por Estrato

Donde asumimos: $P_n = 0.5$ y $Q_n = 0.5$

Para el estrato 1 (Hombres)

Para el estrato 2 (Mujeres)

$$S_1^2 = \frac{449}{(449-1)}(0.5 \times 0.5) = 0.2506 \quad S_2^2 = \frac{304}{(304-1)}(0.5 \times 0.5) = 0.2508$$

e) Determinación de Tamaño de Muestra

$$n = \frac{(W_1 S_1^2) + (W_2 S_2^2)}{\left(\frac{E}{Z}\right)^2 + \left(\frac{1}{N}\right) [(W_1 S_1^2) + (W_2 S_2^2)]}$$

donde:

n = Tamaño de muestra

W_i = Proporción del estrato

S_i = Varianza del estrato

E = Error

Z = Coeficiente de valores bajo la curva normal

N = Población

$$n = \frac{(0.596 \times 0.2506) + (0.404 \times 0.2508)}{\left(\frac{0.1}{1.96}\right)^2 + \left(\frac{1}{753}\right)} [(0.596 \times 0.2506) + (0.404 \times 0.2508)] = 85.38$$

$$n = 86$$

f) Distribución de la Muestra en cada Estrato

Para un 10% de error:

Tamaño de muestra estrato 1

$$h_1 = W_1 n = 0.596 \times 85 = 50.66$$

Aproximando a $h_1=51$

Tamaño de muestra estrato 2

$$h_2 = W_2 n = 0.404 \times 85 = 34.34$$

Aproximando a $h_2=34$

Se calculó el tamaño de la muestra para un error del 10% considerando el tiempo que se tardaría el grupo en pasar las encuestas. Hay que tomar en cuenta que este tiempo se sumará al tiempo que se tardará el grupo para recolectar las encuestas para la población de empresas.

Muestra de Empresas.

a) Marco Muestral

El marco muestral a partir del cual se seleccionará la muestra, se especifica en el cuadro 2.2, en donde se divide la población global en cinco estratos: Industria, comercio, servicios, organizaciones no-gubernamentales y organizaciones gubernamentales. A su

vez se han elegido tres subgrupos para cada uno de los estratos: Pequeña, mediana y grande en base al número de empleados.

b) Selección de la Muestra

1. Estratos

Se divide en cinco grandes estratos mutuamente excluyentes, como ya se especificó y se detalla en el Cuadro 2.2.

Las organizaciones se han elegido de la base de datos de DIGESTYC 1999 (ANEXO IIIb), según la actividad económica desempeñada. El Cuadro 2.3 presenta los totales por estrato.

De tal manera que

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5$$

Donde:

N = Población de Empresas

N1 = Empresas del sector Industria

N2 = Empresas del sector Comercio

N3 = Empresas del sector Servicios

N4 = Organizaciones No- Gubernamentales

N5 = Organizaciones Gubernamentales

$$N = 241 + 117 + 22 + 4 + 6 = 390$$

Cuadro 2.2 Organizaciones empresariales e instituciones relacionadas con campo de acción del Ingeniero Químico

Estrato		Cantidad	Participación
1	<i>Industria</i>	<i>241</i>	<i>100%</i>
	Pequeña	75	31.12%
	Mediana	63	26.14%
	Grande	103	42.74%
2	<i>Comercio</i>	<i>117</i>	<i>100%</i>
	Pequeña	79	67.52%
	Mediana	20	17.09%
	Grande	18	15.38%
3	<i>Servicios</i>	<i>22</i>	<i>100%</i>
	Pequeña	16	72.73%
	Mediana	2	9.09%
	Grande	4	18.18%
4	<i>Organizaciones no-gubernamentales</i>	<i>4</i>	<i>100%</i>
5	<i>Organizaciones gubernamentales</i>	<i>6</i>	<i>100%</i>

Fuente: Base de datos de empresas e instituciones, Censo 1999. Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC). Selección de empresas relacionadas al proceso químico en El Salvador.

Cuadro 2.3 Estratos definidos de la población con sus respectivos tamaños.

Estrato	Definición	Cantidad (N_n)
h_1	Industria	241
h_2	Comercio	117
h_3	Servicios	22
h_4	Organizaciones no-gubernamentales	4
h_5	Organizaciones gubernamentales	6

Donde:

h_i = tamaño de muestras por estrato

2. Tamaño de Muestra

Para seleccionar el tamaño de muestra se determinará la proporción de la población de cada uno de los dos estratos elegidos según el siguiente procedimiento:

c) Proporción por Estrato

Para el estrato 1

$$W_1 = \frac{241}{390} = 0.62$$

Para el estrato 2

$$W_2 = \frac{117}{390} = 0.30$$

Para el estrato 3

$$W_3 = \frac{22}{390} = 0.0564$$

Para el estrato 4

$$W_4 = \frac{4}{390} = 0.01026$$

Para el estrato 5

$$W_5 = \frac{6}{390} = 0.01538$$

d) Varianza por Estrato

Donde asumimos: $P_n = 0.5$ y $Q_n = 0.5$

Para el estrato 1

$$S_1^2 = \frac{241}{(241-1)}(0.5 \times 0.5) = 0.251$$

Para el estrato 2

$$S_2^2 = \frac{117}{(117-1)}(0.5 \times 0.5) = 0.2522$$

Para el estrato 3

$$S_3^2 = \frac{22}{(22-1)}(0.5 \times 0.5) = 0.2619$$

Para el estrato 4

$$S_4^2 = \frac{4}{(4-1)}(0.5 \times 0.5) = 0.3333$$

Para el estrato 5

$$S_5^2 = \frac{6}{(6-1)}(0.5 \times 0.5) = 0.3000$$

e) Determinación de Tamaño de Muestra

$$\sum_{n=1}^L W_n S_n^2 = 0.25358$$

$$n = \frac{\sum_{n=1}^L W_n S_n^2}{\left(\frac{E}{Z}\right)^2 + \left(\frac{1}{N}\right)\left(\sum_{n=1}^L W_n S_n^2\right)}$$

donde:

n = Tamaño de la muestra

W = Proporción del estrato

S = Varianza del estrato

N = Población

E = Error

Z = Coeficiente de valores bajo la curva normal

Por lo tanto
$$n = \frac{0.25358}{\left(\frac{0.1}{1.96}\right)^2 + \left(\frac{1}{390}\right)(0.25358)} = 77.41$$

$$n = 78$$

Distribución de la Muestra en Cada Estrato

El Cuadro 2.4 muestra el número de encuestas que deben realizarse según la variación del porcentaje de error que se elija.

Cuadro 2.4 Tamaño de muestra por error con sus respectivos tiempos (total e individual)

L	n	T _u Encuesta (Días)	T _T (Días)
10%	77	3/Día	25
9%	91	3/Día	30
8%	108	3/Día	36
7%	130	3/Día	43
6%	157	3/Día	52
5%	192	3/Día	64
1%	363	3/Día	121

Para un 10% de error:

Tamaño de muestra estrato 1

$$h_1 = W_1 n = 0.6179 \times 77 = 47.57$$

Aproximando a $h_1=48$

Tamaño de muestra estrato 3

$$h_3 = W_3 n = 0.0564 \times 77 = 4.34$$

Aproximando a $h_3= 4$

Tamaño de muestra estrato 5

$$h_5 = W_5 n = 0.0154 \times 77 = 1.185$$

Aproximando a $h_5= 1$

Tamaño de muestra estrato 2

$$h_2 = W_2 n = 0.30 \times 77 = 23.1$$

Aproximando a $h_2=23$

Tamaño de muestra estrato 4

$$h_4 = W_4 n = 0.0102 \times 77 = 0.78$$

Aproximando a $h_4=1$

Se tomo el tamaño de la muestra para un error del 10% por el tiempo que se tardaría el grupo en pasar las muestras. En el cuadro 2.5 se resume el número de encuestas a realizar por estrato y el detalle por cada subgrupo según la participación respectiva en base al marco muestral.

Cuadro 2.5 Tamaño muestral definido por estratos y sus porcentajes de participación para un error del 10%

<i>Estrato</i>	<i>Participación</i>	<i>h</i>
Industria		48
Pequeña	31.12%	15
Mediana	26.14%	13
Grande	42.74%	20
Comercio		23
Pequeña	67.52%	15
Mediana	17.09%	4
Grande	15.39%	4
Servicios		5
Pequeña	72.73%	3
Mediana	9.09%	1
Grande	18.18%	1
Organizaciones no-gubernamentales		1
Organizaciones gubernamentales		1
	TOTAL	77

h = tamaño de muestra por estrato

3.0 RECOLECCIÓN Y TABULACIÓN DE DATOS DEL DIAGNÓSTICO DEL MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO.

En este capítulo se presenta el análisis descriptivo de los datos, obtenidos a partir de los instrumentos de medición que fueron diseñados para caracterizar cada una de las poblaciones objetivo (ANEXOS IIa y IIb). Estos resultados están ordenados según el correlativo que corresponde a cada una de las preguntas en las dos diferentes encuestas.

Para ambas poblaciones, la muestra real obtenida excedió a la muestra teórica calculada para un error del 10% (Sección 2.3.4), por lo tanto se procedió a ajustar el error según la recopilación real de datos, obteniéndose un error de 9.04% para la muestra de profesionales y de 6.83% para la muestra de empresas (ANEXO IV).

3.1 DATOS RECOLECTADOS DE LA ENCUESTA A PROFESIONALES EN INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Y DE OTRAS UNIVERSIDADES.

3.1.1 Información general de estudios realizados por los profesionales encuestados de Ingeniería Química

Los datos para caracterizar la población de profesionales fueron obtenidos a partir de una muestra de 102 profesionales de los cuales 61 son de género masculino y 41 de género femenino. A continuación se presentan el análisis descriptivo de los datos por pregunta:

Pregunta No 1.¿En qué universidad obtuvo su título profesional? (Ver cuadro 3.1)

Objetivo: Conocer en El Salvador la procedencia de profesionales graduados en la carrera de Ingeniería Química, según la Universidad de estudios.

Cuadro 3.1 Distribución de los profesionales encuestados según universidad de graduación y género

Universidad	Género	Número de Profesionales			Porcentaje (%)		
		M	F	T	M	F	T
Universidad de El Salvador		35	23	58	57.4	56.1	56.9
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas		15	14	29	24.6	34.1	28.4
Universidad Politécnica de El Salvador		2	2	4	3.3	4.9	3.9
Universidad Extranjera		9	2	11	14.7	4.9	10.8
TOTAL		61	41	102	100	100	100

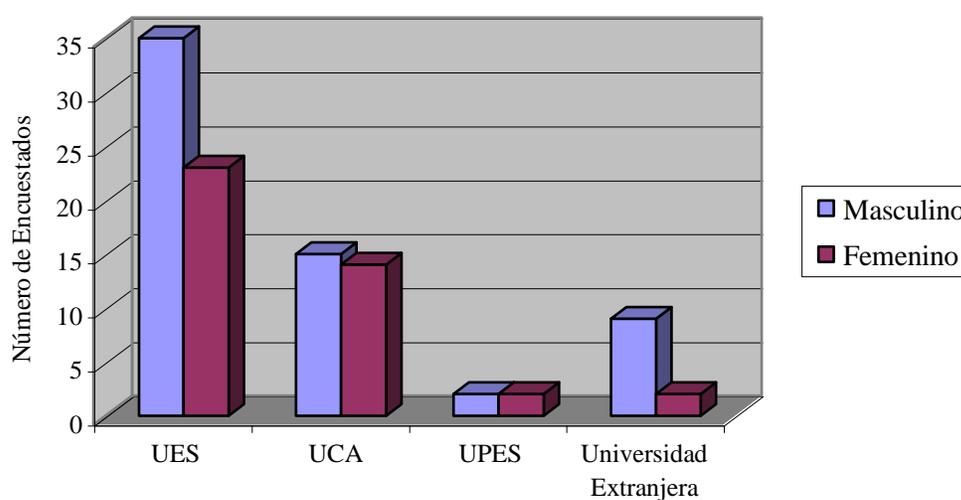


Figura 3.1 Distribución de los profesionales encuestados según universidad de graduación y género

Observación: De la Figura 3.1 se observa que la mayor parte de los encuestados son graduados de la Universidad de El Salvador (58 graduados, representando un 56.9% de la muestra) de los cuales 35 son del sexo masculino y 23 son del sexo femenino.

Con respecto a los profesionales graduados de otras Universidades Nacionales (Universidad José Simeón Cañas y Universidad Politécnica), se observa que de los 33 encuestados, 17 son del sexo masculino y 16 del sexo femenino. Finalmente con

respecto a los graduados de Universidades extranjeras (11 en total), 9 son del sexo masculino mientras que las 2 restantes son del sexo femenino. En los tres casos observados se encuestó un número mayor de profesionales hombres que mujeres.

Pregunta No 2.¿En qué año se graduó como Ingeniero Químico? (ver Cuadro 3.2)

Objetivo: Conocer la distribución por década de profesionales graduados en la muestra (período antes de 1980 a 2001).

Cuadro 3.2 Distribución de los profesionales encuestados según año de graduación

Año de graduación	Género	Número de Profesionales			Porcentaje (%)		
		M	F	T	M	F	T
2000-2001		6	9	15	9.8	22.0	14.7
1990-1999		22	16	38	36.1	39.0	37.3
1980-1989		13	15	28	21.3	36.6	27.5
Antes de 1980		20	1	21	32.8	2.4	20.6

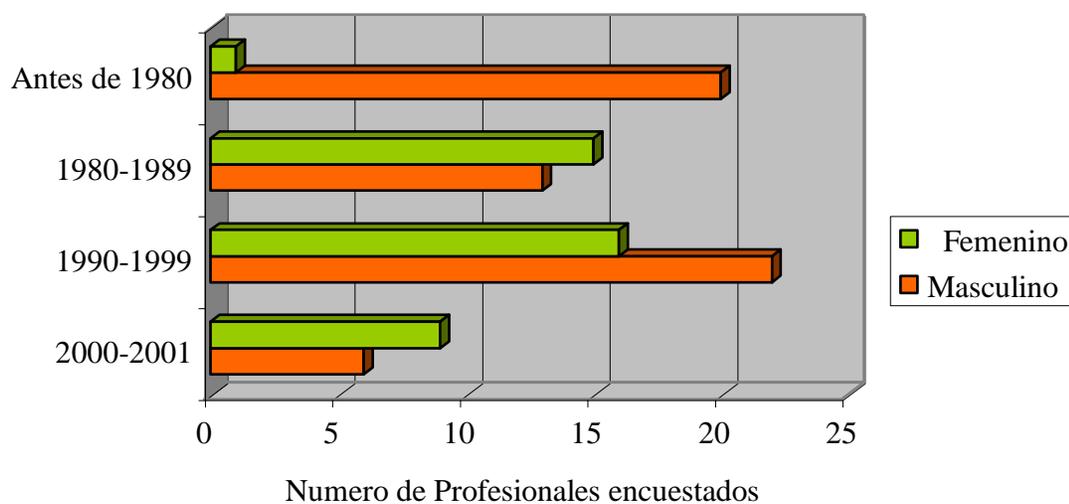


Figura 3.2 Distribución de los profesionales encuestados según año de graduación

Observación: del cuadro 3.2 y la figura 3.2 se observa que el mayor número de profesionales encuestados se graduaron en el período comprendido entre 1990 a 1999, (38 profesionales en total) siguiéndolo, en frecuencia de graduaciones, el período comprendido entre los años 1980 a 1989 (28 profesionales en total). Es interesante observar que antes de 1980, el mayor porcentaje de los graduados fueron de género masculino, con una diferencia substancial; sin embargo, en los siguientes períodos se observa una tendencia de crecimiento en la participación de mujeres graduadas, de tal manera que en los últimos años se encontró en la muestra una mayor participación de mujeres, especialmente en los últimos dos años comprendidos en el período de estudio.

Pregunta No 3.¿Ha realizado estudios de post-grado?. (Ver Cuadros 3.3 y 3.4)

Objetivo: Conocer la cantidad Profesionales que han realizado estudios de Post-grado, las áreas de especialización, el grado académico obtenido y las instituciones donde han obtenido este grado; para verificar si esta condición favorece la contratación y la calidad del empleo en el mercado laboral.

Cuadro 3.3 Distribución de profesionales según grado de especialización académica y género

Género	Número de Profesionales			Porcentaje (%)		
	M	F	T	M	F	T
Respuesta						
Sí ha realizado estudios de postgrado	30	16	46	49.2	39.0	45.09
No ha realizado estudios de postgrado	31	25	56	50.8	61.0	54.90
TOTAL	61	41	102	100	100	100

Cuadro 3.4 Distribución por tipo de post-grado estudiado y género (profesionales que contestaron afirmativamente la pregunta No. 3)

Tipo de Post-grado	Género	Número de Profesionales			Porcentaje (%)		
		M	F	T	M	F	T
Doctorado		1	2	3	3.3	12.5	6.5
Maestría		14	7	21	46.7	43.8	45.7
Diplomado y cursos cortos de Post-grado		11	6	17	36.7	37.5	36.9
Otra Carrera Profesional		4	1	5	13.3	6.3	10.9
TOTAL		30	16	46	100	100	100

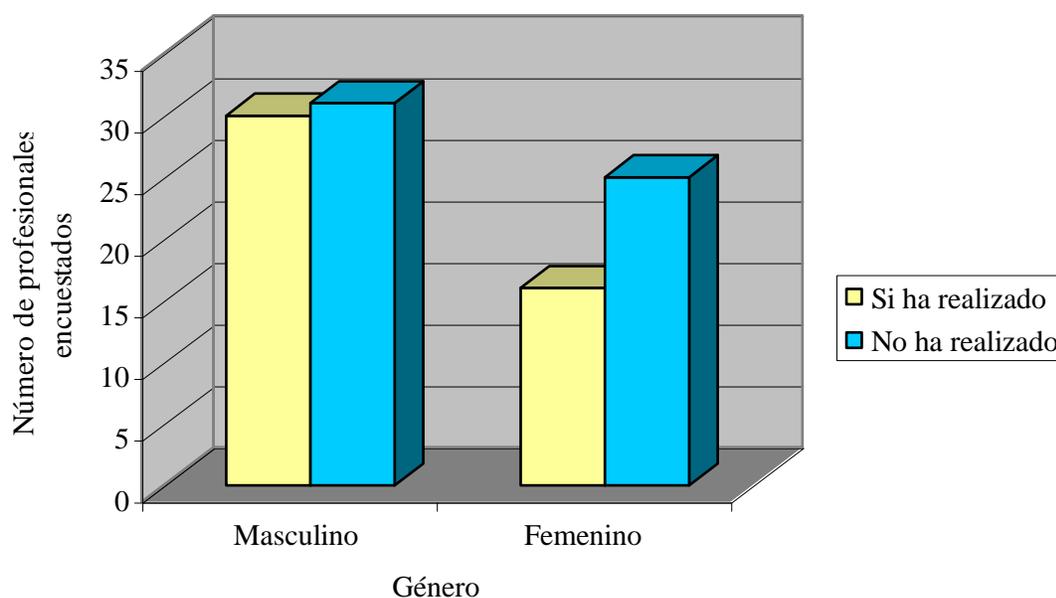


Figura 3.3 Distribución de profesionales según grado de especialización académica y género

Observación: Cerca del 45% de los profesionales encuestados han realizado estudios de Post-grado (46 profesionales de la muestra de 102), siendo cerca del 65% de ellos de género masculino (30 profesionales, ver Cuadro 3.3). La mayoría de especialistas encuestados tienen grado de Maestría (21 profesionales en total), seguido los profesionales que han realizado estudios de Diplomado (13 profesionales en total). Los profesionales que han estudiado una segunda carrera universitaria ocupan el tercer lugar, principalmente Licenciaturas en Administración de Empresas y Química y Farmacia.

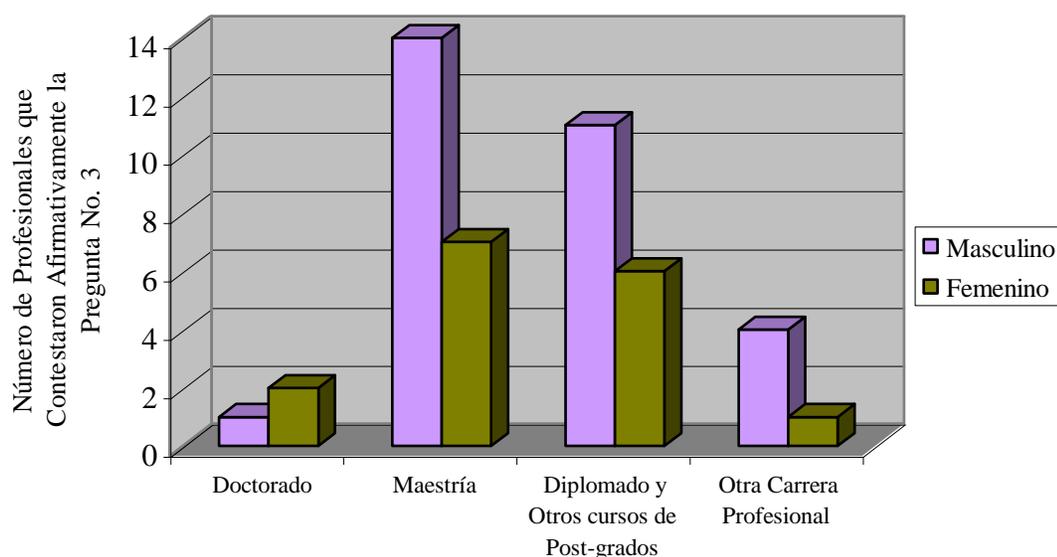


Figura 3.4 Distribución por tipo de post-gradado estudiado y género (profesionales que contestaron afirmativamente la pregunta no. 3)

En el Cuadro 3.5 se presentan las áreas de mayor interés, que los profesionales encuestados cursan en estudios de post-gradado. Se observa que el área Administrativa se constituye en la de mayor frecuencia (20 profesionales), seguida de áreas técnicas relacionadas con Ingeniería Química (14 profesionales). En tercer lugar se encuentra el área de Gerencia y Supervisión de ventas (4 profesionales).

Cuadro 3.5 Principales áreas de especialización de los profesionales que han realizado estudios de post-grado

<i>Área de estudio de Post-grado</i>	<i>Género</i>		<i>Número de profesionales y Tipo de Post-grado</i>							
	<i>Masculino</i>					<i>Femenino</i>				
	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>Total</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>Total</i>
Áreas administrativas y ventas										
Administrativa		9	2	4	15		3	1	1	5
Ventas: Gerencia y Supervisión			1		1			3		3
Áreas técnicas afines a la I.Q.										
Calidad: Aseguramiento y Planeación			1		1					0
Ciencia y Tecnología de Alimentos					0		1			1
Materiales: Polímeros			2		2					0
Sistemas de Manufactura		1			1					0
Agroindustria					0		1			1
Bio Recursos	1	1			2					0
Ing. Química		1			1		1			1
Energía Nuclear		1			1					0
Farmacéutica		1	1		2			1		1
Otras áreas										
Educación Superior			1		1					0
Nutrición Animal			1		1	1	1			2
Medio Ambiente					0			1		1
Geología			1		1					0
Química Biológica					0	1				1
Electrónica			1		1					0
TOTAL	1	14	11	4	30	2	7	6	1	16

D: Estudios de doctorado	C: Cursos cortos y diplomados
M: Estudios de maestría	L: Estudios de otra carrera profesional

3.1.2 Empleo y fuentes de empleo de los profesionales en Ingeniería Química encuestados.

Las preguntas 4 a 9 investigan antecedentes laborales de los profesionales encuestados, así como aspectos sobre su situación actual de empleo.

Pregunta No. 4 ¿En qué momento obtuvo su primer empleo como Ingeniero Químico? (Cuadros 3.6 y 3.7)

Objetivo: Determinar el momento en el que los profesionales encuestados obtuvieron su primer empleo desempeñando labores relacionadas con su formación académica.

Cuadro 3.6 Obtención del primer empleo profesional. Distribución por género

<i>Factor</i>	<i>Género</i>		<i>Número de Profesionales</i>			<i>Porcentaje (%)</i>		
	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>Total</i>	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>Total</i>		
Antes de graduarse	51	27	78	83.7	65.8	76.5		
Después de graduarse	8	12	20	13.1	29.3	19.6		
Nunca ha trabajado como I.Q.*	1	2	3	1.6	4.9	2.91		
No respondió	1	0	1	1.6	0	0.98		
TOTAL	61	41	102	100	100	100		

* I.Q.: Ingeniero Químico

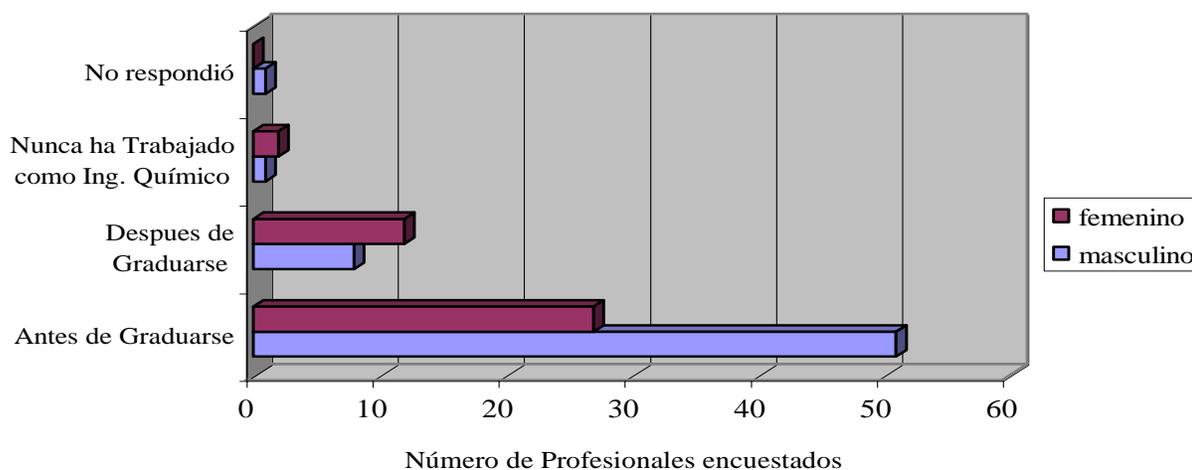


Figura 3.5 Obtención del primer empleo profesional. Distribución por género

Observación: La mayor parte de los encuestados obtuvieron su primer empleo profesional antes de graduarse (78 profesionales, que representan el 76.5%), comportamiento que se repite para ambos géneros; el 19.6% lo obtuvieron después de graduarse y solo el 2.9% afirman nunca haber trabajado como Ingenieros Químicos.

Cuadro 3.7 Obtención del primer empleo profesional. distribución por universidad de procedencia

Factor	Universidad									
	UES	UCA	UPES	U.E.**	Total	UES	UCA	UPES	U.E.**	Total
Antes de graduarse	51	16	2	9	78	89.5	55.2	50	81.8	77.23
Después de graduarse	4	12	2	2	20	7.0	41.4	50	18.2	19.8
Nunca ha trabajado como I.Q.*	2	1	0	0	3	3.5	3.4	0	0	2.97
TOTAL	57	29	4	11	101	100	100	100	100	100

* I.Q.: Ingeniero Químico

** U.E.: Universidad Extranjera

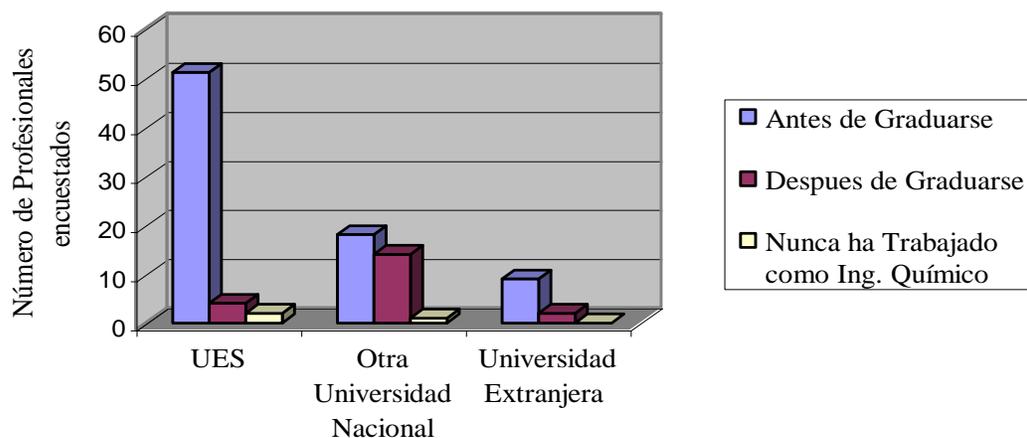


Figura 3.6 Obtención del primer empleo profesional. Distribución por universidad de procedencia

Observación: El Cuadro 3.7 y la Figura 3.6 confirman que la mayoría de los profesionales encuestados, tanto graduados en universidades nacionales como extranjeras, obtuvieron su primer empleo como Ingenieros Químicos antes de graduarse. Este resultado es más acentuado en el caso de los profesionales procedentes de la Universidad de El Salvador.

Pregunta No 5 ¿Cargo que desempeña Actualmente?

Objetivo: Conocer los roles que desempeñan los Ingenieros Químicos encuestados

Cuadro 3.8 Principales cargos que desempeñan los profesionales en Ingeniería Química dentro del campo laboral.

<i>Cargo general que desempeña</i>	<i>Cargo específico que desempeña</i>	<i>Número de Profesionales</i>			<i>Porcentaje (%)</i>		
		<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>
Ingeniero de Procesos		7	4	11	11.50	9.80	10.78
Educación Universitaria		11	5	16	18.00	12.20	15.69
Asesor Técnico	Asesoría Administrativa	1	0	1	1.64	0.00	0.98
	Asesoría de Proyectos	1	0	1	1.64	0.00	0.98
	Asesoría de Control de Calidad	1	1	2	1.64	2.40	1.96
Gerencia de Producción		20	0	20	32.80	0.00	19.61
Gerencia Administrativa		0	1	1	0.00	2.40	0.98
Gerencia de Control de Calidad		0	3	3	0.00	7.30	2.94
Jefatura	Jefatura de Producción	10	4	14	16.40	9.80	13.73
	Jefatura de Control de Calidad	0	4	4	0.00	9.80	3.92
	Jefatura de Laboratorio Químico	1	0	1	1.64	0.00	0.98
Técnico de Control de Calidad		1	2	3	1.64	4.90	2.94
Químico Analista o Formulador		2	5	7	3.30	12.20	6.86
Analista de Procesos		0	1	1	0.00	2.40	0.98
Asistente Técnico		1	3	4	1.64	7.30	3.92
Ventas		4	4	8	6.60	9.80	7.84
Auditor		0	1	1	0.00	2.40	0.98
Ninguno		0	3	3	0.00	7.30	2.94
No respondió		1	0	1	1.64	0.00	0.98
TOTAL		61	41	102	100.00	100.00	100.00

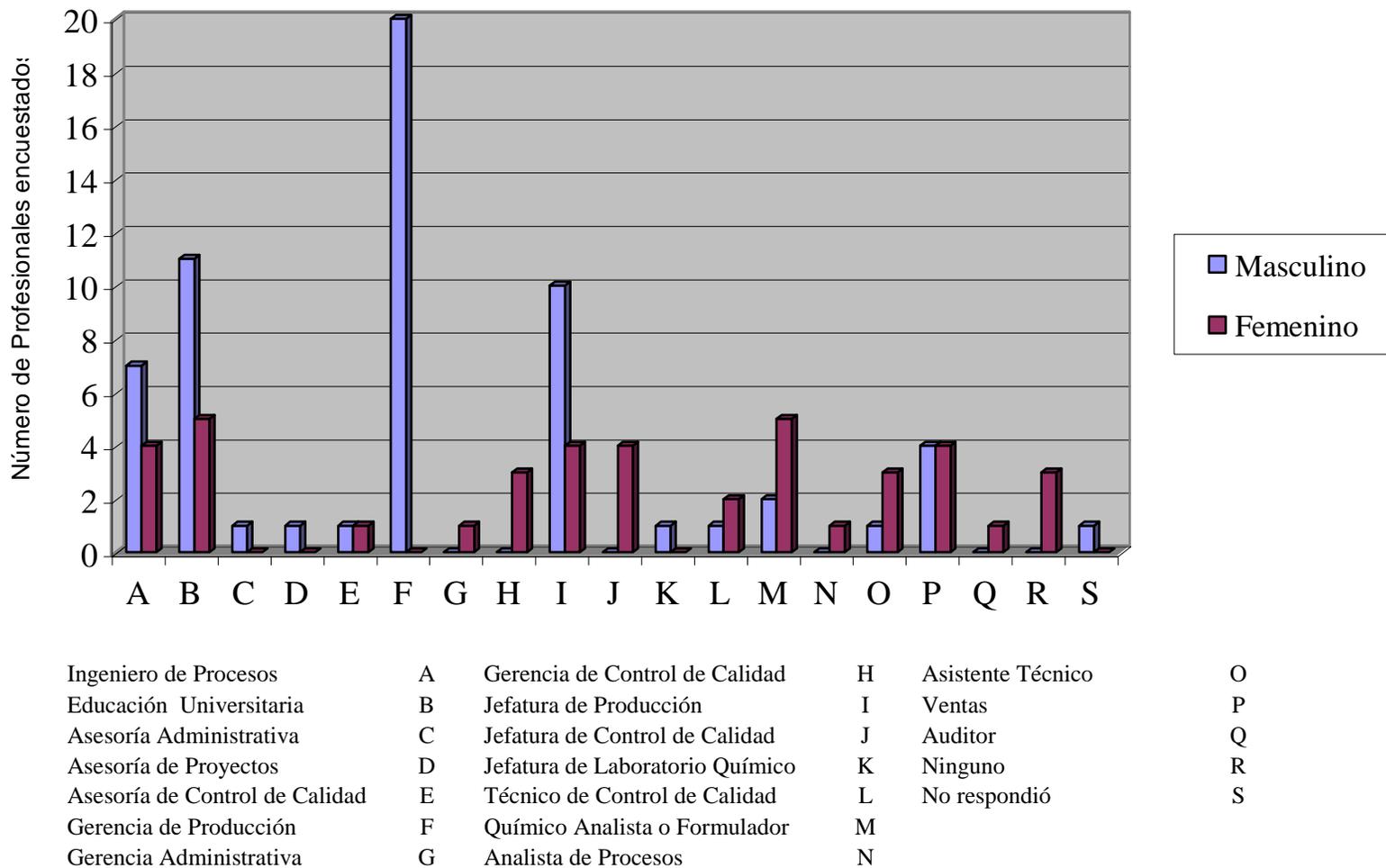


Figura 3.7 Principales cargos que desempeñan los profesionales en Ingeniería Química dentro del campo laboral

Observaciones: En la muestra, el mayor porcentaje de Ingenieros Químicos hombres se desempeñan en Gerencias (32.80 % de los Ingenieros de género masculino, ver Cuadro 3.8) o Jefaturas de Producción (16.40 %), seguido de actividades en el área de educación universitaria e Ingeniería de Procesos. La mayoría de Ingenieros mujeres se desempeñan como Químico Analista Formulator (12.20 % de las ingenieras), seguido de actividades en el área de educación universitaria, jefaturas en producción y control de calidad. Como se observa, las áreas técnicas son predominantes en cuanto a los cargos desempeñados en el mercado laboral.

Pregunta No 6. ¿Durante su trayectoria como Ingeniero Químico en cuántas empresas o Instituciones relacionadas con la profesión ha laborado?

Objetivo: Conocer el número de empleos en los que se han desempeñado como Ingeniero Químico los profesionales encuestados. (ver Cuadro 3.9)

Cuadro 3.9 Número de empleos profesionales que los Ingenieros Químicos encuestados han desempeñado durante su trayectoria laboral.

<i>Número de empleos</i> \ <i>Género</i>	<i>Número de Profesionales</i>			<i>Porcentaje (%)</i>		
	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>
1 Empleo	7	12	19	11.5	29.3	18.63
2 Empleos	13	15	28	21.3	36.6	27.45
3 Empleos	12	4	16	19.7	9.8	15.69
4 Empleos	7	6	13	11.5	14.6	12.75
5 Empleos	11	2	13	18.0	4.9	12.75
6 Empleos	8	0	8	13.1	0	7.84
8 Empleos	2	1	3	3.3	2.4	2.94
9 Empleos	1	1	2	1.6	2.4	1.96
TOTAL	61	41	102	100	100	100.00

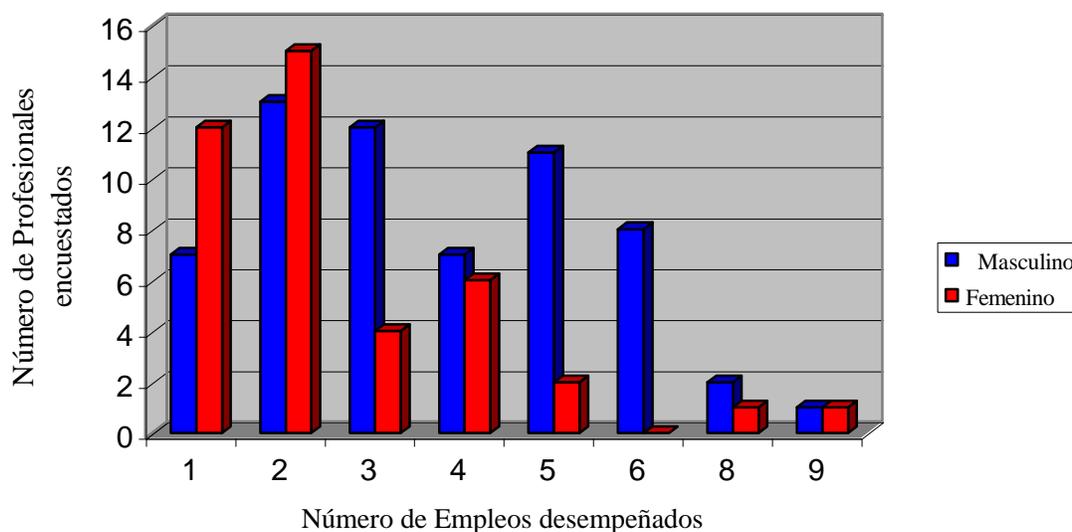


Figura 3.8 Número de empleos profesionales que los Ingenieros Químicos encuestados han desempeñado durante su trayectoria laboral.

Observación: La mayoría del total de Ingenieros Químicos encuestados han desempeñado entre uno y cuatro empleos profesionales durante su trayectoria productiva. En el caso de los profesionales hombres, cerca el 82% han desempeñado entre uno y cinco empleos, mientras que de las mujeres encuestadas, el 75.7% han desempeñado solo entre uno y tres empleos (ver Cuadro 3.9). Se observa entonces una diferencia por género en cuanto a la dinámica de rotación en el mercado laboral.

Pregunta No 7. Describa la secuencia de cargos que ha desempeñado desde su primer empleo profesional.

Objetivo: Conocer las áreas de trabajo y los diferentes grados de responsabilidad que los profesionales encuestados han ostentado durante su desempeño en el mercado laboral.

En el cuadro 3.10, se presenta la secuencia de cargos que los Ingenieros Químicos han desempeñado en su trayectoria profesional.

Cuadro 3.10 Historial de áreas de trabajo y grados de responsabilidad de los profesionales encuestados.

<i>Área de Trabajo</i>	<i>Correlativo de cargo</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL
	<i>Nombre del cargo</i>	<i>Número de Profesionales</i>									
Auditoria		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Procuraduría Adjunta		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Administración de la Producción	Subgerencia de Producción	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Superintendencia	0	3	2	3	0	0	0	1	0	9
	Gerencia de Producción	1	13	15	12	12	6	4	2	1	66
Ingeniería de Proceso Químico	Ingeniería de Procesos	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
	Supervisor de Procesos	5	10	6	2	0	0	0	0	0	23
	Jefatura en General	21	20	14	10	6	1	1	0	0	73
	Asistente Técnico	10	8	6	2	1	1	0	0	0	28
Gestión de Calidad	Analista de Procesos	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	Técnico de Control de calidad	12	3	1	0	1	0	0	0	0	17
Educación Superior	Administración Universitaria	1	1	4	4	2	2	0	0	0	14
	Docencia Universitaria	17	10	5	4	0	0	0	0	0	36
	Asesoría General	10	8	5	3	2	2	0	1	0	31
Educación Media		1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Análisis Químico	Químico Analista o Formulador	16	5	3	1	1	0	0	0	0	26
Ventas		4	5	3	2	1	1	0	1	1	18
No hay otra		0	13	37	59	75	89	97	97	100	567

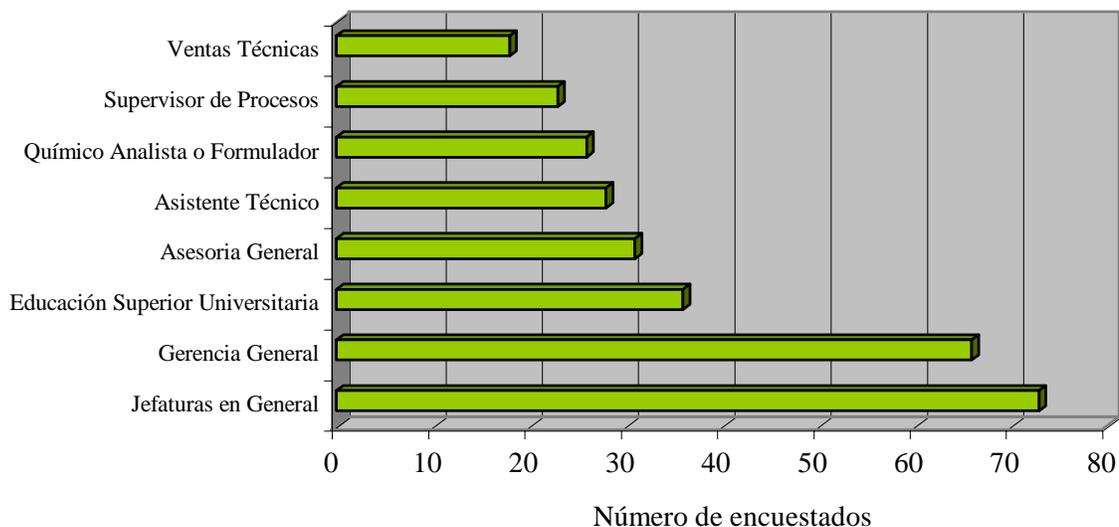


Figura 3.9 Cargos desempeñados con mayor frecuencia por los Ingenieros Químicos encuestados en su trayectoria en el mercado laboral.

Observaciones: En el Cuadro 3.10 se observa que algunos de los profesionales encuestados han desempeñado hasta 9 cargos durante su trayectoria laboral. Se observa además que la mayoría han ostentado cargos de gerencia o jefatura (Figura 3.9); cargos que implican un grado de responsabilidad importante en la conducción de organizaciones, debido a la toma de decisiones que involucran el manejo de recursos humanos y la administración de otros recursos como los financieros, entre otros. Es importante notar que las áreas de Educación Superior y Asesoría General también son representativas, y ambas son actividades de prestación de servicios que bien podrían ser ejercidas como segundo empleo alternativo. Los cargos de Asistencia Técnica, Químico Analista Formulador, Supervisor de Procesos y Vendedor Técnico también figuran entre los cargos que con mayor frecuencia desempeñan los Ingenieros Químicos encuestados en su trayectoria laboral.

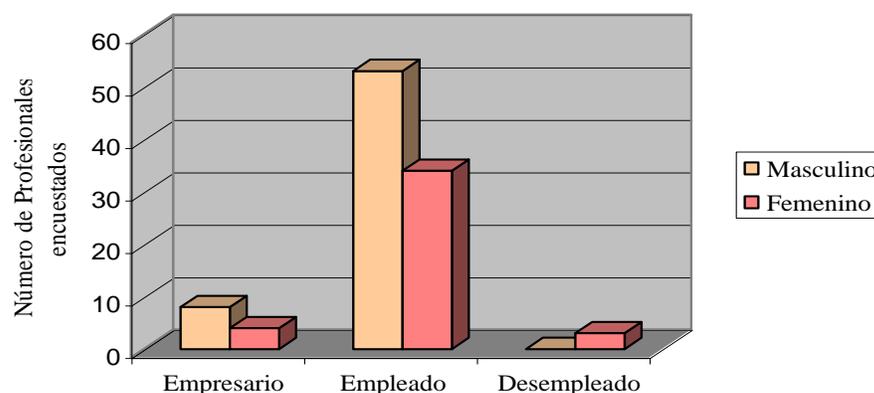
Así mismo se observa del cuadro 3.10 otros tipos de cargos que no son del área de proceso químico y los cuales han desempeñado los Ingenieros Químicos: entre ellos se tienen los siguientes: Auditores, Procuradores Adjuntos, y Profesorado en Educación Media.

Pregunta No 8. Según la actividad económica actual elija entre las opciones siguientes: Empresario, Empleado o Desempleado.

Objetivo: Conocer la situación de empleo en general de los Ingenieros Químicos.

**Cuadro 3.11 Situación de empleo de los Ingenieros Químicos encuestados.
Distribución por género**

<i>Situación de Empleo</i>	<i>Género</i>			<i>Porcentaje</i>		
	M	F	T	M	F	T
Profesionales Empresarios	8	4	12	13.1	9.8	11.77
Profesionales Empleados	53	34	87	86.9	82.9	85.29
Profesionales Desempleados	0	3	3	0	7.3	2.94
TOTAL	61	41	102	100	100	100



**Figura 3.10 Situación de empleo de los Ingenieros Químicos encuestados.
Distribución por género**

Observación: Se tiene que el 85.39% de la población encuestada se encuentra empleada (Figura 3.10). Un 11.77% de los profesionales encuestados son empresarios y que se presenta desempleo en solo un 2.94% (Cuadro 3.11). Por lo que la mayoría de los encuestados son parte de la población económicamente activa.

Pregunta No 9. ¿Se desempeña actualmente en más de un solo empleo?

Objetivo: Conocer el número de profesionales de Ingeniería Química que poseen actualmente más de un empleo, a qué sector de la actividad económica corresponde esta segunda área de desempeño y que cargos desempeñan en ella.

Cuadro 3.12 Profesionales de Ingeniería Química encuestados que actualmente desempeñan más de un empleo

<i>Respuesta</i>	<i>Género</i>			<i>Porcentaje</i>		
	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>
Sí desempeña más de 1 empleo	16	5	21	26.2	12.2	20.59
Desempeña solo de 1 empleo	45	36	81	73.8	87.8	79.41
TOTAL	61	41	102	100	100	100

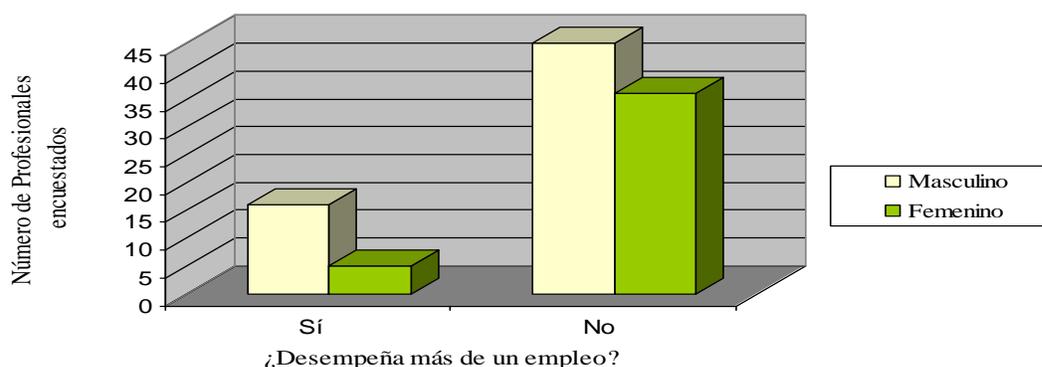


Figura 3.11 Profesionales de Ingeniería Química que actualmente desempeñan más de un empleo según la muestra

Observación: En el Cuadro 3.12 y la Figura 3.11 puede observarse que solo el 20.59% de los Ingenieros Químicos encuestados posee más de un empleo.

Cuadro 3.13 Cargos que desempeñan los Ingenieros Químicos en su segundo empleo. Distribución por género

<i>Cargo desempeñado</i>	<i>Género</i>	<i>Número de Profesionales</i>			<i>Porcentaje</i>		
		M	F	T	M	F	T
Docencia Universitaria		5	3	8	29.42	33.34	30.75
Docente de Colegio		1	0	1	5.88	0.0	3.85
Asesor General		7	4	11	41.18	44.44	42.31
Gerencia Técnica		2	1	3	11.76	11.11	11.54
Técnico de Control de Calidad		0	1	1	0	11.11	3.85
Ventas		2	0	2	11.76	0	7.7
TOTAL		17	9	26	100	100	100

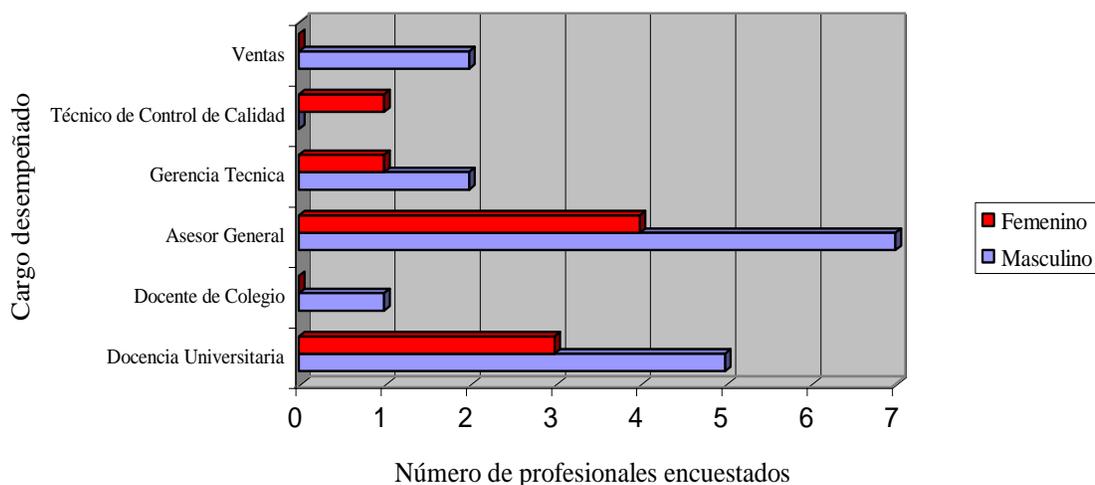


Figura 3.12 Cargos que desempeñan los Ingenieros Químicos en su segundo empleo. Distribución por género

Observaciones: Los cargos que con mayor frecuencia desempeñan los profesionales encuestados en actividades económicas alternativas son: Asesoría General y/o Docencia Universitaria, cargos que corresponden al sector servicios. Un 11.54% de los encuestados también desempeñan cargos alternativos de Gerencia Técnica, actividad que ostenta un grado importante de responsabilidad.

3.1.3 Planes de estudio y conocimientos adicionales de los profesionales en

Ingeniería Química encuestados.

En esta parte se muestra la evaluación de las áreas (básicas y complementarias) del plan curricular de Ingeniería Química que son de mayor importancia para los profesionales encuestados en lo que respecta a la inserción en el mercado laboral. Así mismo se presentan los conocimientos adicionales que, a juicio de los profesionales, se deben dominar para mejorar la expectativa de contratación.

Pregunta No 10. Priorice según su importancia en orden numérico ascendente (del 1 al 12) las áreas que considere importantes del plan de estudios de Ingeniería Química, según las necesidades del Mercado Laboral Actual (Puede asignar igual prioridad a más de un área)

Objetivo: Clasificar las asignaturas del Plan Curricular de Ingeniería Química, de acuerdo al grado de importancia que estas tienen para determinar la inserción en el mercado laboral salvadoreño y mejorar el desempeño profesional. Se pretende también determinar cuáles son las áreas de formación académica que se constituyen en las mayores fortalezas del Ingeniero Químico para competir con otros profesionales que pueden desempeñarse en los mismos sectores del mercado laboral. Esta información es útil también como elemento a considerar para elegir las áreas a fortalecer en la actualización de los planes de estudio de Ingeniería Química en El Salvador.

Cuadro 3.14 Orden de prioridad de las principales asignaturas del plan curricular de Ingeniería Química.

<i>Orden de Prioridad</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<i>Número de Profesionales</i>											
Área Básica												
Fisicoquímica	14	2	4	10	8	14	11	6	7	7	4	15
Termodinámica	3	14	6	11	11	7	14	9	3	7	3	14
Balance de Masa y Energía	18	12	12	15	12	8	4	3	2	2	2	12
Procesos Unitarios	11	12	16	12	9	11	7	2	5	4	2	11
Operaciones Unitarias	17	20	16	8	9	7	3	4	3	1	1	13
Ingeniería de Procesos Industriales	26	10	11	6	10	12	9	2	1	2	1	12
Análisis Químico	7	8	10	10	10	13	19	4	4	5	4	8
Área Complementaria												
Programación y Manejo de Software	10	8	8	8	10	4	6	15	5	12	4	12
Humanística Social	1	5	3	7	11	1	2	1	6	2	12	51
Microbiología y Bioquímica	2	4	9	8	7	1	3	14	10	11	19	14
Económica- Administrativa	9	12	10	6	5	5	4	9	12	14	8	8
Investigación y Formulación de Proyectos	11	10	7	8	9	6	2	6	14	9	8	12

En el Cuadro 3.15 el nivel de importancia esta representado por la numeración ascendente del 1 al 12.

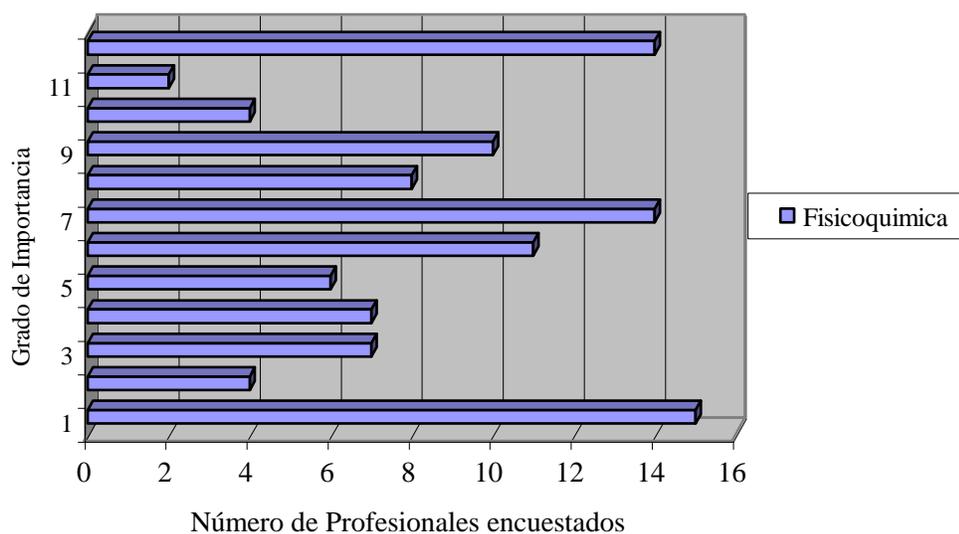


Figura 3.13 Nivel de importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Fisicoquímica, según los profesionales encuestados

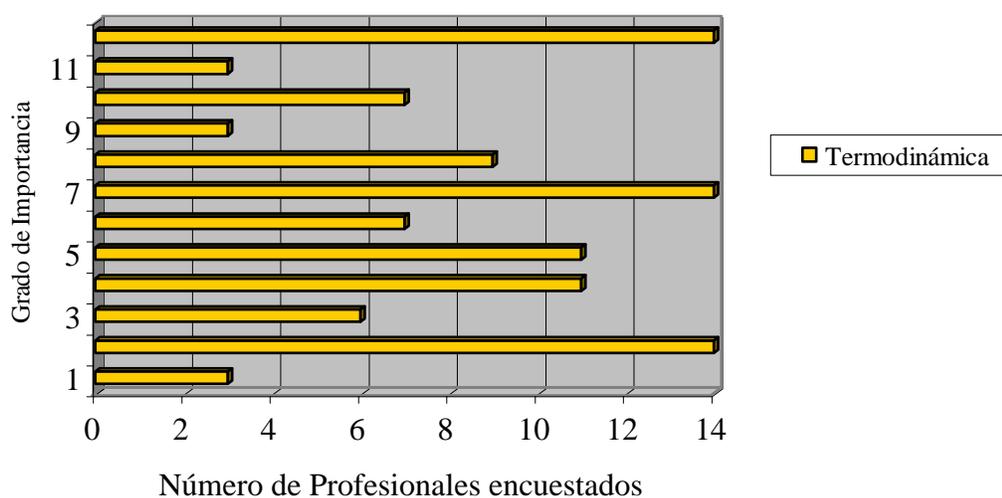


Figura 3.14 Nivel de importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia termodinámica, según los profesionales encuestados

Observaciones:

Las Figuras 3.13 a la 3.24 presentan el nivel de importancia que los profesionales encuestados le asignan a las distintas asignatura (asignaturas tanto del área básica como del área complementaria, las cuales se detallan en el cuadro 3.14).

En la Figura 3.13 se observa que existe una opinión dividida en cuanto al nivel de importancia de la asignatura “Fisicoquímica”. Una parte significativa de los encuestados le asignan el mayor grado de importancia a esta asignatura mientras otros grupos importantes la ubican como de mediana o inferior importancia.

La Figura 3.14 muestra que con respecto a la asignatura de termodinámica, al igual que fisicoquímica, existe una opinión dividida en cuanto al nivel de importancia que esta tiene para el desempeño en el mercado laboral. Proporciones prácticamente iguales de los encuestados asignan a esta materia tanto primera, como mediana y baja prioridad.

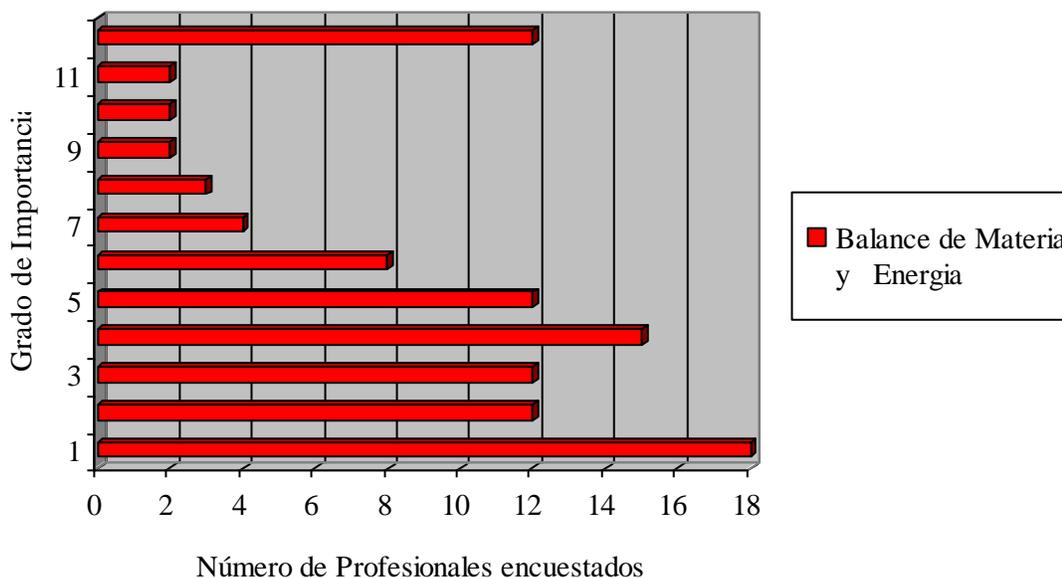


Figura 3.15 Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Balance de Materia y Energía, según los profesionales encuestados

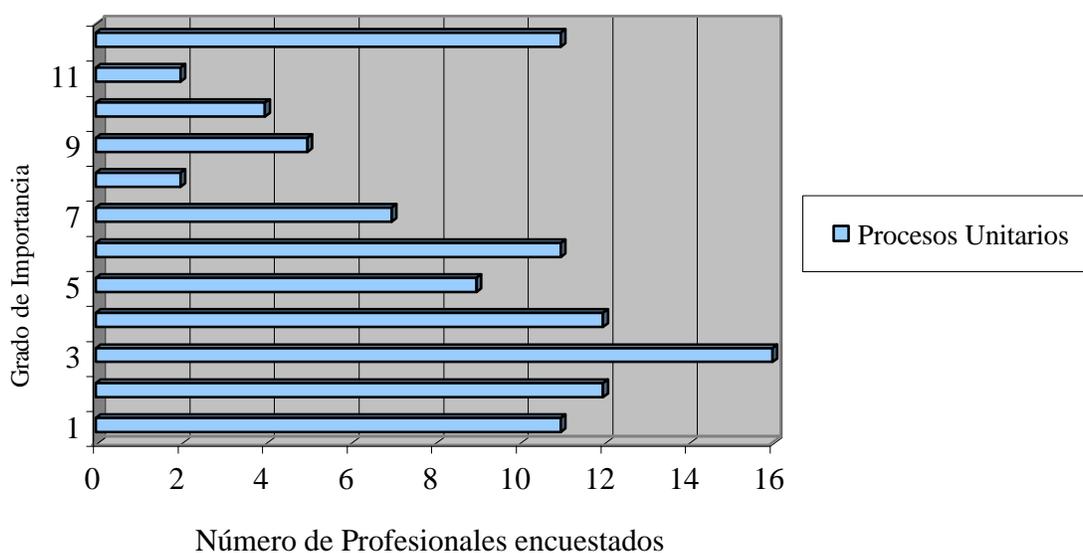


Figura 3.16 Nivel de importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Procesos Unitarios, según los profesionales encuestados

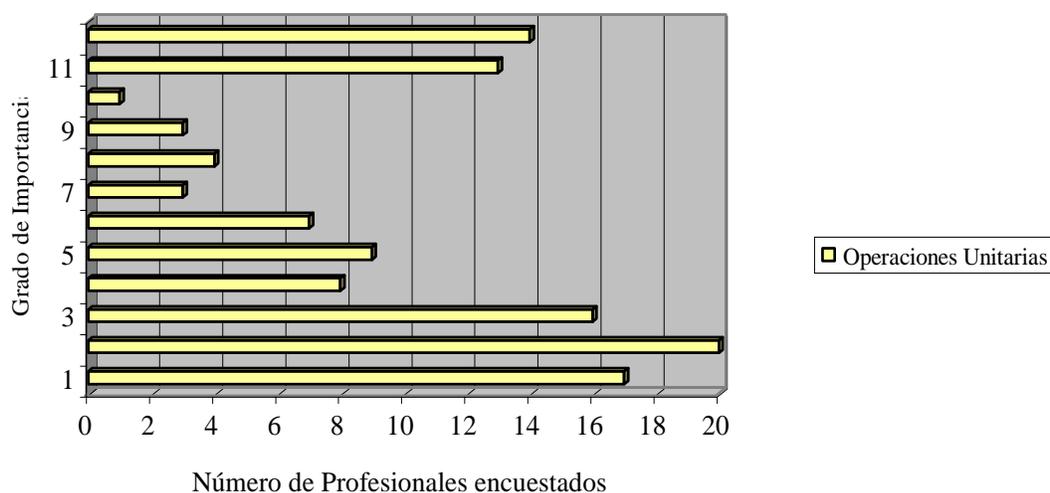


Figura 3.17 Nivel de importancia en el plan curricular de Ingeniería Química de la materia Operaciones Unitarias, según los profesionales encuestados

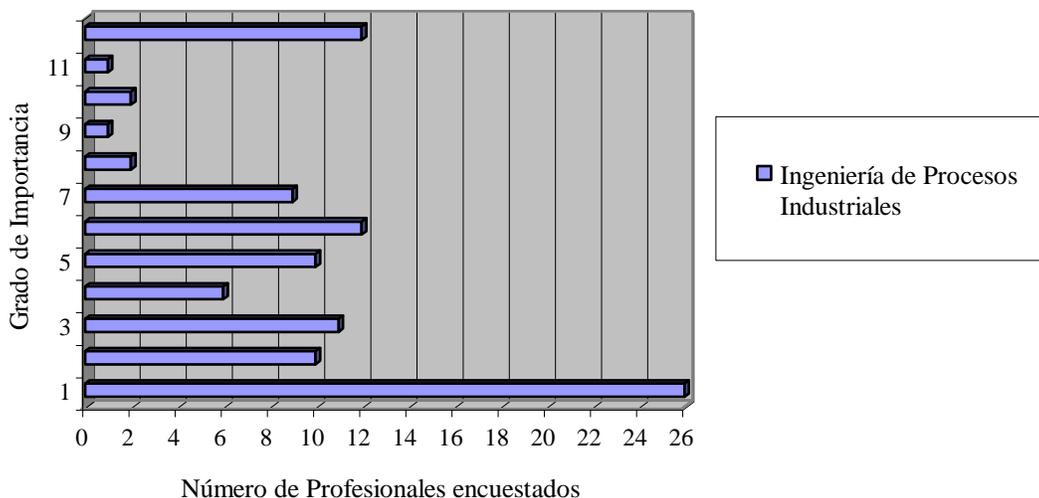


Figura 3.18 Nivel de importancia de las materias que involucren Ingeniería De Procesos Industriales, según los profesionales encuestados

Observación: En el caso de las asignaturas: Balance de Materia y Energía, Procesos Unitarios, Operaciones Unitarias e Ingeniería de Procesos, la mayoría de los profesionales encuestados le asignan prioridades entre uno y tres.

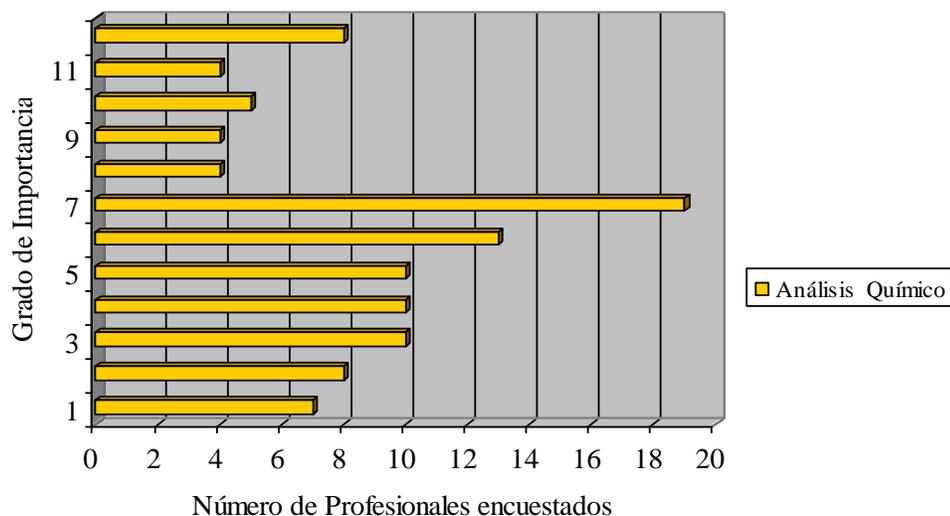


Figura 3.19 Nivel de Importancia en el plan curricular de Ingeniería Química del área de Análisis Químico, según los profesionales encuestados

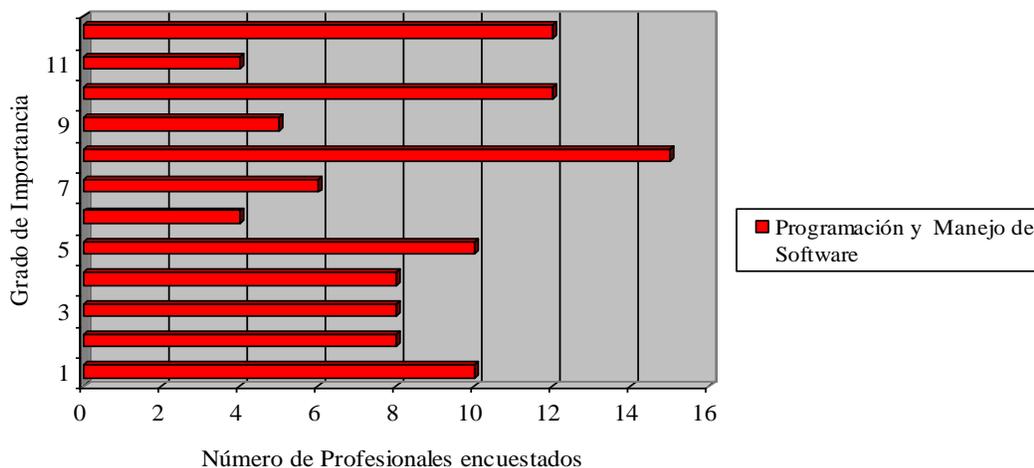


Figura 3.20 Nivel de importancia asignada al área de Programación y Manejo de Software, según los profesionales encuestados

Observación: Las asignaturas que involucran Análisis Químico y Ciencias de la Computación (Programación y Manejo de Software) son clasificadas como de mediana importancia por la mayoría de los profesionales encuestados.

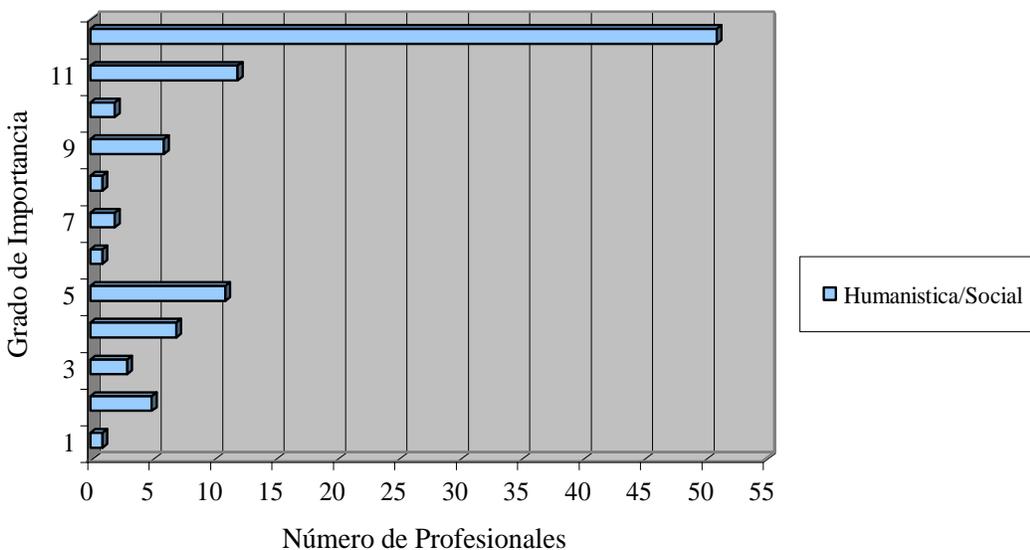


Figura 3.21 Nivel de importancia asignada al área Humanística Social, según los profesionales encuestados

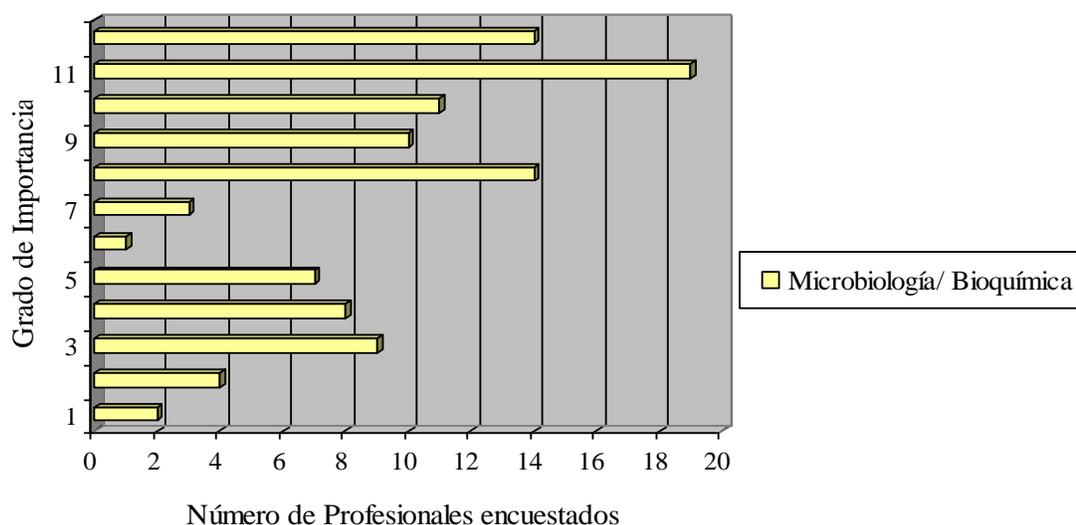


Figura 3.22 Nivel de importancia asignada al área de Microbiología y Bioquímica, según los profesionales encuestados

Observaciones: Las asignaturas del área Humanística Social así como Microbiología y Bioquímica son clasificadas como de menor importancia por la mayoría de los profesionales encuestados.

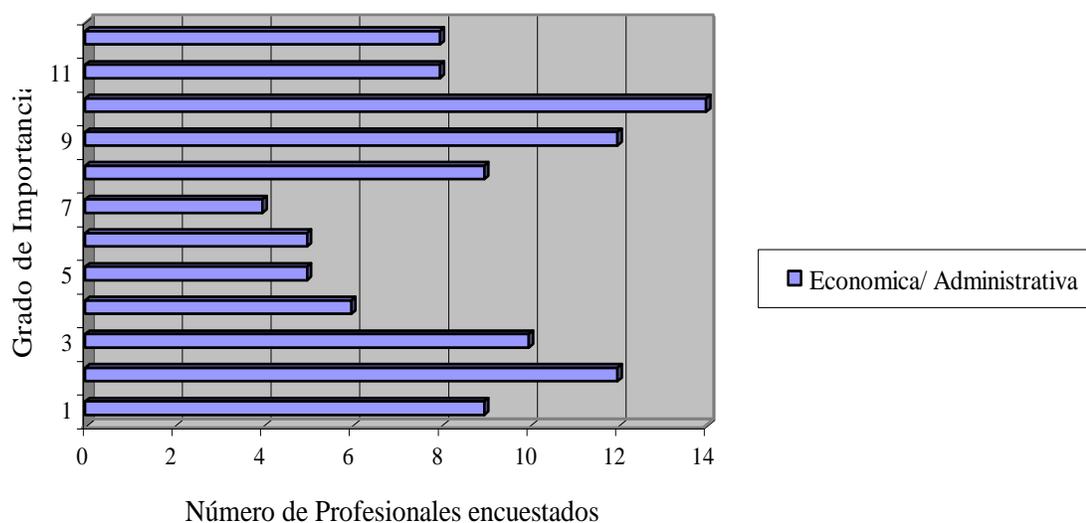


Figura 3.23 Nivel de importancia asignada al área Económica/Administrativa, según los profesionales encuestados

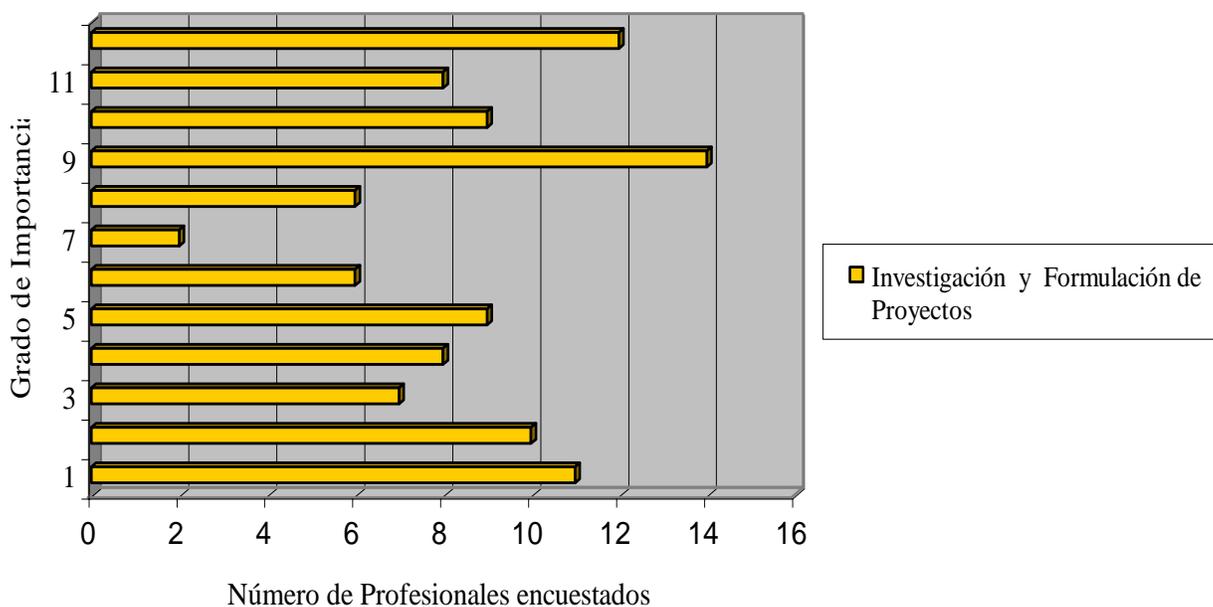


Figura 3.24 Nivel de importancia asignada al área de Investigación y Formulación de Proyectos, según los profesionales encuestados

Observaciones: Se observa una opinión polarizada en cuanto al grado de importancia de las áreas Económico-Administrativas e Investigación y Formulación de Proyectos. Por un lado existe una proporción significativa de Ingenieros que consideran que estas áreas tienen prioridad entre uno y tres, mientras que otra proporción importante las clasifican como de baja importancia (calificación entre nueve y once) en el desempeño dentro del mercado laboral.

Pregunta No 11. Del siguiente listado, marque las que considere indispensables como conocimientos adicionales para un Ingeniero Químico, y cuáles domina

1. Conocimientos Administrativos
2. Conocimientos Financieros
3. Dominio del Idioma Ingles

4. Dominio de Otros Idiomas
5. Manejo de Paquetes de computación
6. Programación de computadoras
7. Técnicas de comunicación oral y escrita
8. Conocimientos de Electricidad
9. Conocimientos de Mecánica Industrial
10. Otras habilidades(especifique):

Objetivo: Conocer cuáles son los conocimientos adicionales que los Ingenieros Químicos clasifican como indispensables o deseables para mejorar la expectativa de contratación y el desempeño en el mercado laboral. También se pretende conocer cuáles de estos conocimientos dominan los encuestados.

Cuadro 3.15 Conocimientos adicionales que los Ingenieros Químicos, encuestados consideran como indispensables o deseables y cuáles de ellos dominan

<i>Tipo de Conocimientos</i>	<i>Número de Profesionales</i>		
	<i>Clasificación</i>		
	<i>Indispensable</i>	<i>Deseable</i>	<i>Domina</i>
Conocimientos Administrativos	58	40	32
Conocimientos Financieros	29	60	13
Dominio del Idioma Ingles	78	20	44
Dominio de Otros Idiomas	7	72	8
Manejo de Paquetes de Computación	74	25	52
Programación de Computadoras	12	75	8
Técnicas de Comunicación Oral y Escrita	52	45	35
Conocimientos de Electricidad	13	69	13
Conocimientos de Mecánica Industrial	11	74	7
Otros conocimientos	45	18	24

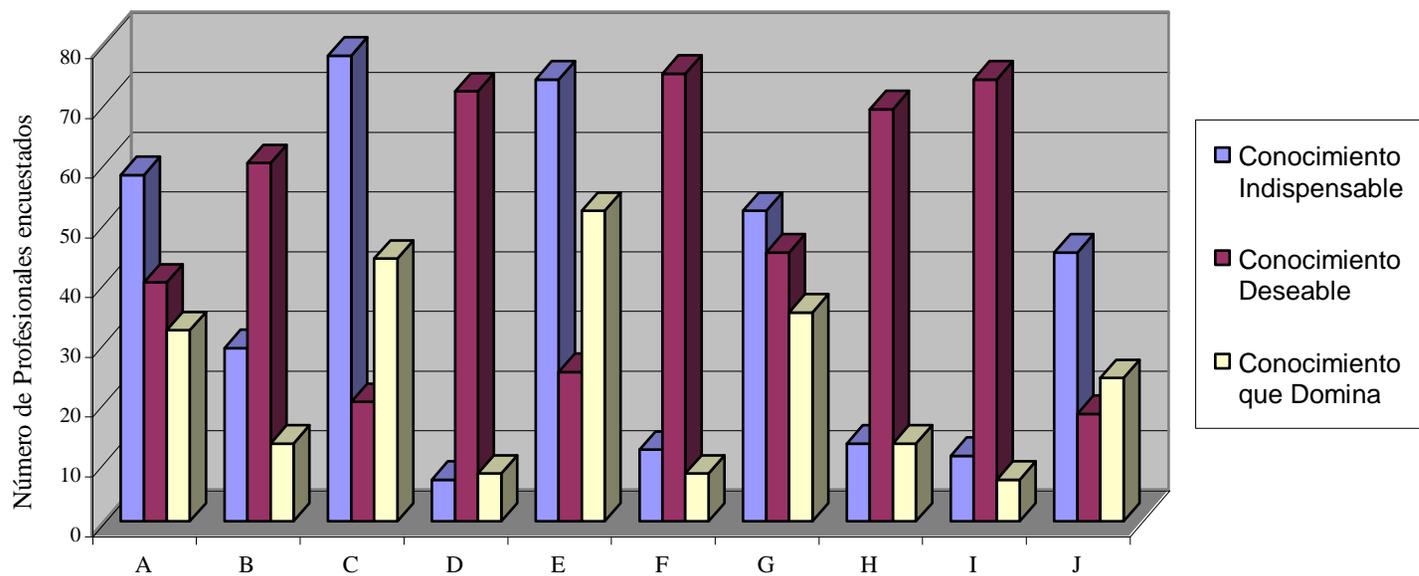


Figura 3.25 Conocimientos adicionales que los Ingenieros Químicos, encuestados consideran como indispensables o deseables y cuáles de ellos dominan

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|
| A | Conocimientos Administrativos | F | Programación de Computadoras |
| B | Conocimientos Financieros | G | Técnicas de Comunicación Oral y Escrita |
| C | Dominio del Idioma Ingles | H | Conocimientos de Electricidad |
| D | Dominio de Otros Idiomas | I | Conocimientos de Mecánica Industrial |
| E | Manejo de Paquetes de Computación | J | Otros conocimientos |

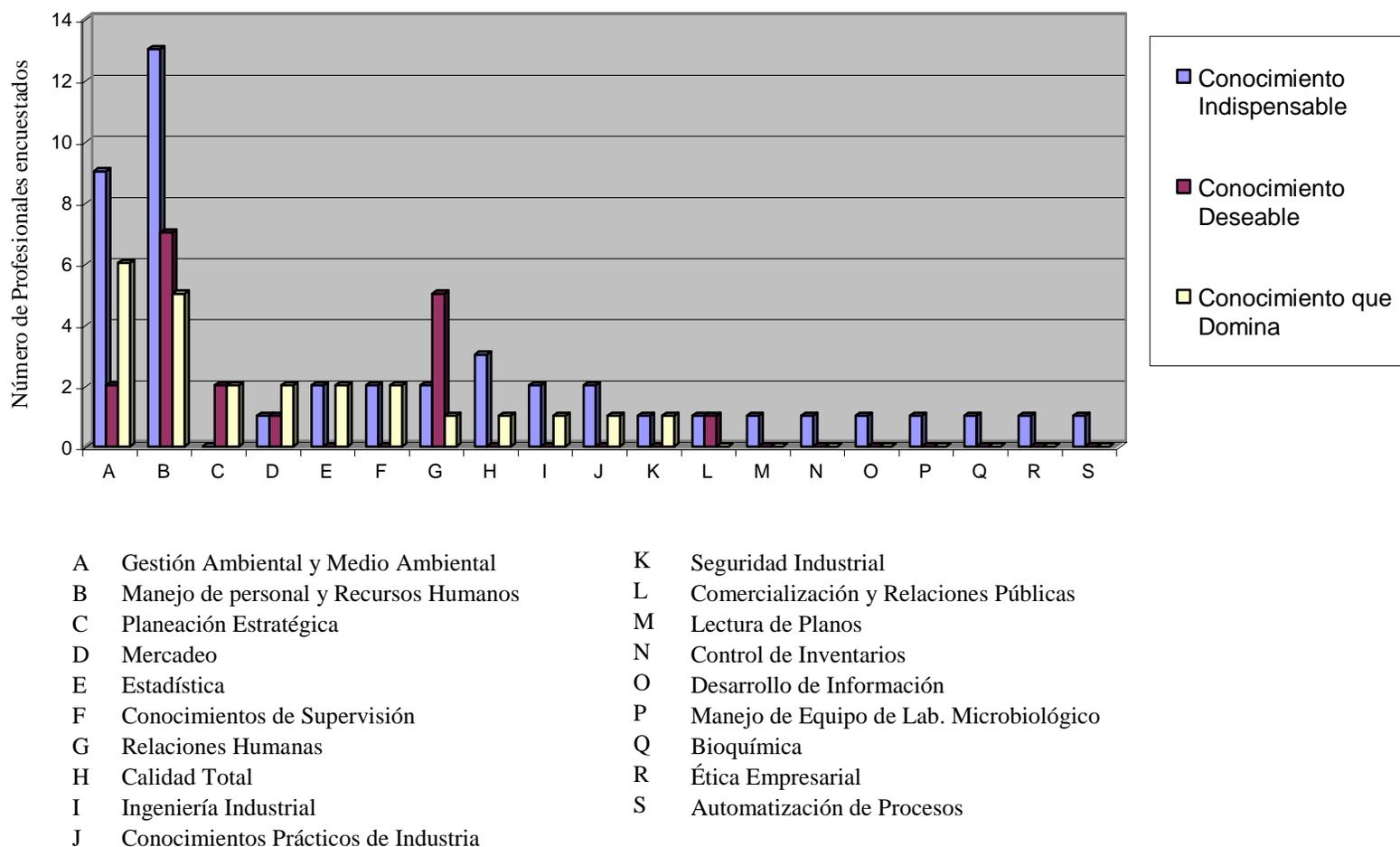


Figura 3.26 Especificación de otros conocimientos que los Ingenieros Químicos encuestados consideran indispensables o deseables y cuáles de ellos dominan (Numeral 10, pregunta abierta).

Cuadro 3.16 Especificación de otros conocimientos que los Ingenieros Químicos encuestados consideran indispensables o deseables y cuáles de ellos dominan (Numeral 10, pregunta abierta)

Otros tipos de Conocimientos	<i>Número de Profesionales</i>		
	<i>Clasificación</i>		
	<i>Indispensable</i>	<i>Deseable</i>	<i>Domina</i>
Manejo de personal y Recursos Humanos	13	7	5
Gestión Ambiental y Medio Ambiental	9	2	6
Relaciones Humanas	2	5	1
Estadística	2	0	2
Planeación Estratégica	0	2	2
Calidad Total	3	0	1
Mercadeo	1	1	2
Conocimientos de Supervisión	2	0	2
Ingeniería Industrial	2	0	1
Conocimientos Prácticos de Industria	2	0	1
Seguridad Industrial	1	0	1
Lectura de Planos	1	0	0
Control de Inventarios	1	0	0
Desarrollo de Información	1	0	0
Manejo de Equipo de Lab. Microbiológico	1	0	0
Bioquímica	1	0	0
Ética Empresarial	1	0	0
Automatización de Procesos	1	0	0
Comercialización y Relaciones Públicas	1	1	0

3.1.4 Tipos de profesionales que laboran en los mismos segmentos del mercado laboral del Ingeniero Químico

En esta muestra cuáles son los profesionales de otras disciplinas que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado laboral.

Pregunta No 12. Señale las competencias de trabajo de Ingeniería Química que considera usted que son ocupadas también por otros profesionales, y qué profesionales considera que son los que principalmente ocupan estos puestos de trabajo.

Objetivo: Determinar cuáles son los profesionales de otras áreas que se desempeñan en campos que también son competencia de los Ingenieros Químicos.

Observación: El Cuadro 3.17 y la Figura 3.27 presenta las competencias profesionales en campos de trabajo que competen al Ingeniero Químico. Los Ingenieros Industriales, Licenciados en Química y Farmacia, Licenciados en Química, Empíricos (Bachilleres, Personas sin título profesional), Ingenieros Mecánicos y Civiles, Licenciados en administración de Empresas, Licenciados en Biología, Ingenieros Eléctricos e Ingenieros Agrónomos, son los mayores competidores del Ingeniero Químico principalmente en las áreas de Aseguramiento de Calidad, en segundo lugar el área de Procesos Químicos y en tercer lugar el área de Medio Ambiente. Otras áreas mencionadas según el orden de importancia en el que aparecen son: Gestor de Calidad, Vendedor técnico, Ingeniero de Plantas, Investigación y desarrollo de productos y por ultimo la Investigación y Desarrollo de Procesos.

Cuadro 3.17 Principales profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado laboral

<i>Campo de Trabajo</i> Tipo de Profesional	Ingeniero De Proceso	Ingeniero de Aseguramiento de Calidad	Ingeniero de Diseño de Plantas	Gestor de Calidad	Gestor de Medio Ambiente	Vendedor Técnico	Investigación y Desarrollo de Productos	Investigación y Desarrollo de Procesos	Total
Licenciado en Química y Farmacia	2	24	0	17	6	8	15	2	74
Ingeniero Industrial	79	48	39	38	17	31	25	38	315
Ingeniero Mecánico	9	1	29	1	1	9	1	7	58
Ingeniero Eléctrico	4	3	3	1	1	3	0	3	18
Licenciado en Química	3	17	0	17	9	5	13	5	69
Ingeniero Agrónomo	0	1	0	1	10	0	1	1	14
Ingeniero en Alimentos	1	2	0	1	0	0	3	2	9
Ingeniero en Medio Ambiente	0	0	0	3	3	0	0	0	6
Ingeniero Civil	0	0	11	0	12	0	1	0	24
Administrador de Empresas	0	0	0	7	2	5	6	2	22
Licenciado en Química Agrícola	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Licenciado en Diseño	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Licenciado en Productos Químicos	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Ingenieros Agroindustriales	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Ingeniero Sanitario	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Ingeniero en Biomédica	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Licenciado en Ecotecnología	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Licenciado en Biología	0	2	0	1	18	0	1	0	22
Técnicos en Química	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Licenciado en Alimentos	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Mercadólogos	0	0	0	0	0	3	8	0	11
Economistas	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Empírico	2	1	4	4	14	28	8	4	65

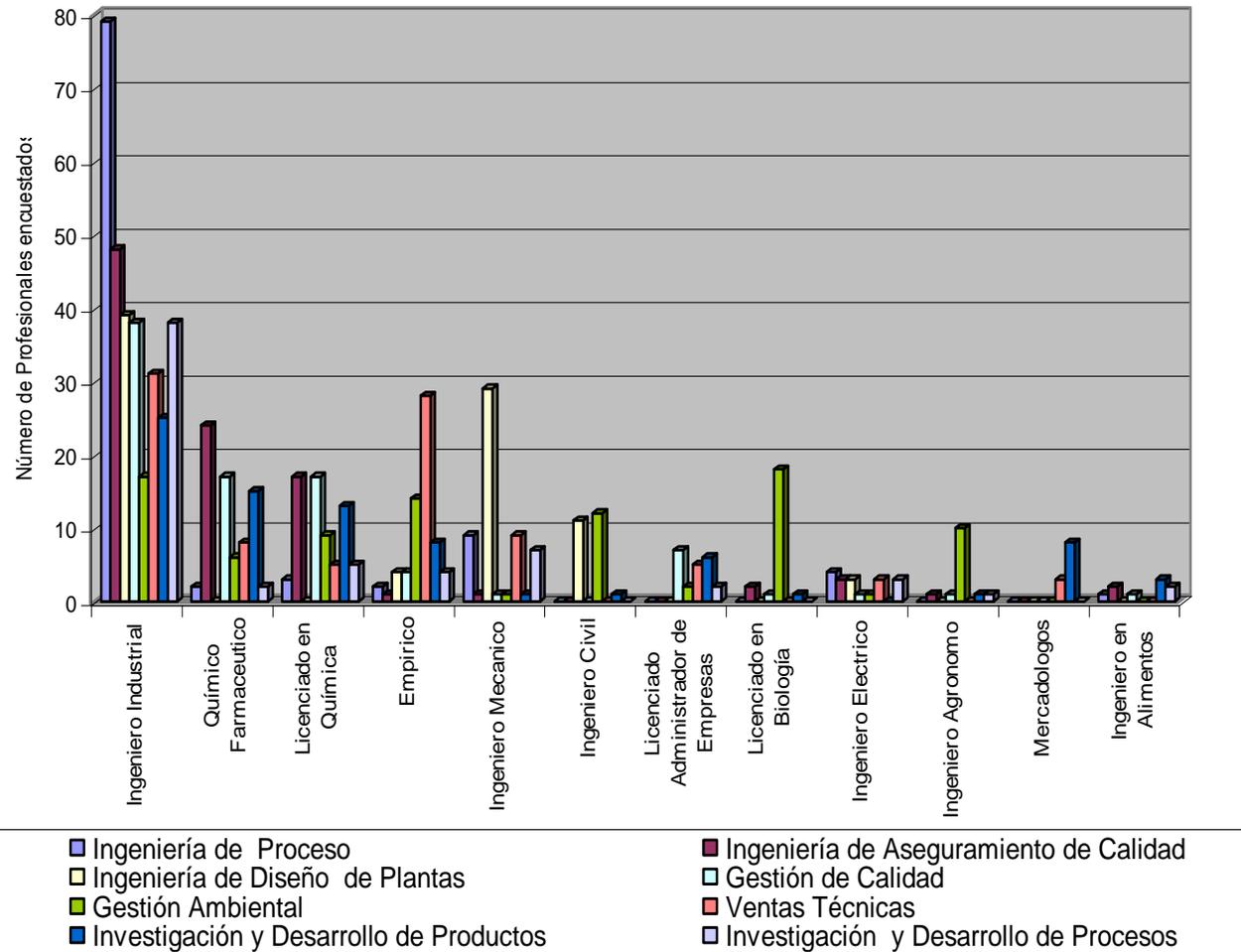


Figura 3.27 Principales profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado laboral

Pregunta No 13. ¿Cómo calificaría su satisfacción en virtud de ser un profesional de la Ingeniería Química?

Objetivo: Determinar la actitud del Ingeniero Químico respecto a su carrera profesional.

Cuadro 3.18 Nivel de satisfacción de los Ingenieros Químicos respecto a su carrera profesional

<i>Grado de Satisfacción</i>	<i>Género</i>			<i>Porcentaje (%)</i>		
	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>T</i>
Muy Insatisfecho	4	2	6	6.6	4.9	5.88
Poco satisfecho	2	2	4	3.3	4.9	3.92
Medianamente satisfecho	7	14	21	11.5	34.1	20.59
Satisfecho	19	8	27	31.1	19.5	26.47
Altamente Satisfecho	29	15	44	47.5	36.6	43.14
TOTAL	61	41	102	100	100	100.00

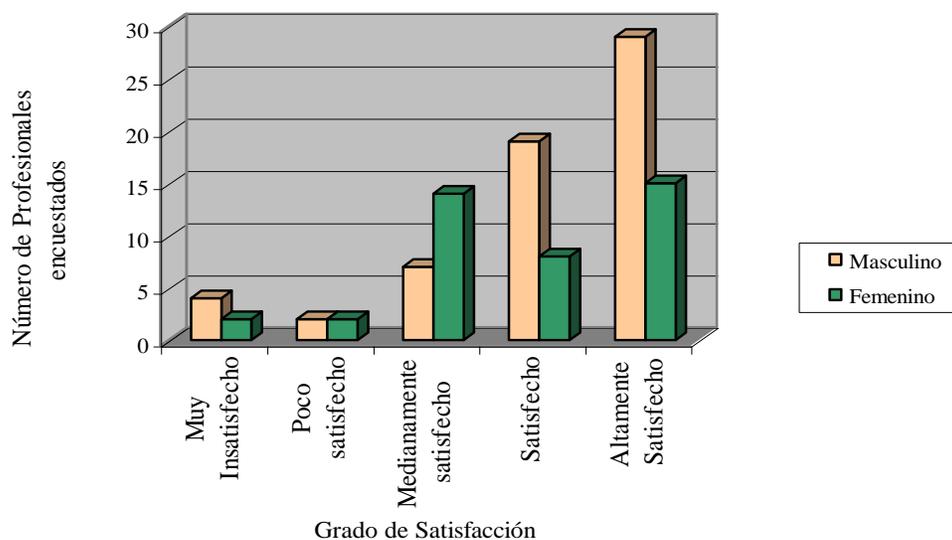


Figura 3.28 Nivel de satisfacción de los Ingenieros Químicos respecto a su carrera profesional

3.2 DATOS RECOLECTADOS DE LA ENCUESTA A EMPRESAS RELACIONADAS AL PROCESO QUÍMICO EN EL SALVADOR.

3.2.1 Información General de las Empresas encuestadas. (Tipo de Empresa y Rubro).

En esta sección se exponen los datos recopilados de una muestra de 136 empresas relacionadas con la Industria de Proceso Químico en el País, las que se han clasificado en tres grandes sectores.

Del total de 136 empresas encuestadas 74 son de manufactura, 48 de comercio, 9 de servicios, 2 Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y 3 Organizaciones Gubernamentales (OG).

Pregunta No 1: Nombre de la Organización o Empresa

Pregunta No 2: ¿Cuál es la actividad a la que se dedica? Manufactura, Comercio, y Servicios.

Objetivo: Determinar y Clasificar de acuerdo al estrato que pertenece cada una de las instituciones y empresas entrevistadas.

Cuadro 3.19 Empresas encuestadas por Sector y Tamaño

Tamaño	<i>Sectores</i>				
	<i>Manufactura</i>	<i>Comercio</i>	<i>Servicio</i>	<i>ONG</i>	<i>OG</i>
Total	74	48	9	2	3
<i>Grande</i>	31	14	3	0	0
<i>Mediana</i>	21	12	1	0	0
<i>Pequeña</i>	22	22	5	0	0
<i>Otros</i>	0	0	0	2	3

Nota: Otros incluye a las Organizaciones Gubernamentales (OG) y No Gubernamentales (ONG).

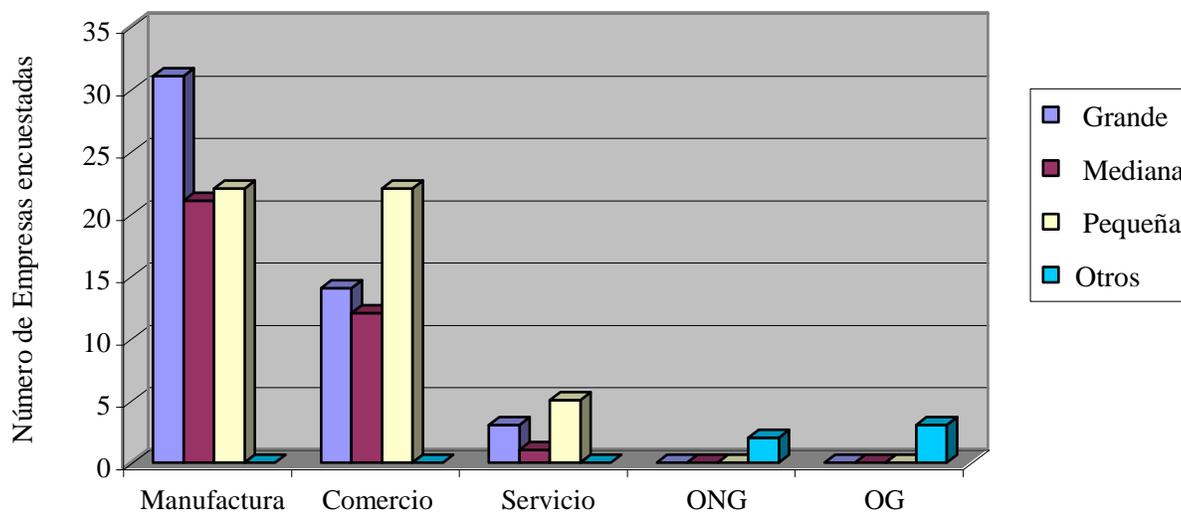


Figura 3.29 Empresas encuestadas por Sector y Tamaño

Pregunta No 3: ¿Cuáles son los servicios que comercializa manufactura o brinda?

Objetivo: Clasificar por sector y tamaño las organizaciones encuestadas que son parte de la población de empresas o instituciones relacionadas al proceso químico en El Salvador.

Observaciones: En el Cuadro 3.20 se presentan la manera en que están distribuidas las organizaciones encuestadas por sector de la actividad económica y por tamaño según el número de empleados. En todos los casos, las organizaciones encuestadas exceden las cantidades requeridas para obtener datos que aseguren significancia estadística de las estimaciones para caracterizar la población.

Cuadro 3.20 Clasificación por sector y tamaño de las empresas de manufactura encuestadas

<i>Rubro de la Empresa</i>	<i>Tamaño</i>		
	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>
Alimentos	6	3	11
Productos farmacéuticos	4	2	1
Cosméticos	1	0	1
Industria de empaque	3	4	0
Industria metálica	1	1	0
Textiles	4	6	1
Cemento	1	0	0
Industria naviera	0	0	2
Productos de limpieza en general	1	1	1
Plásticos	2	2	1
Industria de calzado	2	1	0
Colorantes industriales	1	0	0
Mueblería	0	0	1
Electricidad	1	0	1
Pinturas	2	0	0
Productos para la industria química	2	0	0
Industria metal mecánica	0	1	1
Neumáticos	0	0	1
Totales	31	21	22

Observaciones: La mayoría de las empresas encuestadas se dedican a la manufactura de alimentos, seguido por textiles y productos farmacéuticos.

Cuadro 3.21 Clasificación por sector y tamaño de las empresas de comercio encuestadas

<i>Rubro de la Empresa</i>	<i>Tamaño del Sector</i>		
	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>
Alimentos	3	1	2
Productos farmacéuticos	3	3	3
Cosméticos	0	0	1
Textiles	0	0	1
Agroindustria	0	2	0
Industria naviera	1	0	1
Productos de limpieza en general	0	0	1
Plásticos	1	0	1
Industria de calzado	0	0	1
Automóviles	0	0	1
Ferreterías	0	0	1
Pinturas	0	0	2
Productos para la industria química	6	5	6
Representación de ventas y distribución	0	1	0
Industria metal mecánica	0	0	1
Totales	14	12	22

Observaciones: El mayor número de empresas encuestadas del sector comercio se dedica al mercadeo y venta de productos químicos para la industria, seguido de la comercialización de productos farmacéuticos y productos alimenticios.

Cuadro 3.22 Clasificación por sector y tamaño de las empresas de servicios encuestadas

<i>Rubro</i>	<i>Tamaño del Sector</i>		
	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>
Industria De Empaque	0	0	1
Industria Naviera	0	0	1
Productos de limpieza en general	0	0	2
Productos para la Industria Química	0	1	1
Consultoría, asesoría y capacitación empresarial	1	0	0
Educación Superior	2	0	0
Total	3	1	5

Observaciones: Las Instituciones de Educación Superior se han clasificado en este sector a pesar de que pudieran ser Organizaciones Gubernamentales, debido a que se consideró que esta clasificación permitiría reconocer de manera más precisa la actividad laboral que representan. Otros tipos de empresas de servicios encuestadas están orientadas a ventas de productos químicos para la Industria, productos de limpieza en general, productos de pesca y empaques en general. También se incluyen otro tipo de servicios como: consultorías, asesorías y capacitaciones empresariales.

Cuadro 3.23 Clasificación de ONG y OG encuestadas

<i>Rubro</i>	ONG	OG
Agroindustria	0	1
Consultoría, asesoría y capacitación empresarial	2	1
Seguridad Publica	0	1
Total	2	3

Observaciones: En el estrato “Otros” que incluye a las Organizaciones No-gubernamentales (ONG) y Gubernamentales (OG). El mayor número de Instituciones encuestadas en este rubro realizan actividades de Consultoría, Asesoría y Capacitación Empresarial, seguido del rubro Agroindustria y Seguridad Pública.

Pregunta No 4 : ¿Laboran Ingenieros Químicos en su empresa?

Objetivo: Determinar en que cantidad de las empresas encuestadas laboran Ingenieros Químicos. (Cuadro 3.24)

Cuadro 3.24 Empresas encuestadas en las que laboran Ingenieros Químicos por sector y tamaño

<i>Sector</i>		<i>Tamaño</i>			
		<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
<i>Manufactura</i>	Sí laboran I.Q	17	1	3	0
	No laboran I.Q	14	20	19	0
<i>Comercio</i>	Sí laboran I./Q	4	2	1	0
	No laboran I.Q	10	10	21	0
<i>Servicios</i>	Sí laboran I.Q	3	1	3	0
	No laboran I.Q	0	0	2	0
<i>ONG</i>	Sí laboran I.Q	0	0	0	1
	No laboran I.Q	0	0	0	1
<i>OG</i>	Sí laboran I.Q	0	0	0	3
	No laboran I.Q	0	0	0	0
Totales por Sector		48	34	49	5
Porcentajes Totales por Tamaño del Sector (%)		35.3	25.0	36.0	3.7

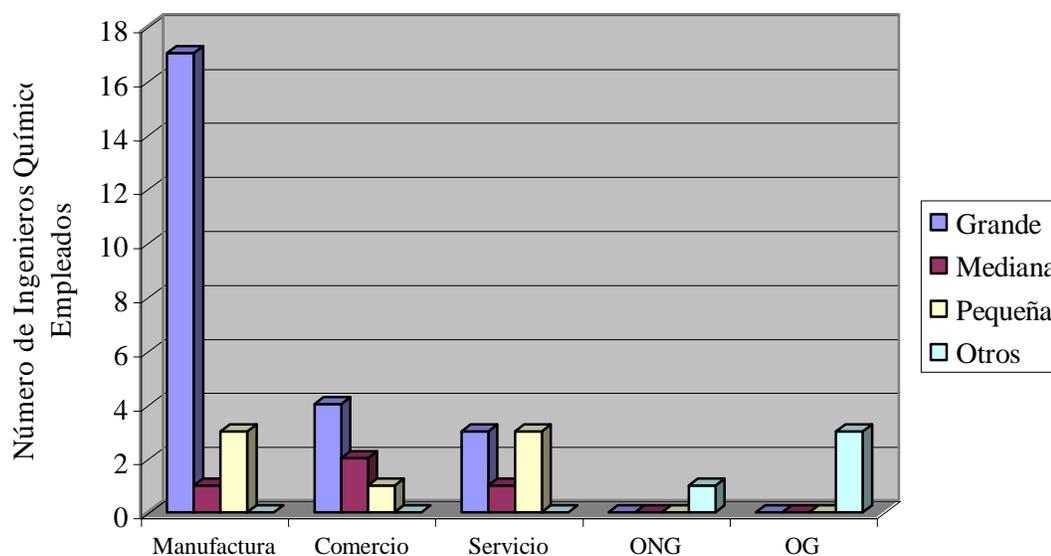


Figura 3.30 Distribución de las organizaciones encuestadas por sector y tamaño

Observaciones: El Cuadro 3.24 presenta la distribución por sector y tamaño de las 136 empresas encuestadas un 35.3% pertenece a la gran empresa, el 25.0% a la mediana empresa, el 36% a la pequeña empresa y un 3.7% al sector otros (ONG y OG), mientras que de la Figura 3.30 se observa que de las 136 empresas encuestadas, 39 (38.24%) emplean Ingenieros Químicos, los cuales se encuentran distribuidos de la manera siguiente: 21 del área de manufactura, 7 del área de comercio, 7 del área de servicios, 1 de ONG y 3 de OG.

3.2.2 Ingenieros Químicos ubicados por sectores de empleo.

Los datos presentados en los cuadros siguientes que corresponden a las preguntas 5 a 12 de la encuesta a Empresas fueron recopilados de las 39 instituciones que afirmaron emplear Ingenieros Químicos.

Pregunta No 5: ¿Cuántos Ingenieros Químicos de la UES laboran en su empresa?

Objetivo: Determinar el número de Ingenieros Químicos de la UES que se encuentran laborando en las empresas encuestadas que emplean Ingenieros Químicos, y la manera en que están ubicados en el mercado laboral (Cuadro 3.25).

Cuadro 3.25 Forma en la que se distribuyen los Ingenieros Químicos graduados de la UES en las instituciones empleadoras encuestadas

<i>Sector</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otras</i>	<i>Total por Sector</i>	<i>%</i>
Manufactura	42	0	4	0	46	47.9
Comercio	3	1	0	0	4	4.2
Servicio	27	11	4	0	42	43.8
ONG	0	0	0	1	1	1
OG	0	0	0	3	3	3.1
Total de Ingenieros Químicos de la UES	72	12	8	4	96	100
% de Total de Ing. Químicos por Tamaño de empresa	75	12.5	8.3	4.2	100	

Observaciones: Del Cuadro 3.25 y las Figuras 3.31 y 3.32 se observa que los sectores que más emplean Ingenieros Químicos de la Universidad de El Salvador son: Manufactura (47.9%) y Servicios (43.8%) principalmente la gran empresa (75%). Del total de las 39 organizaciones pertenecientes a la gran empresa que emplean Ingenieros Químicos existen 96 Ingenieros graduado de la UES (que representan al 61.9%) de los cuales el 47.9% pertenecen a manufactura, 4.2% a comercio, 43.8 a servicios, 1% a ONG y 3.1% a OG.

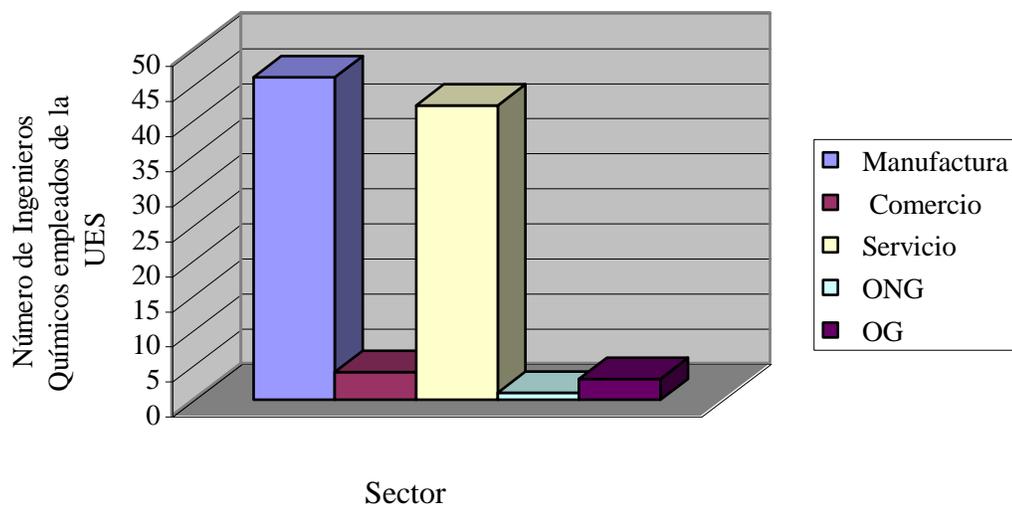


Figura 3.31 Distribución de Ingenieros Químicos de la UES empleados por sector de las empresas encuestadas.

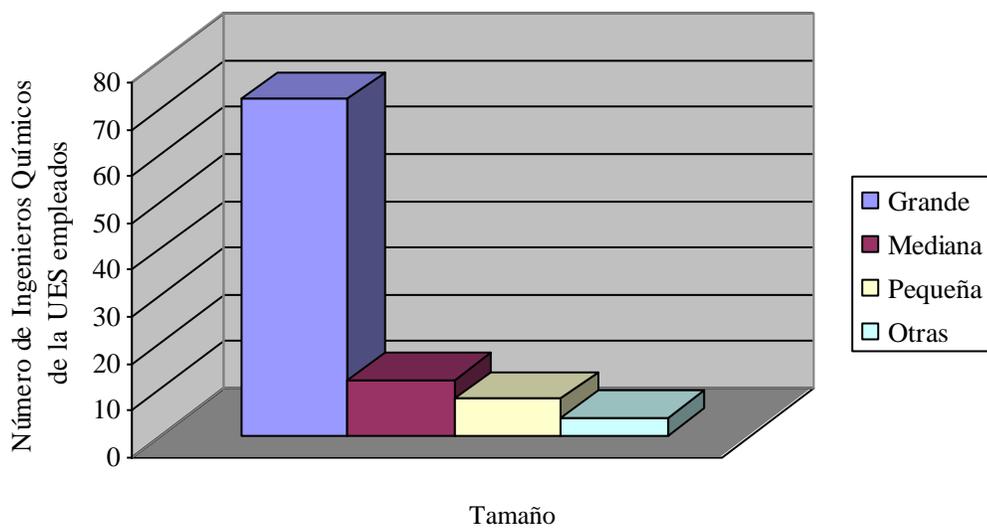


Figura 3.32 Distribución de Ingenieros Químicos de la UES empleados según tamaño de las empresas encuestadas

Pregunta No 6: ¿Cuántos Ingenieros Químicos de otras universidades laboran en la Organización?

Objetivo: Determinar la manera en que los profesionales de la muestra, graduados de Universidades distintas a la UES se distribuyen en el mercado laboral.

Cuadro 3.26 Forma en la que se distribuyen los Ingenieros Químicos graduados de otras Universidades en las organizaciones empleadoras encuestadas

<i>Sector</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otras</i>	<i>Total por Sector</i>	<i>%</i>
Manufactura		33	2	1	0	36	61.0
Comercio		15	3	1	0	19	32.2
Servicio		1	0	1	0	2	3.4
ONG		0	0	0	0	0	0
OG		0	0	0	2	2	3.4
Total de Ingenieros Químicos		49	5	3	2	59	100
Porcentaje de Total de I.Q		83.0	8.5	5.1	3.4	100	

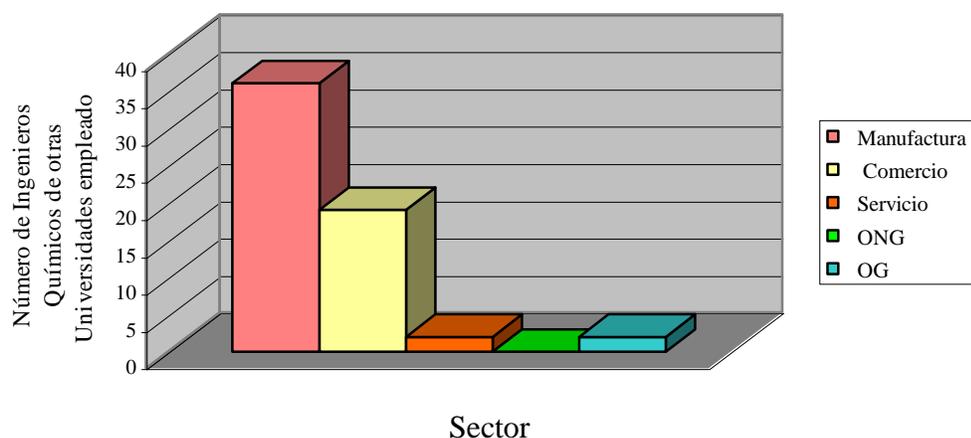


Figura 3.33 Distribución por sector de los Químicos de universidades distintas a la UES empleados en las empresas encuestadas

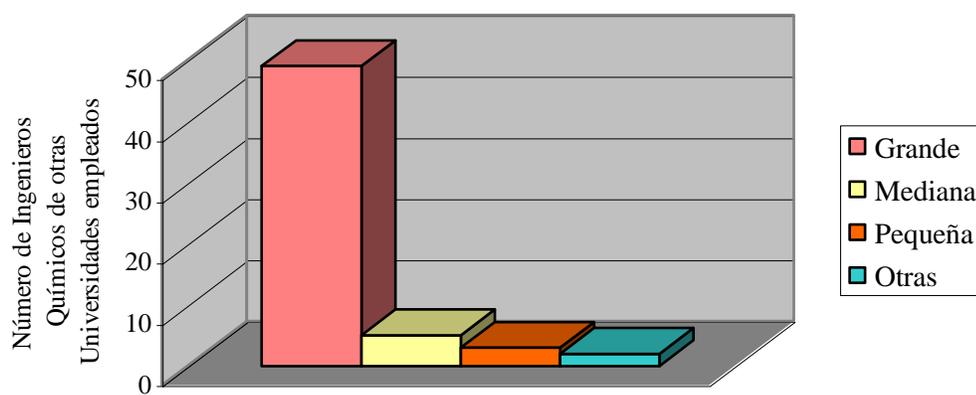


Figura 3.34 Distribución de Ingenieros Químicos de universidades diferentes a la UES empleados en las empresas encuestadas (clasificación por tamaño)

Observaciones: La mayoría de los profesionales graduados de universidades distintas a la UES están empleados en el sector manufactura.

En general, comparando los Cuadros 3.25 y 3.26 se observa que el 82% del total de los profesionales encuestados de todas las universidades trabajan en el sector manufactura, 46 profesionales son de la UES (el 56.1) y 36 son de otras universidades (43.9%).

Pregunta No 7: Señale las áreas de la empresa u organización en las que se desempeñan Ingenieros Químicos

Objetivo: Determinar las áreas en las que los Ingenieros Químicos se desempeñan en el mercado laboral y conocer la distribución de estos profesionales por sector y tamaño de las empresas encuestadas en las que se encuentran empleados, distinguiendo los roles desempeñados en ellas.

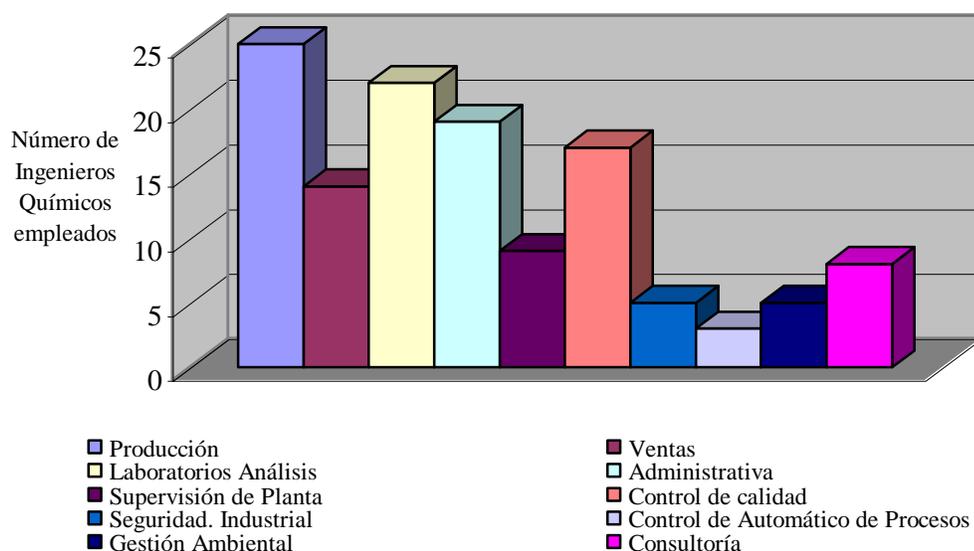


Figura 3.35 Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo en las instituciones encuestadas

Cuadro 3.27 Áreas en las que se desempeñan los Ingenieros Químicos según las instituciones contratantes. Distribución por tamaño

Área	Total	Grande	Mediana	Pequeña	Otras
Producción	25	16	3	6	0
Ventas	14	9	3	2	0
Laboratorios Análisis	22	16	2	3	1
Administrativa	19	10	1	5	3
Supervisión de Planta	9	6	0	3	0
Control de calidad	17	10	2	5	0
Seguridad Industrial	5	2	0	2	1
Control de Automático de Procesos	3	2	0	1	0
Gestión Ambiental	5	2	1	1	1
Consultoría	8	2	2	3	1

Cuadro 3.28 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las empresas manufactureras encuestadas. Distribución por tamaño

<i>MANUFACTURA</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>
Producción	17	25.76	13	1	3
Ventas	5	7.58	5	0	0
Laboratorios de Análisis	13	19.70	11	0	2
Administrativa	6	9.09	5	0	1
Supervisión de Planta	6	9.09	4	0	2
Control de calidad	11	16.67	8	0	3
Seguridad Industrial	1	1.52	0	0	1
Control Automático de Procesos	3	4.55	2	0	1
Gestión Ambiental	3	4.55	2	0	1
Consultoría	1	1.52	0	0	1
TOTAL	66	100.00	50	1	15

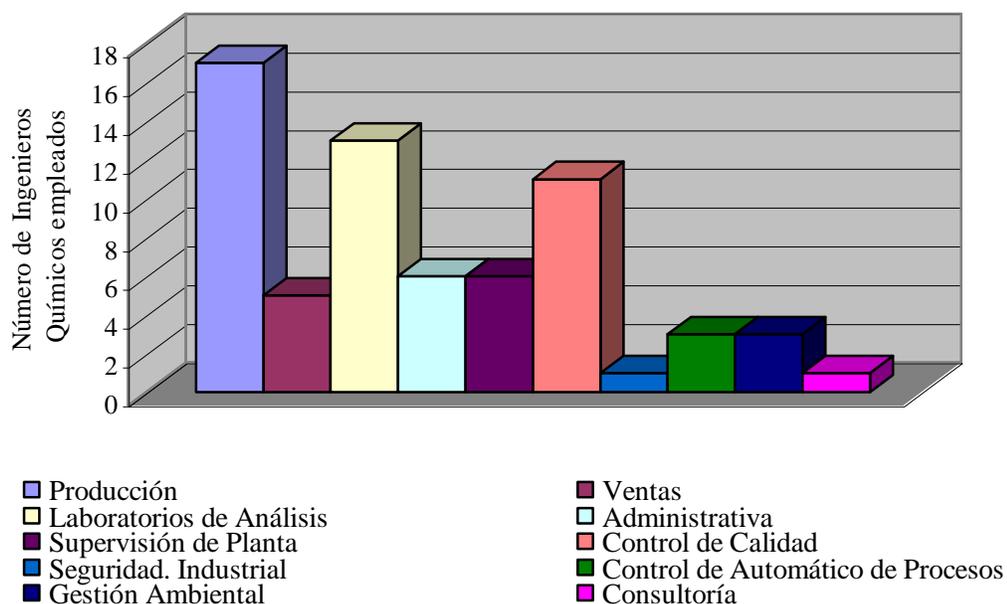


Figura 3.36. Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo en las empresas manufactureras encuestadas

Cuadro 3.29 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las empresas de comercio encuestadas. Distribución por tamaño

<i>COMERCIO</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>
Producción	4	18.18	3	1	0
Ventas	5	22.73	3	2	0
Laboratorios de Análisis	3	13.64	2	1	0
Administrativa	3	13.64	2	0	1
Supervisión de Planta	1	4.55	1	0	0
Control de calidad	2	9.09	1	1	0
Seguridad. Industrial	2	9.09	2	0	0
Control de Automático de Procesos	0	0.00	0	0	0
Gestión Ambiental	1	4.55	0	1	0
Consultoría	1	4.55	0	1	0
TOTAL	22	100.00	14	7	1

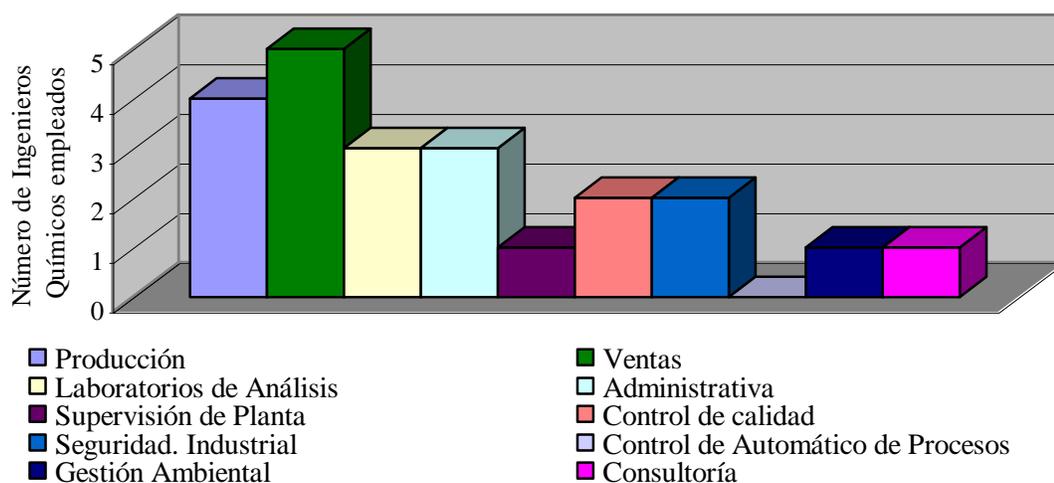


Figura 3.37. Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo en las empresas de comercio encuestadas

Cuadro 3.30 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las empresas de servicios encuestadas clasificadas por tamaño

<i>SERVICIOS</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>
Producción	4	12.50	0	1	3
Ventas	4	12.50	1	1	2
Laboratorios de Análisis	5	15.63	3	1	1
Administrativa	7	21.88	3	1	3
Supervisión de Planta	2	6.25	1	0	1
Control de calidad	4	12.50	1	1	2
Seguridad. Industrial	1	3.13	0	0	1
Control de Automático de Procesos	0	0.00	0	0	0
Gestión Ambiental	0	0.00	0	0	0
Consultoría	5	15.63	2	1	2
TOTAL	32	100.00	11	6	15

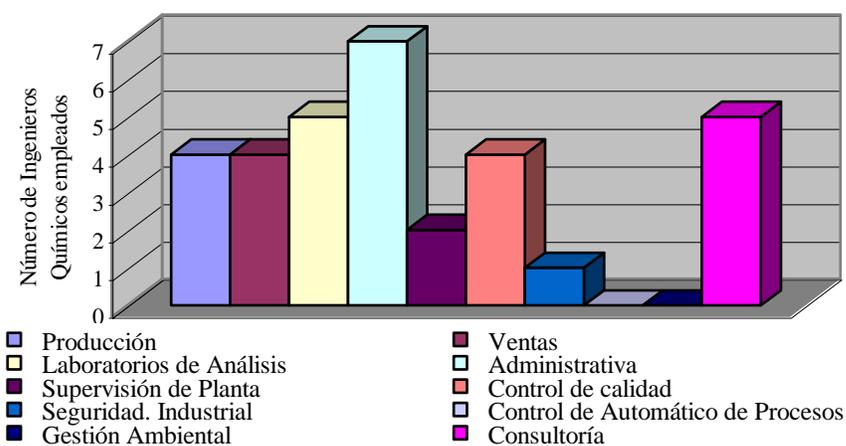


Figura 3.38. Distribución de Ingenieros Químicos por áreas de trabajo en las empresas de servicios encuestadas

Cuadro 3.31 Áreas en que se desempeñan los Ingenieros Químicos en las ONG's y OG's encuestadas

<i>Organización</i> \ <i>Área</i>	<i>Administrativa</i>	<i>Gestión Ambiental</i>	<i>Laboratorio de Análisis</i>	<i>Seguridad Industrial</i>	<i>Consultoría</i>
<i>ONG</i>	1	1	0	0	0
<i>OG</i>	2	0	1	1	1
<i>Total</i>	3	1	1	1	1
<i>% del Total</i>	15.8	20	4.5	20	12.5

Observaciones: Los Cuadros 3.27 a 3.31 y las Figuras 3.35 a 3.38 muestran los principales roles de los Ingenieros Químicos de acuerdo al sector encuestado. En las empresas manufactureras predominan las actividades técnicas son (ej, producción, análisis químico y control de calidad), en el sector comercio las actividades de venta, en el sector servicios las áreas administrativas, en las ONG las actividades relacionadas a gestión ambiental y en las OG las actividades relacionadas a la Seguridad Industrial.

Pregunta 8: ¿Prefiere contratar Ingenieros Químicos con estudios de post-grado?

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene la especialización en el mercado laboral.

Cuadro 3.32. Preferencia por profesionales con estudios de post-grado

<i>Sector</i>		<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otras</i>
Manufactura	<i>Sí</i>	0	0	0	0
	<i>No</i>	17	1	3	0
Comercio	<i>Sí</i>	1	0	0	0
	<i>No</i>	3	2	1	0
Servicios	<i>Sí</i>	2	0	1	0
	<i>No</i>	1	1	2	0
ONG	<i>Sí</i>	0	0	0	0
	<i>No</i>	0	0	0	1
OG	<i>Sí</i>	0	0	0	0
	<i>No</i>	0	0	0	3
TOTALES	<i>Sí</i>	3	0	1	0
	<i>No</i>	21	4	6	4

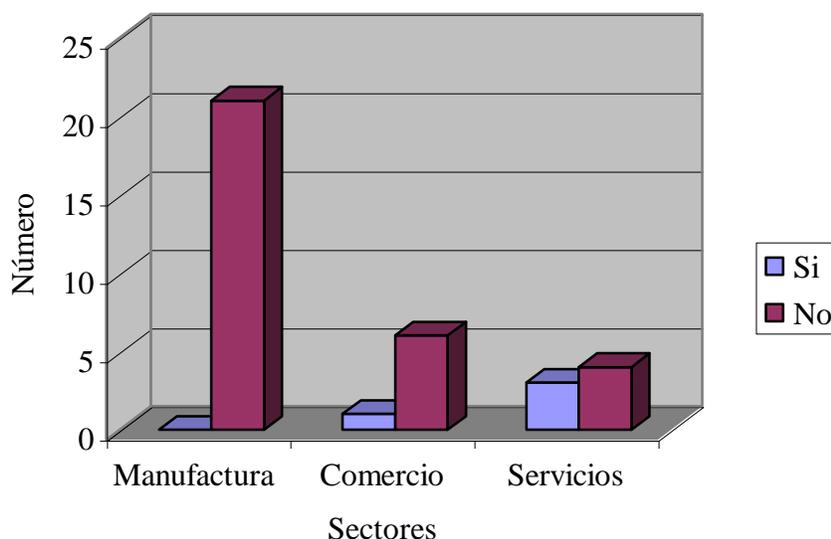


Figura 3.39 Importancia de la especialización para acceder a empleo en las empresas encuestadas que han contratado Ingenieros Químicos

Observaciones: La mayoría de las empresas encuestadas que contratan Ingenieros Químicos, principalmente manufactureras, no tienen preferencia por profesionales que han cursado estudios de post-grado. Solo cuatro de las organizaciones consideraron la especialización como una condición de preferencia para la contratación.

Cuadro 3.33. Áreas de estudios de post-grado prioritarias para las instituciones encuestadas

<i>Sector</i>	<i>Áreas de Especialización</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Prioridad</i>
Manufactura	Gestión Ambiental	1	1
Comercio	Ventas	1	1
Servicios	Gestión Ambiental	1	2
	Control de Calidad	1	1
	Administración	1	2
	Docencia	1	3
	Ing. De Procesos	1	1

Pregunta 9: Clasifique entre “deseable”, “indispensable” e “indiferente” los conocimientos complementarios esperados en los Ingenieros Químicos.

Objetivo: Determinar cuáles son los estudios adicionales requeridos por los empleadores de Ingenieros Químicos y su grado de importancia.

Cuadro 3.34. Importancia de los conocimientos administrativos. Distribución por sector y tamaño de las empresas encuestadas

<i>CONOCIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN</i>		<i>TAMAÑO</i>				
<i>Sector</i>	<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>	
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	5	4	0	1	0
	Deseable	15	13	1	1	0
	Indiferente	1	0	0	1	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	6	3	2	1	0
	Indiferente	1	1	0	0	0
Servicios	Total	7	3	1	3	0
	Indispensable	3	1	0	2	0
	Deseable	4	2	1	1	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	2	0	0	0	2
	Indiferente	0	0	0	0	0

Cuadro 3.35. Importancia de los conocimientos de comercialización según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector y tamaño

<i>CONOCIMIENTOS DE COMERCIALIZACIÓN</i>		<i>TAMAÑO</i>				
<i>Sector</i>		<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	2	1	0	1	0
	Deseable	14	12	1	1	0
	Indiferente	5	4	0	1	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	1	0	1	0	0
	Deseable	5	3	1	1	0
	Indiferente	1	1	0	0	0
Servicios	Total	7	3	1	3	0
	Indispensable	1	0	0	1	0
	Deseable	4	1	1	2	0
	Indiferente	2	2	0	0	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable		0	0	0	0
	Deseable	1	0	0	0	1
	Indiferente		0	0	0	0
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	2	0	0	0	2
	Indiferente	0	0	0	0	0

Cuadro 3.36. Importancia del dominio del idioma inglés según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector y tamaño

<i>DOMINIO DEL IDIOMA INGLÉS</i>		<i>TAMAÑO</i>				
<i>Sector</i>		<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	14	11	0	3	0
	Deseable	7	6	1	0	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	4	3	1	0	0
	Deseable	2	1	1	0	0
	Indiferente	1	0	0	1	0
Servicios	Total	7	3	1	3	0
	Indispensable	3	1	1	1	0
	Deseable	2	2	0	0	0
	Indiferente	2	0	0	2	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	2	0	0	0	2
	Indiferente	0	0	0	0	0

Cuadro 3.37. Importancia del dominio de otros idiomas según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector y tamaño

<i>DOMINIO DE OTROS IDIOMAS</i>		<i>TAMAÑO</i>				
<i>Sector</i>		<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	9	7	1	1	0
	Indiferente	12	10	0	2	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	2	2	0	0	0
	Indiferente	5	2	2	1	0
Servicios	Total	7	3	1	3	0
	Indispensable	1	0	0	1	0
	Deseable	2	1	1	0	0
	Indiferente	4	2	0	2	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	1	0	0	0	1
	Indiferente	0	0	0	0	0
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	2	0	0	0	2
	Indiferente	1	0	0	0	1

Cuadro 3.38. Importancia del manejo de software según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector y tamaño

<i>MANEJO DE PAQUETES DE COMPUTACIÓN</i>		<i>TAMAÑO</i>				
Sector		<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	16	13	0	3	0
	Deseable	4	3	1	0	0
	Indiferente	1	1	0	0	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	6	4	2	0	0
	Indiferente	1	0	0	1	0
Servicios	Total	7	3	0	3	0
	Indispensable	7	3	1	3	0
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	3	0	0	0	3
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	0	0	0	0	0

Cuadro 3.39. Importancia de la programación de computadoras según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector y tamaño

<i>PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORAS</i>		<i>TAMAÑO</i>				
<i>Sector</i>		<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	5	3	1	1	0
	Deseable	5	4	0	1	0
	Indiferente	11	10	0	1	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	1	1	0	0	0
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	6	3	2	1	0
Servicios	Total	7	3	1	3	0
	Indispensable	1	0	0	1	0
	Deseable	3	2	1	0	0
	Indiferente	3	1	0	2	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	1	0	0	0	1
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	3	0	0	0	3
	Indiferente	0	0	0	0	0

Cuadro 3.40. Importancia de la ortografía y la redacción según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector y tamaño

<i>EXCELENTE ORTOGRAFÍA Y REDACCIÓN</i>		<i>TAMAÑO</i>				
<i>Sector</i>		<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	4	3	0	1	0
	Deseable	11	10	1	0	0
	Indiferente	6	4	0	2	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	3	2	1	0	0
	Deseable	3	2	1	0	0
	Indiferente	1	0	0	1	0
Servicios	Total	7	3	1	3	0
	Indispensable	4	2	1	1	0
	Deseable	3	1	0	2	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	0	0	0	0	0
	Indiferente	0	0	0	0	0
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	2	0	0	0	2
	Indiferente	0	0	0	0	0

Cuadro 3.41. Importancia de habilidad de hablar en público según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector y tamaño

<i>HABILIDAD PARA HABLAR EN PÚBLICO</i>		<i>TAMAÑO</i>				
<i>Sector</i>		<i>Total</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otros</i>
Manufactura	Total	21	17	1	3	0
	Indispensable	1	1	0	0	0
	Deseable	14	12	1	1	0
	Indiferente	6	4	0	2	0
Comercio	Total	7	4	2	1	0
	Indispensable	3	2	1	0	0
	Deseable	3	2	1	0	0
	Indiferente	1	0	0	1	0
Servicios	Total	7	3	1	3	0
	Indispensable	2	1	0	1	0
	Deseable	4	2	1	1	0
	Indiferente	1	0	0	1	0
ONG's	Total	1	0	0	0	1
	Indispensable	0	0	0	0	0
	Deseable	1	0	0	0	1
	Indiferente	0	0	0	0	0
OG's	Total	3	0	0	0	3
	Indispensable	1	0	0	0	1
	Deseable	2	0	0	0	2
	Indiferente	0	0	0	0	0

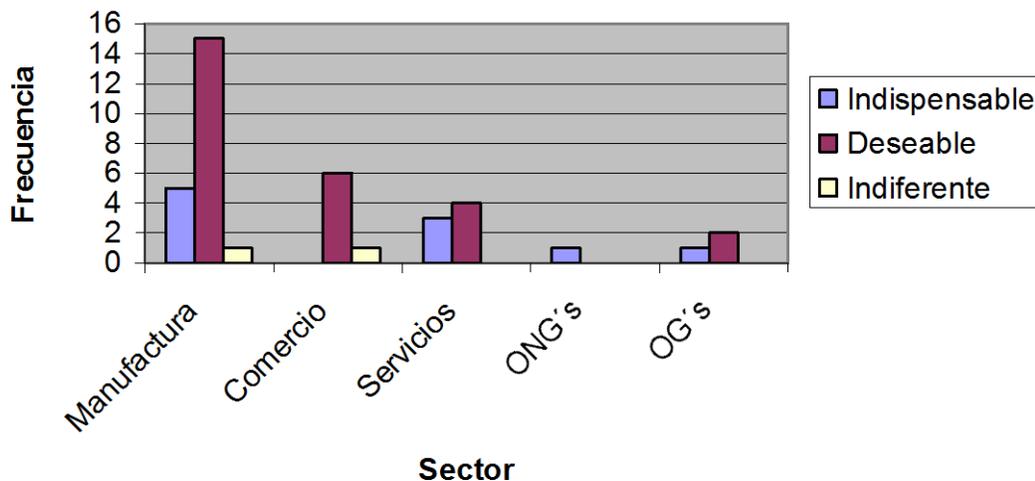


Figura 3.40. Importancia de los conocimientos administrativos. Distribución por sector

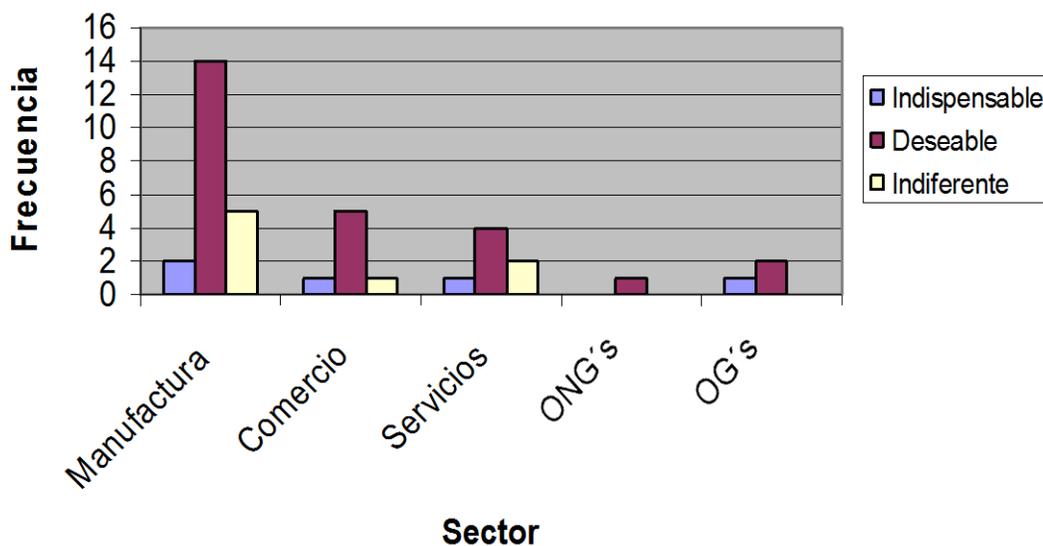


Figura 3.41. Importancia de los conocimientos en comercialización. Distribución por sector

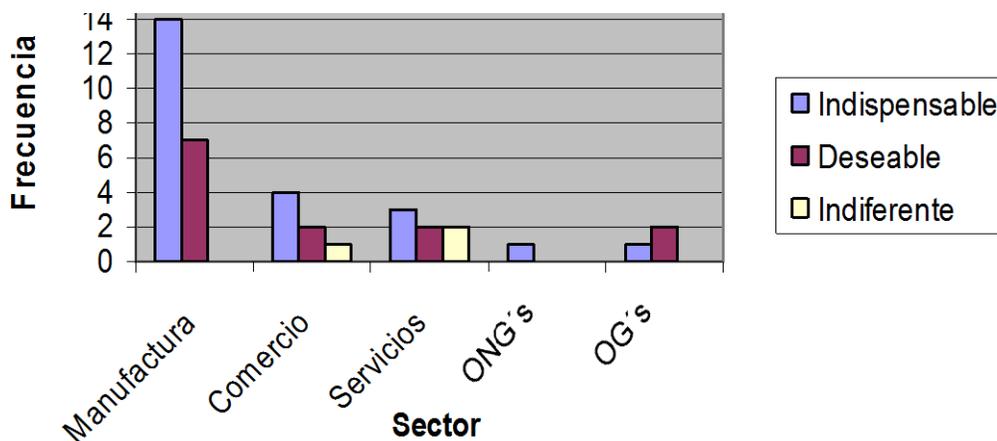


Figura 3.42. Importancia del dominio del idioma inglés según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector

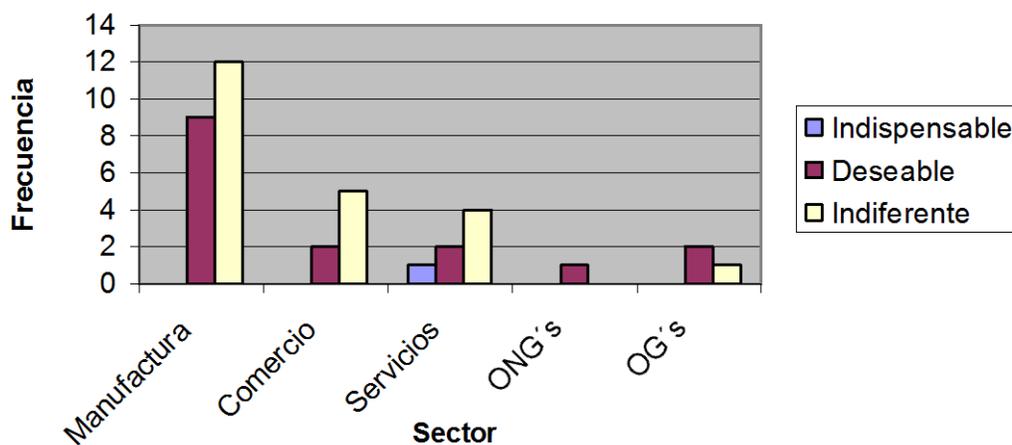


Figura 3.43 Importancia del dominio de otros idiomas según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector

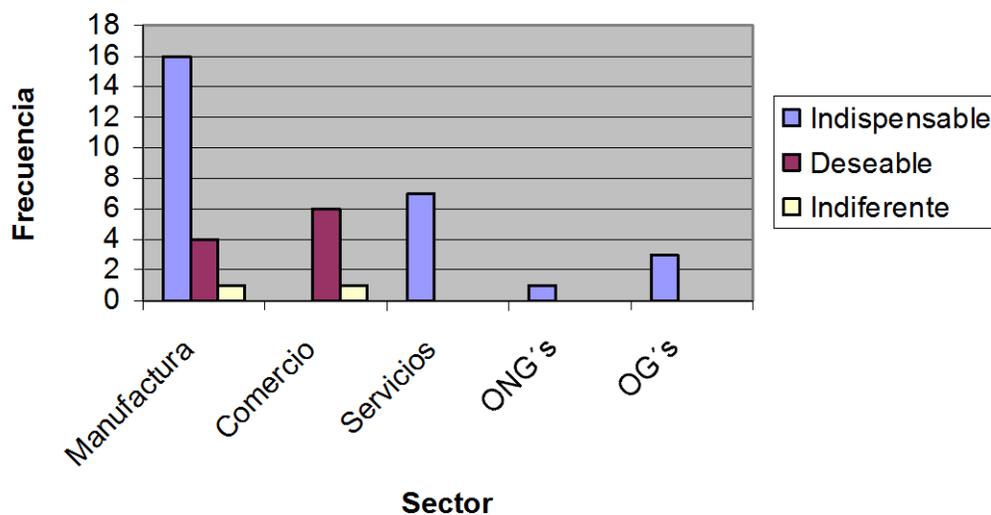


Figura 3.44. Importancia de los conocimientos en manejo de software según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector

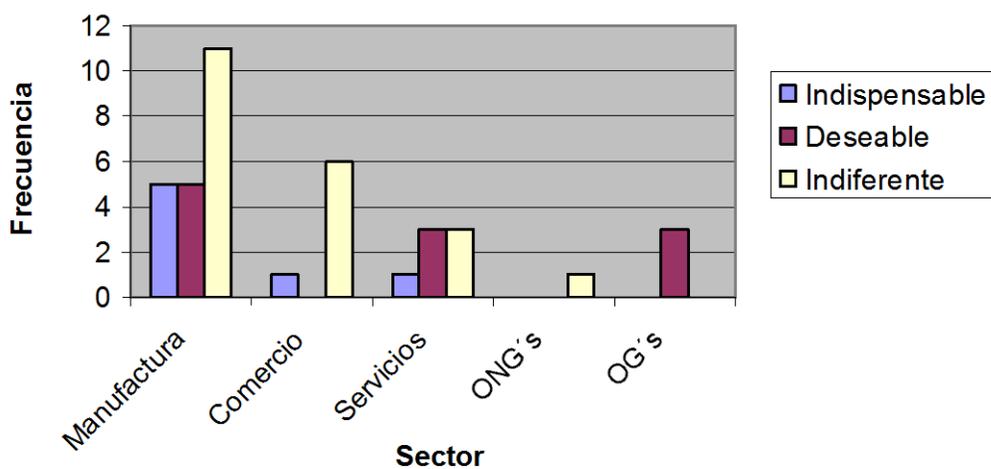


Figura 3.45. Importancia de los conocimientos de programación de computadoras. Distribución por sector.

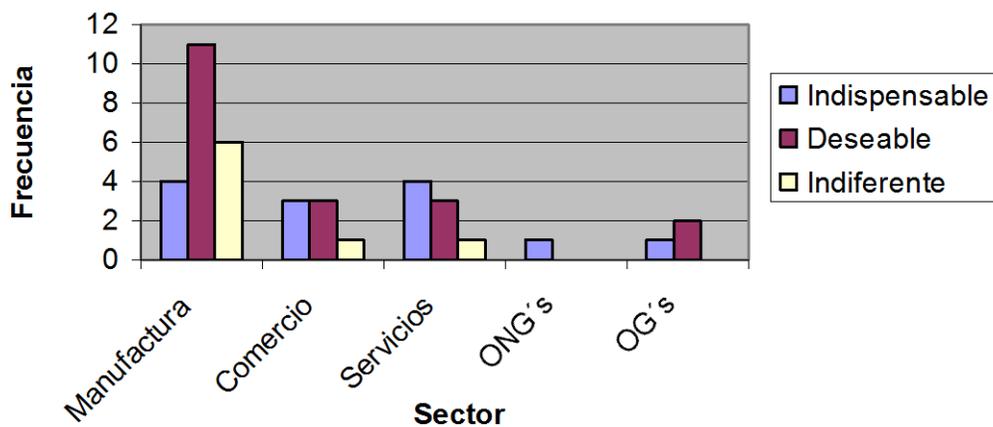


Figura 3.46. Importancia de los conocimientos de ortografía y redacción según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector

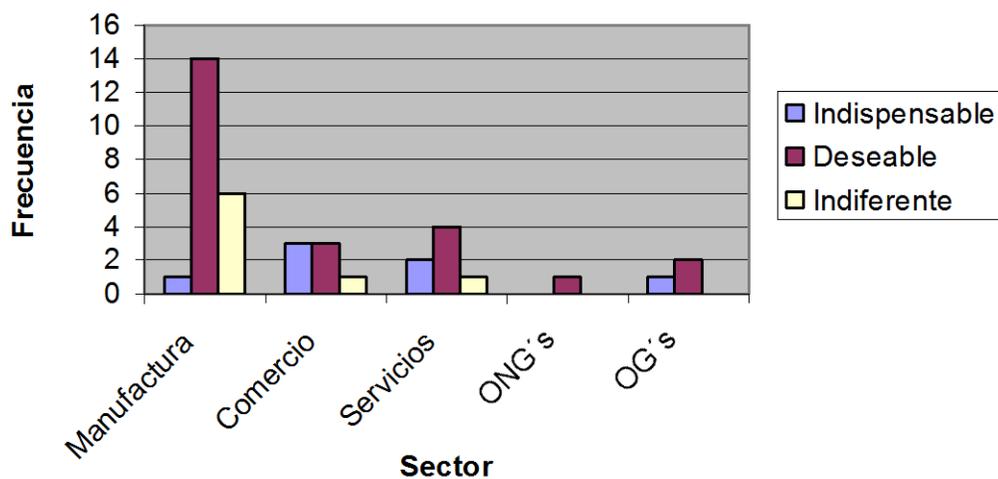


Figura 3.47. Importancia de la habilidad para hablar en público según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos encuestadas por sector

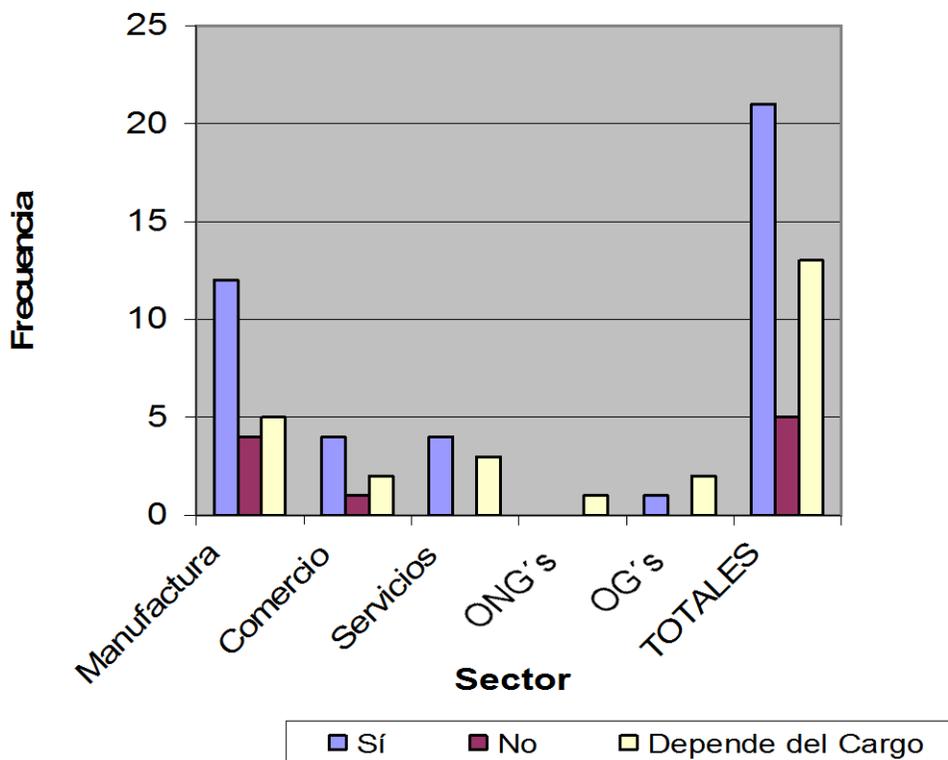
Observaciones: En general, los conocimientos adicionales que con más frecuencia resultan indispensables son: el dominio del idioma inglés y el manejo de software. Los conocimientos administrativos y de comercialización, los conocimientos de ortografía y redacción y la habilidad para hablar en público son principalmente deseables. La capacidad para programar computadoras y el dominio de otros idiomas adicionales al inglés son regularmente indiferentes para los empleadores de Ingenieros Químicos.

Pregunta 10: ¿Es la edad un factor determinante para la contratación de un Ingeniero Químico?

Objetivo: Determinar si la edad del Ingeniero Químico es factor importante para la contratación en el mercado laboral, según las empresas encuestadas

Cuadro 3.42 Número de empresas (por sector y tamaño) que consideran la edad del Ingeniero Químico como factor importante para su contratación

		<i>TOTAL</i>	<i>Grande</i>	<i>Mediana</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Otras</i>
Manufactura	<i>Depende del Cargo</i>	12	9	1	2	0
	<i>Sí</i>	4	4			0
	<i>No</i>	5	4		1	0
Comercio	<i>Depende del Cargo</i>	4	3	1		0
	<i>Sí</i>	1	1			0
	<i>No</i>	2		1	1	0
Servicios	<i>Depende del Cargo</i>	4	1	1	2	0
	<i>Sí</i>	0	0	0	0	0
	<i>No</i>	3	2	0	1	0
ONG's	<i>Depende del Cargo</i>	0	0	0	0	0
	<i>Sí</i>	0	0	0	0	0
	<i>No</i>	1	0	0	0	1
OG's	<i>Depende del Cargo</i>	1	0	0	0	1
	<i>Sí</i>	0	0	0	0	0
	<i>No</i>	2	0	0	0	2
TOTALES	<i>Depende del Cargo</i>	21	13	3	4	1
	<i>Sí</i>	5	5	0	0	0
	<i>No</i>	13	6	1	3	3



**Figura 3.48. Importancia de la edad en la contratación de Ingenieros Químicos.
Distribución por sector**

Observaciones: En la mayoría de los casos, la edad es un factor determinante de contratación, sin embargo se observa también una frecuencia substancial de opiniones orientadas a supeditar la edad al cargo en cuestión. En general la edad es un factor importante ya sea como criterio *per se* de contratación o como consideración de acuerdo al cargo en el que se pretenda asignar el Ingeniero Químico.

Pregunta 11: Edad Máxima Deseable de Contratación.

Objetivo: Verificar el rango de edad deseable del Ingeniero Químico para acceder con mayor facilidad al mercado laboral

Cuadro 3.43 Edad máxima de contratación de los Ingenieros Químicos según las empresas encuestadas

Sector	Tamaño	25	27	30	31	35	40	45	50	No Respondieron
Manufactura	Grande	1	1	4	1	4	1			5
	Mediana					1				
	Pequeña					1			1	1
Comercio	Grande					3	1			
	Mediana					1				1
	Pequeña								1	
Servicios	Grande					1				2
	Mediana					1				
	Pequeña							1		2
ONG's										1
OG's						1				2
TOTALES	Grande	1	1	4	1	8	2			7
	Mediana					3				1
	Pequeña					1		1	2	3
	Otras					1				3
TOTAL		1	1	4	1	13	2	1	2	14

Observaciones: La columna “No Respondieron” ocupa el primer lugar en frecuencia, pudiéndose interpretar este resultado como “Indiferente” o relacionarse con la elección “Depende del cargo” de la pregunta anterior.

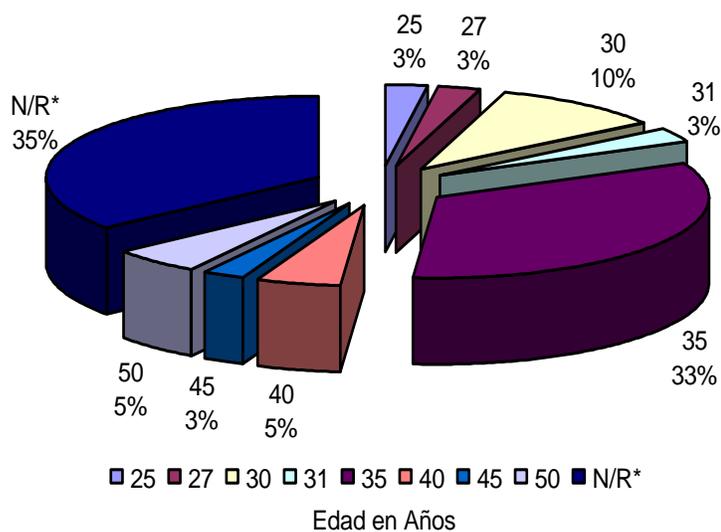


Figura 3.49. Edad máxima aceptable para la contratación de Ingenieros Químicos en el total de instituciones empleadoras

Observaciones: La edad *máxima aceptable* para el 52% de las organizaciones que emplean Ingenieros Químicos está entre los 25 y 35 años de edad. Solo un 13% de las instituciones encuestadas opinaron que la edad máxima aceptable fuera arriba de los 35 años y el resto de las organizaciones no respondieron esta pregunta.

Se reconoce así la exigencia de profesionales jóvenes (entre 25 y 35 años) en esta disciplina para que se disponga de mejores oportunidades de inserción al mercado laboral salvadoreño.

Pregunta 12: Según las características de cada área especificada a continuación, seleccione si es deseable, hombre, mujer o es indiferente.

Objetivo: Verificar si el género de los profesionales en Ingeniería Química determina tanto las oportunidades de inserción al mercado laboral como los roles que estos profesionales desempeñan.

**Cuadro 3.44 Especificación de géneros por áreas para las empresas encuestadas.
(Sector Manufactura)**

<i>MANUFACTURA</i>	<i>No Respondieron</i>	<i>Hombre</i>	<i>Mujer</i>	<i>Indiferente</i>
Producción	0	8	1	12
Mantenimiento	0	17	0	4
Supervisión	0	5	2	14
Aseguramiento de Calidad	0	1	4	16
Seguridad Industrial	0	4	3	14
Gestión Ambiental	1	0	1	19
Control Automático de Procesos	0	8	0	13
Administración	0	2	1	18
Investigación y Desarrollo	0	1	5	15
Comercialización	0	1	2	18

Cuadro 3.45 Especificación de géneros por áreas específicas, para las empresas encuestadas. (Sector Comercio)

<i>COMERCIO</i>	<i>No Respondieron</i>	<i>Hombre</i>	<i>Mujer</i>	<i>Indiferente</i>
Ventas	0	0	1	6
Soporte Técnico	0	0	1	6
Mercadeo	0	0	1	6
Cargos Administrativos	0	0	1	6

Cuadro 3.46 Especificación de géneros por áreas específicas, para las empresas encuestadas. (Sector Servicios)

<i>SERVICIOS</i>	<i>No Respondieron</i>	<i>Hombre</i>	<i>Mujer</i>	<i>Indiferente</i>
Ventas	0	1	0	6
Asesoría Técnica	0	0	0	7
Consultoría	0	0	0	7
Gestión de Proyectos	0	0	0	7
Docencia e Investigación	0	0	0	7
Laboratorio de Análisis Químico	0	0	2	5
Cargos Administrativos	0	0	0	7
Mantenimiento	0	4	0	3

Observaciones: Se observa que para los sectores encuestados el género es indiferente, sin embargo se advierten preferencias importantes según el rol desempeñado. Para el sector manufacturero las áreas de preferencia por hombres son: mantenimiento, seguido del área de producción y el control automático de procesos. Las mujeres son mayormente preferidas en las áreas de aseguramiento de la calidad e Investigación y desarrollo. En el sector servicios los hombres son mayormente contratados en el área de mantenimiento y las mujeres son contratadas en el área de laboratorio de análisis químico. Para el sector comercio se prefieren contratar mujeres en todas las áreas detalladas dentro de la encuesta.

3.2.3 Tipos de Profesionales que compiten con el Ingeniero Químico por actividad Laboral.

Pregunta No 13 Especificar los tipos de profesionales que se desempeñan en las áreas especificadas, a continuación.(Nota: en caso de que alguno de los cargos no exista en su organización elegir la opción no aplica).

Objetivo: Determinar y conocer los tipos de profesionales que laboran en áreas que pueden ocupar los Ingenieros Químicos dentro de la institución u empresa encuestada.

En los Cuadros 3.47 al 3.50 se presentan los tipos de profesionales que se desempeñan en las áreas A, B, C,..y H. Cuyo significado se detalla a continuación en el Cuadro 3.47a.

Cuadro 3.47a Nomenclatura aplicada para clasificar las áreas de desempeño

A: Control de calidad	E: Gerencia Técnica
B: Producción	F: Ventas
C: Administración	G: Laboratorio
D: Mercadeo	H: Gestión Ambiental

Cuadro 3.47 Distribución de los profesionales según áreas de trabajo en las empresas encuestadas del sector manufactura

TAMAÑO	Tipo de Profesional	ÁREA(cuadro 3.47a)								
		Total	A	B	C	D	E	F	G	H
Grande	Total	248	31	31	31	31	31	31	31	31
Mediana	Ingeniero Industrial	62	7	20	9	7	6	11	0	2
	Ingeniero Mecánico	7	0	4	1	0	1	0	1	0
	Administrador de Empresas	14	0	1	6	3	1	3	0	0
	Mercadólogo	3	0	0	1	1	0	1	0	0
	Biólogo	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Lic. En Química	44	14	4	0	2	6	1	12	5
	Ingeniero Electricista o Eléctrico	6	0	3	1	0	2	0	0	0
	Ingeniero en Alimentos	3	1	1	0	1	0	0	0	0
	Agroindustriales	7	2	1	1	2	0	0	1	0
	Empirico	3	0	0	1	0	0	1	1	0
	Bachilleres	5	1	1	0	0	1	2	0	0
	Dr. En Química	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	Ing en Computacion	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Ingeniero Quimico	58	10	11	4	5	6	4	11	7
	No Aplica	74	3	0	11	15	10	8	10	17
	Total	168	21	21	21	21	21	21	21	21
Pequeña	Ingeniero Industrial	47	7	8	9	4	10	9	0	0
	Ingeniero Mecánico	3	1	1	1	0	0	0	0	0
	Administrador de Empresas	11	0	0	5	4	1	1	0	0
	Mercadólogo	2	0	0	1	0	1	0	0	0
	Lic. En Química	25	6	5	2	0	3	0	5	4
	Agroindustriales	3	1	1	0	0	0	0	1	0
	Empirico	10	1	2	1	1	0	5	0	0
	Bachilleres	4	0	1	0	0	1	2	0	0
	Operador con Experiencia	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Ingeniero Quimico	3	0	1	0	0	1	0	0	1
	No Aplica	59	4	2	2	12	4	4	15	16
	Total	176	22	22	22	22	22	22	22	22
Pequeña	Ingeniero Industrial	22	2	5	6	2	5	2	0	0
	Ingeniero Mecánico	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Lic. En Química	19	6	4	2	0	1	0	5	1
	Ingeniero Electricista o Eléctrico	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Ingeniero en Alimentos	7	2	3	0	0	0	0	1	1
	Agroindustriales	14	3	3	1	0	1	1	2	3
	Veterinario	6	0	0	1	0	2	1	2	0
	Empirico	7	0	2	1	1	0	3	0	0
	Ing en Biomedica	2	0	0	1	1	0	0	0	0
	Bachilleres	19	0	3	6	0	0	10	0	0
	Ingeniero Quimico	2	0	1	0	0	0	0	1	0
	No Aplica	75	7	0	4	18	13	5	11	17

Cuadro 3.48 Distribución de los profesionales según áreas de trabajo en las empresas encuestadas del sector comercio

TAMAÑO	tipo de Profesional	ÁREA(cuadro 3.47a)								
		Total	A	B	C	D	E	F	G	H
Grande	Total	112	14	14	14	14	14	14	14	14
	Ingeniero Industrial	22	0	1	8	5	3	5	0	0
	Administrador de Empresas	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Mercadólogo	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Biólogo	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	Lic. En Química	13	2	0	3	1	1	4	2	0
	Ingeniero en Alimentos	2	0	0	0	0	0	2	0	0
	Agroindustriales	12	2	1	0	1	2	2	2	2
	Empirico	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	Ingeniero Quimico	13	0	3	1	2	2	3	1	1
	No Aplica	51	10	9	1	4	6	1	9	11
Mediana	Total	96	12	12	12	12	12	12	12	12
Pequeña	Ingeniero Industrial	12	0	1	5	3	1	2	0	0
	Lic. En Química	12	1	0	4	1	1	3	1	1
	Ingeniero en Alimentos	2	0	1	0	0	0	0	1	0
	Agroindustriales	3	1	1	0	0	0	0	1	0
	Empirico	4	0	0	0	0	0	3	1	0
	Ingeniero Quimico	6	1	1	0	1	1	1	1	0
	No Aplica	59	9	9	3	7	9	3	8	11
Pequeña	Total	176	22	22	22	22	22	22	22	22
Pequeña	Ingeniero Industrial	22	4	3	3	1	4	7	0	0
	Ingeniero Mecánico	3	1	1	0	0	1	0	0	0
	Mecánico Industrial	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Administrador de Empresas	6	0	0	4	2	0	0	0	0
	Mercadólogo	2	0	0	0	2	0	0	0	0
	Lic. En Química	25	6	5	4	0	3	0	5	2
	Agroindustriales	4	1	1	0	0	0	1	1	0
	Veterinario	2	0	0	1	0	1	0	0	0
	Empirico	21	0	4	4	2	1	10	0	0
	Bachilleres	6	0	1	4	1	0	0	0	0
	Tecnico en Mecanica Automotriz	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Ingeniero Quimico	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	No Aplica	82	10	6	0	14	12	4	16	20

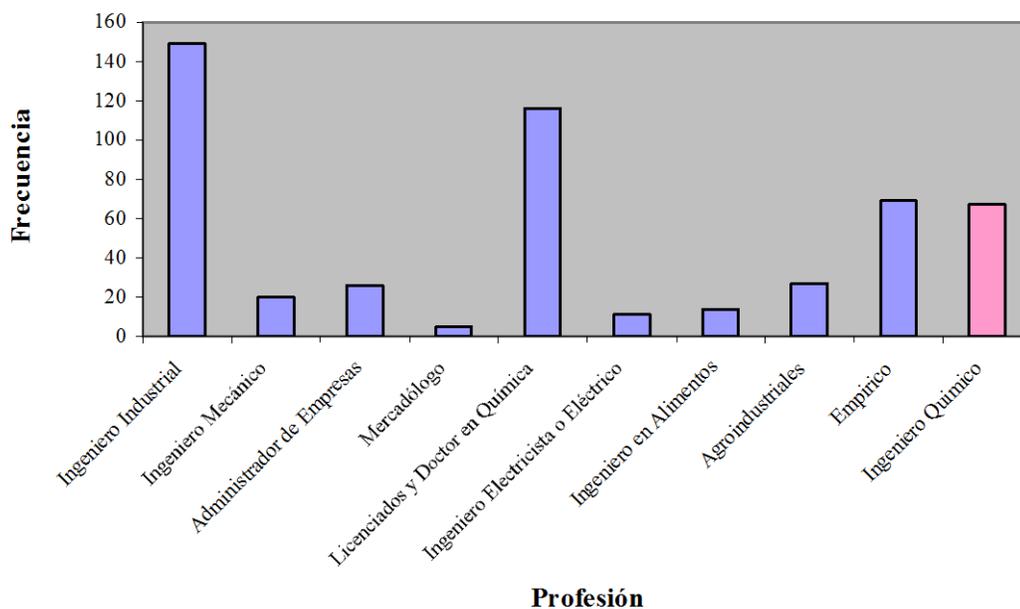


Figura 3.50 Tipos de profesionales que laboran en las empresas manufactureras encuestadas (totales de las diferentes áreas)

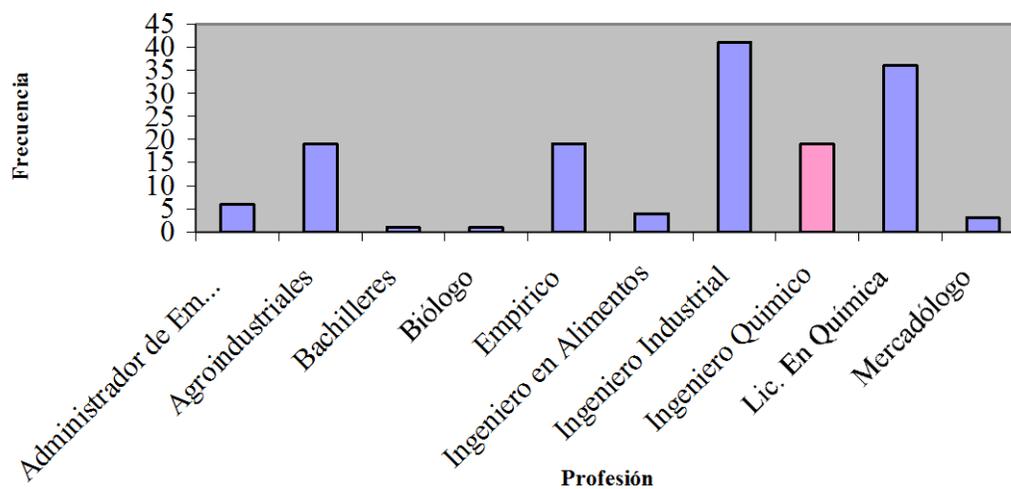


Figura 3.51 Tipos de profesionales que laboran en las empresas del sector comercio encuestadas (total de las diferentes áreas)

Cuadro 3.49 Tipos de profesionales que se desempeñan según áreas, en las empresas encuestadas del sector servicio

TAMAÑO	Tipo de Profesional	ÁREA(cuadro 3.47a)								
		Total	A	B	C	D	E	F	G	H
Grande	Total	24	3	3	3	3	3	3	3	3
	Ingeniero en Alimentos	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Ingeniero Químico	8	1	0	2	1	1	0	2	1
	No Aplica	16	2	3	1	2	2	3	1	2
Mediana	Total	8	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ingeniero Químico	6	1	1	1	1	0	1	1	0
	No Aplica	2	0	0	0	0	1	0	0	1
Pequeña	Total	40	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ingeniero Industrial	5	0	1	2	1	0	1	0	0
	Ingeniero Mecánico	4	0	1	1	1	0	1	0	0
	Lic. En Química	13	2	1	2	1	2	1	2	2
	Ingeniero Electricista o Eléctrico	3	0	0	1	1	0	1	0	0
	Ingeniero en Alimentos	4	0	0	1	1	0	1	0	1
	Agroindustriales	3	0	0	1	1	0	1	0	0
	Empírico	2	0	0	1	0	0	1	0	0
	Ingeniero Químico	16	2	3	1	1	3	1	2	3
	No Aplica	9	1	1	0	2	1	2	1	1

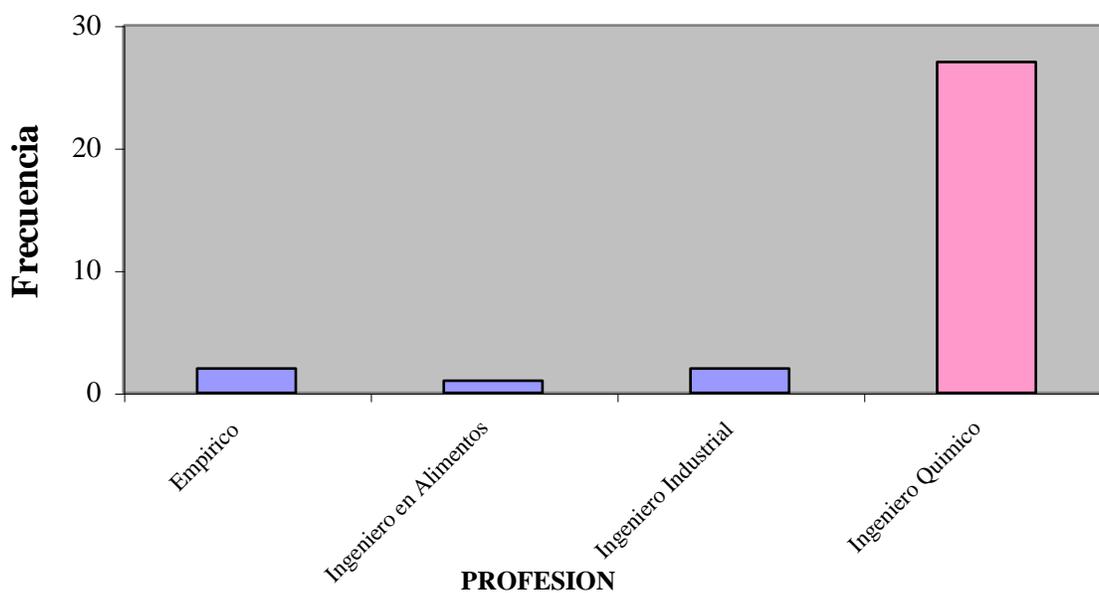


Figura 3.52 Tipos de profesionales que laboran en las empresas de servicios encuestadas (totales de las diferentes áreas)

Cuadro 3.50 Tipos de profesionales que se desempeñan según áreas, en las instituciones gubernamentales y no-gubernamentales encuestadas

Tipo de Profesional		ÁREA(cuadro 3.47a)								
		Total	A	B	C	D	E	F	G	H
ONG	Total	16	2	2	2	2	2	2	2	2
	No Aplica	10	2	2	0	1	1	2	2	0
	Ingeniero Industrial	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Agroindustriales	4	0	0	0	1	1	0	0	2
	Ingeniero Químico	2	0	0	1	0	0	0	0	1
OG	Total	24	3	3	3	3	3	3	3	3
	No Aplica	15	1	2	1	3	2	3	1	2
	Ingeniero Industrial	5	1	1	1	0	1	0	0	1
	Ingeniero Mecánico	3	1	0	1	0	1	0	0	0
	Lic. En Química	7	2	0	1	0	1	0	2	1
	Ingeniero Electricista o Eléctrico	3	1	0	1	0	1	0	0	0
	Ingeniero en Alimentos	3	1	0	1	0	1	0	0	0
	Agroindustriales	4	1	0	1	0	1	0	0	1
Ingeniero Químico	3	0	0	1	0	0	0	1	1	

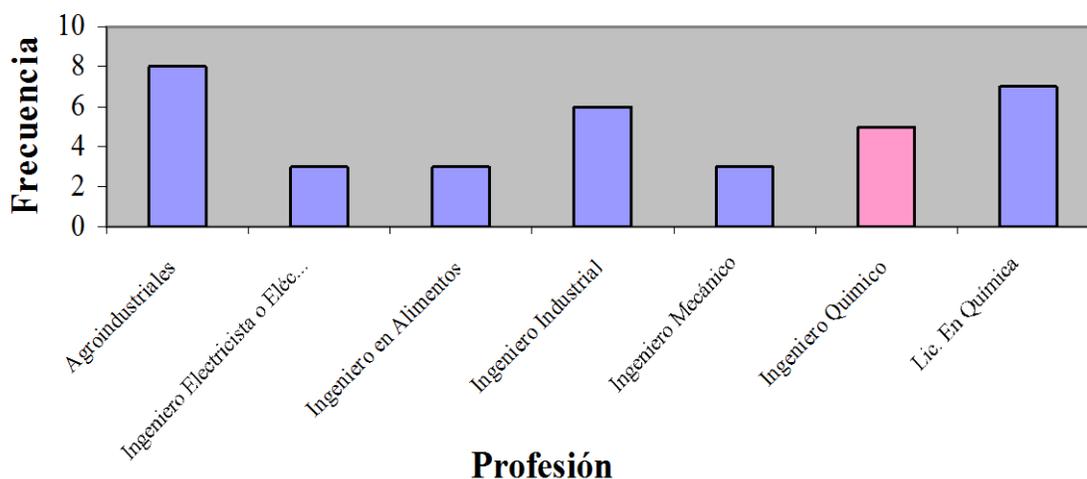


Figura 3.53. Tipos de profesionales que laboran en las ONG's y OG's encuestadas (totales de las diferentes áreas)

Observaciones: En el sector manufacturero los principales competidores son Ingenieros Industriales, Licenciados y/o Doctores en Química o Químicos Farmacéuticos y empíricos. En el sector comercio son los Ingenieros Industriales, Licenciados en Química o Química y Farmacia y los Ingenieros Agroindustriales los profesionales más competitivos. En el sector servicios el Ingeniero Químico no presenta prácticamente ningún tipo de competencia de otros profesionales. En ONG's y OG's vuelven a mencionarse con mayor frecuencia los Ingenieros Químicos, Licenciados en Química o Química y Farmacia y los Ingenieros Agroindustriales como los profesionales que compiten en los mismos segmentos del mercado laboral (ver Figuras 3.50 a 3.53).

Nota: Se observa que los empleadores mencionaron con mucha frecuencia a los "Licenciados en Química" como profesionales que compiten en el mercado laboral con el Ingeniero Químico; se cree que muchos de estos empleadores pueden confundir estos profesionales con los Licenciados en Química y Farmacia y es por eso que se han tomado ambos como un solo grupo.

4.0 ANALISIS DE DATOS DEL DIAGNOSTICO DEL MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO EN EL SALVADOR

4.1 INTRODUCCIÓN

La acción de la Ingeniería Química está ligada necesariamente al de la industria del proceso químico, de tal manera que su evolución responde a necesidades diferentes de acuerdo al momento histórico de la industria, su ubicación geográfica y su contexto económico-social.

Esta correlación supone una influencia recíproca entre la industria y la Ingeniería Química, de tal manera que las acciones de ambas son correspondientes. Supone también que es la industria del proceso químico, y las actividades económicas relacionadas a ella, los principales blancos laborales de Ingenieros Químicos, de tal manera que las modificaciones coyunturales de esta industria obligarán al replanteamiento de las prioridades de formación profesional. Necesariamente deberá existir una vinculación entre estos dos actores con el fin de responder de manera adecuada a las nuevas necesidades que plantea la realidad en cada contexto.

Es, por lo tanto, importante describir el comportamiento de la industria, como sector económico, así como el comportamiento de los demás sectores relacionados a ésta, en el contexto de acción de los Ingenieros Químicos, para definir y redefinir el enfoque de los programas de estudio tanto de la educación superior como de la formación especializada. Este Capítulo está dedicado a la interpretación de los resultados del estudio realizado, teniendo como eje central la relación entre los Ingenieros Químicos, la industria del proceso químico y los sectores económicos vinculados a ésta. La detección de necesidades de estos sectores y la descripción objetiva de su comportamiento darán paso a la elaboración de conclusiones y recomendaciones que serán el objeto del siguiente capítulo.

4.2 MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO EN EL SALVADOR

En este estudio se realizó una encuesta dirigida a una muestra de 102 Ingenieros Químicos radicados actualmente en El Salvador, graduados de universidades nacionales y extranjeras. Mediante estimaciones a partir de los datos de la muestra con un nivel de confianza del 90%, se calcula que 81 ± 9.7 profesionales graduados en el extranjero forman parte de esta población (ver cálculo en Anexo IV, literal C).

4.2.1 SITUACION LABORAL ACTUAL DE LOS INGENIEROS QUIMICOS

Se consultó sobre su situación de empleo, y los resultados se estructuraron estableciendo proyecciones a la población en la manera descrita en el Figura 4.1. Se reporta con un 90% de confianza que : Los desempleados son solo el $2.95 \pm 2.8 \%$, la mayor parte de estos Ingenieros Químicos trabajan como empleados $85.3 \pm 6.04 \%$ y solo un $11.75 \pm 5.9 \%$ son empresarios.

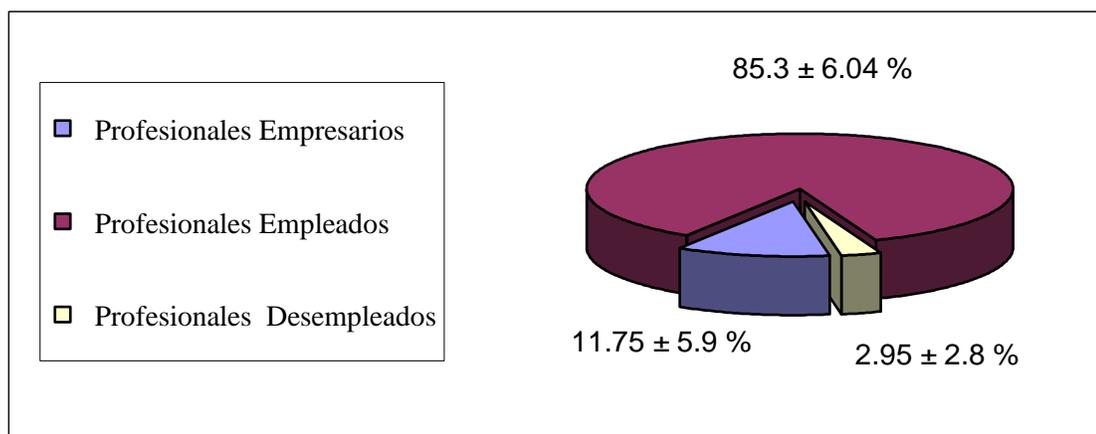


Figura 4.1. Situación de empleo de los Ingenieros Químicos encuestados

Un estudio paralelo se realizó a una muestra de 136 empresas distribuidas de la forma descrita por la Figura 4.2 (Ver Apartado 2.3.4.). Los resultados con un nivel de confianza de 90%, revelan que solo un 39.82 ± 13.27 % de éstas emplean Ingenieros Químicos.

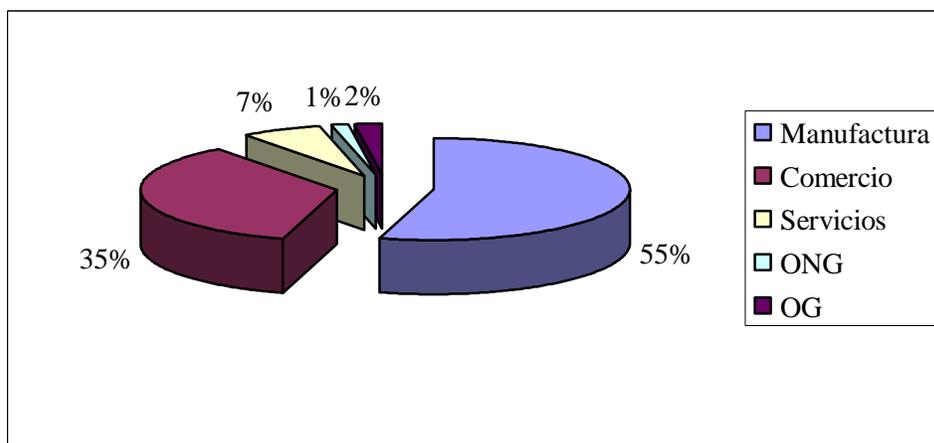


Figura 4.2 Distribución de empresas encuestadas por sector (Muestra)

Cuadro 4.1 Clasificación de empresas de la muestra que contratan Ingenieros Químicos según sector y tamaño.

NUMERO DE INGENIEROS QUIMICOS Y EMPRESAS	Totales	TAMAÑO DE EMPRESA			
		Grande	Mediana	Pequeña	Otras
<i>Ing. Químicos Empleados en Manufactura</i>	82	75	2	5	0
Número de Empresas	21	17	1	3	0
<i>Ing. Químicos Empleados en Comercio</i>	23	18	4	1	0
Número de Empresas	7	4	2	1	0
<i>Ing. Químicos Empleados en Servicios</i>	44	28	11	5	0
Número de Empresas	7	3	1	3	0
<i>Ing. Químicos Empleados en ONG</i>	1	0	0	0	1
Número de Organizaciones	1	0	0	0	1
<i>Ing. Químicos Empleados en OG</i>	5	0	0	0	5
Número de Organizaciones	3	0	0	0	3
<i>Total Ing. Químicos Empleados</i>	155	121	17	11	6
Número de Empresas	39	24	4	7	4

Cuadro 4.2 Clasificación de empresas de la población que contratan Ingenieros Químicos según sector y tamaño

INGENIEROS QUIMICOS EMPLEADOS POR TIPO DE EMPRESA	Totales	TAMAÑO DE EMPRESA			
		Grande	Mediana	Pequeña	Otras
<i>Ing. Químicos Empleados en Manufactura</i>	272.2±46.1	249.2±9.7	6.0±1.0	17.0±1.6	
<i>Ing. Químicos Empleados en Comercio</i>	33.4±5.7	23.1±2.1	6.7±1.2	3.6±0.6	
<i>Ing. Químicos Empleados en Servicios</i>	75.3±12.6	37.3±11.4	22.0±0.0	16.0±3.0	
<i>Ing. Químicos Empleados en ONG</i>	2.0±1.2				2.0±1.2
<i>Ing. Químicos Empleados en OG</i>	10.0±2.3				10.0±1.9

En los cuadros 4.1 y 4.2 se muestra la forma en que está distribuida la demanda de Ingenieros Químicos en las empresas de la población.

Con un nivel de confianza de 90% se obtiene que: El 40% de empresas empleadoras contratan a 393 ± 71 Ingenieros Químicos (ver cuadro 4.2). La distribución en que participan los distintos sectores que contratan Ingenieros Químicos refleja que la mayor contratación se encuentra en el sector manufacturero (ver figura 4.3).

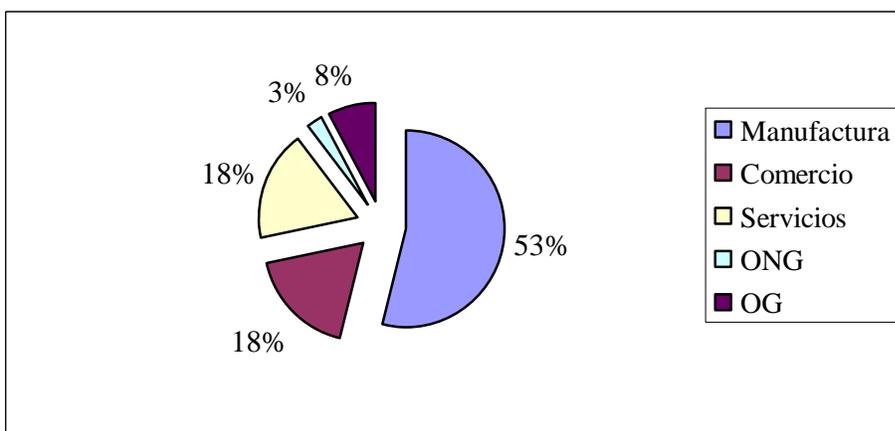


Figura 4.3 Distribución por sector de subgrupo de empresas encuestadas que afirmaron emplear Ingenieros Químicos

Analizando las figuras 4.3 y 4.4 se tiene que de este subgrupo de empresas, el sector servicios representa solamente un 18% y sin embargo emplea al 28% de los Ingenieros Químicos, mientras que el sector manufactura –que representa un 53% de este subgrupo– emplea al 53%. Esto indica cuán importante es actualmente el sector servicios como mercado de oportunidad para los Ingenieros Químicos en El Salvador.

En resumen se observa que cerca de la mitad (53%) de los Ingenieros Químicos en esta muestra laboran en la industria manufacturera principalmente gran empresa, el segundo lugar lo ocupa el sector servicios y el tercero el sector comercial (Figura 4.4).

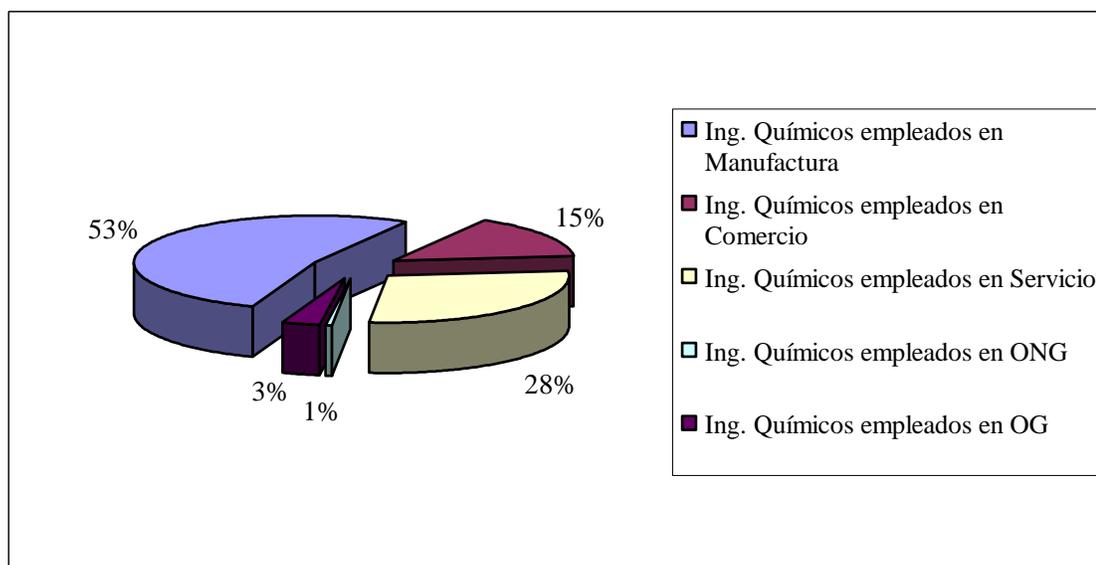


Figura 4.4 Manera en que se distribuyen los Ingenieros Químicos en el subgrupo de empresas empleadoras encuestadas.

Llama la atención el hecho de que solo un 28% de las empresas de manufactura encuestadas (21 de las 74 empresas, ver Cuadro 3.20) empleen Ingenieros Químicos a pesar de que la mayoría posean procesos y técnicas que, pueden ser desarrollados eficientemente por los Ingenieros Químicos; dada su formación profesional. A pesar de lo anterior, el sector manufacturero sigue siendo el principal nicho de mercado laboral, como ya ha sido afirmado.

4.2.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS INGENIEROS QUÍMICOS SEGÚN UNIVERSIDAD DE PROCEDENCIA

Los cuadros 4.3, 4.4 y 4.5 detallan la manera en que se distribuyen los Ingenieros Químicos graduados tanto de la Universidad de El Salvador (Cuadro 4.4) como de otras universidades (Cuadro 4.6), empleados en el subgrupo de empresas contratantes.

Del total de 155 Ingenieros Químicos empleados según las encuestas, cerca del 62% fueron graduados de la Universidad de El Salvador, mientras que el resto provenían de diferentes universidades. La manera en que se distribuyen según sector y tamaño se muestra en las Figuras 4.5 y 4.6 respectivamente.

Cuadro 4.3 Clasificación de empresas encuestadas que contratan Ingenieros Químicos de La UES, según sector y tamaño

INGENIEROS QUIMICOS DE LA UES EMPLEADOS POR TIPO DE EMPRESA	Totales	TAMAÑO DE EMPRESA			
		Grande	Mediana	Pequeña	Otras
<i>Total Ing. Químicos Empleados</i>	96	72	12	8	4
Número de Empresas	39	24	4	7	4
<i>Ing. Químicos Empleado en Manufactura</i>	46	42	0	4	0
Número de Empresas	21	17	1	3	0
<i>Ing. Químicos Empleado en Comercio</i>	4	3	1	0	0
Número de Empresas	7	4	2	1	0
<i>Ing. Químicos Empleado en Servicios</i>	42	27	11	4	0
Número de Empresas	7	3	1	3	0
<i>Ing. Químicos Empleado en ONG</i>	1	0	0	0	1
Número de Organizaciones	1	0	0	0	1
<i>Ing. Químicos Empleado en OG</i>	3	0	0	0	3
Número de Organizaciones	3	0	0	0	3

Cuadro 4.4 Clasificación de empresas de la población que contratan Ingenieros Químicos de la UES según sector y tamaño

INGENIEROS QUIMICOS DE LA UES EMPLEADOS POR TIPO DE EMPRESA	Totales	TAMAÑO DE EMPRESA			
		Grande	Mediana	Pequeña	Otras
<i>Ing. Químicos Empleados en Manufactura</i>	272.2±46.1	139.5±6.3	0.0±0.0	13.6±1.3	
<i>Ing. Químicos Empleados en Comercio</i>	33.4±5.7	3.9±0.5	1.7±0.4	0.0±0.0	
<i>Ing. Químicos Empleados en Servicios</i>	75.3±12.6	36.0±11.6	22.0±0.0	12.8±3.2	
<i>Ing. Químicos Empleados en ONG</i>	2.0±1.2				2.0±1.2
<i>Ing. Químicos Empleados en OG</i>	10.0±2.3				6.0±2.9

Cuadro 4.5 Clasificación de empresas encuestadas que contratan Ingenieros Químicos de otras universidades, (UCA, UPES Y Universidades Extranjeras) según sector y tamaño

INGENIEROS QUIMICOS DE LA UCA, UPES Y UNIVERSIDADES EXTRANJERAS EMPLEADOS POR TIPO DE EMPRESA	Totales	TAMAÑO DE EMPRESA			
		Grande	Mediana	Pequeña	Otras
<i>Total Ing. Químicos Empleados</i>	59	49	5	3	2
Número de Empresas	39	24	4	7	4
<i>Ing. Químicos Empleado en Manufactura</i>	36	33	2	1	0
Número de Empresas	21	17	1	3	0
<i>Ing. Químicos Empleado en Comercio</i>	19	15	3	1	0
Número de Empresas	7	4	2	1	0
<i>Ing. Químicos Empleado en Servicios</i>	2	1	0	1	0
Número de Empresas	7	3	1	3	0
<i>Ing. Químicos Empleado en ONG</i>	0	0	0	0	0
Número de Organizaciones	1	0	0	0	1
<i>Ing. Químicos Empleado en OG</i>	2	0	0	0	2
Número de Organizaciones	3	0	0	0	3

Cuadro 4.6 Clasificación de empresas de la población que contratan Ingenieros Químicos de otras universidades (UCA, UPES y Universidades Extranjeras) según sector y tamaño

ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	Totales	TAMAÑO			
		Grande	Mediana	Pequeña	Otras
<i>Ing. Químicos Empleados en Manufactura</i>	119.1±19.7	109.6±4.1	6.0±1.0	3.4±0.5	
<i>Ing. Químicos Empleados en Comercio</i>	27.9±5.5	19.3±2.0	5.0±1.2	3.6±0.6	
<i>Ing. Químicos Empleados en Servicios</i>	4.5±2.2	1.3±0.6	0.0±0.0	3.2±1.1	
<i>Ing. Químicos Empleados en ONG</i>	0.0±0.0				0.0±0.0
<i>Ing. Químicos Empleados en OG</i>	4.0±1.2				4.0±1.0

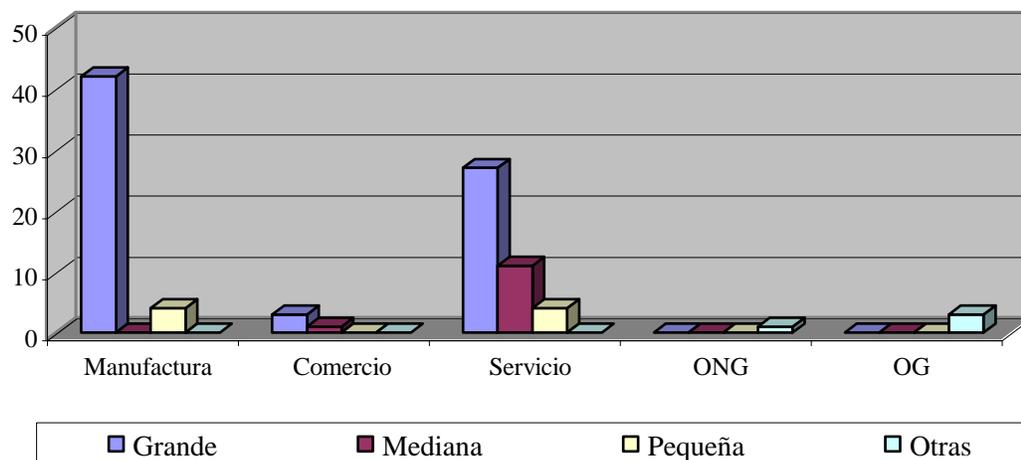


Figura 4.5 Distribución de los Ingenieros Químicos graduados de la UES, empleados por sector y tamaño

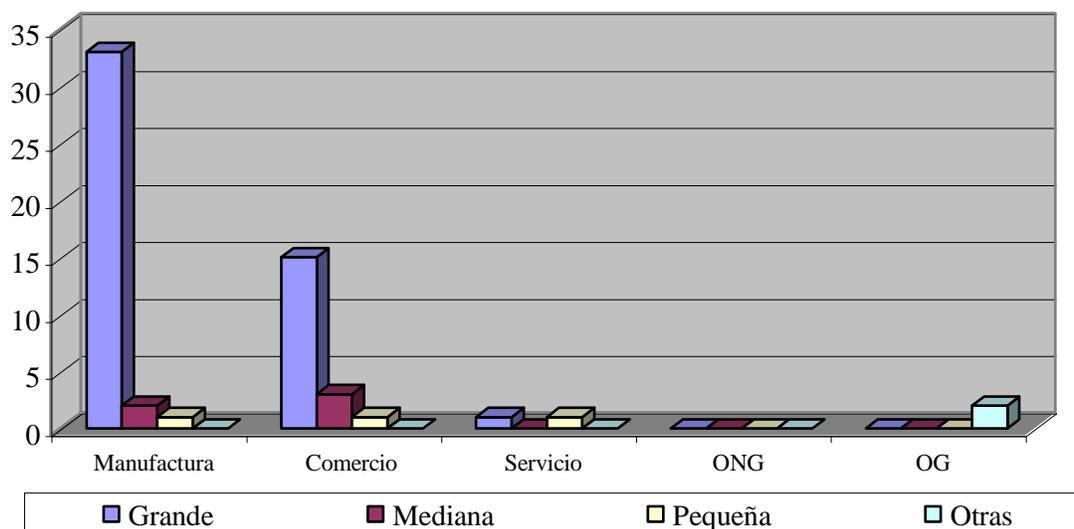


Figura 4.6 Distribución de los Ingenieros Químicos graduados de otras universidades, empleados por sector y tamaño

En ambos casos, el sector manufacturero ofrece las mejores oportunidades de empleo, principalmente en las organizaciones de gran tamaño. Sin embargo, puede observarse que la mayoría de los Ingenieros Químicos empleados en el sector servicios corresponden al grupo de graduados de la Universidad de El Salvador, representando cerca del 96% del total de 44 ingenieros empleados en las instituciones encuestadas pertenecientes a este sector. Cabe destacar que este sector incluyó a las instituciones educativas, tanto privadas como del estado.

En el sector comercial existe una diferencia significativa inclinada hacia ingenieros de otras universidades, los cuales representan cerca del 83% del total de 23 ingenieros empleados en las instituciones encuestadas pertenecientes a este sector.

4.2.3 PREFERENCIA DE CONTRATACIÓN DE INGENIEROS QUÍMICOS SEGÚN EL GRADO DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

Dentro del estudio realizado a empresas se observó, con un nivel de confianza de 90 %, que de las 39 empresas contratantes de Ingenieros Químicos, solamente el 2.71 ± 1.75 %, prefieren contratar profesionales con estudio de post-grado. Las empresas contratantes de profesionales con estudios de post-gradados tienen como área prioritaria la Gestión Ambiental. (Ver cuadro 3.32 y figura 3.39)

4.2.4 EDAD COMO FACTOR PARA LA CONTRATACIÓN DE LOS INGENIEROS QUÍMICOS

Uno de los factores que determina la inserción de los Ingenieros Químicos en el campo laboral es la edad, este parámetro fue evaluado por las preguntas No 10 y No 11 de la Encuesta de Empresas (Ver cuadro 3.42 y Figura 3.43). Se observa que la edad es un factor importante, que esta en función del cargo que desempeña el Ingeniero (Ver figura 4.8) y que existe una máxima edad aceptable para la inserción de un profesional en el área laboral, la cual es de 35 años (Ver figura 4.7).

En la población la media estratificada que es reflejo en la población es de 35 años. Obteniendo el intervalo se tiene que la edad máxima aceptable es de 35 ± 6 años aproximadamente.

Por lo tanto: la edad máxima aceptable de un ingeniero químico en el mercado laboral, para un nivel de confianza de 90%, es de 35 mas o menos 6 años, es decir oscila entre los 29 y 41 años.

En el cuadro 4.7, se presenta la proyección a la población que muestra como la edad depende o no del cargo.

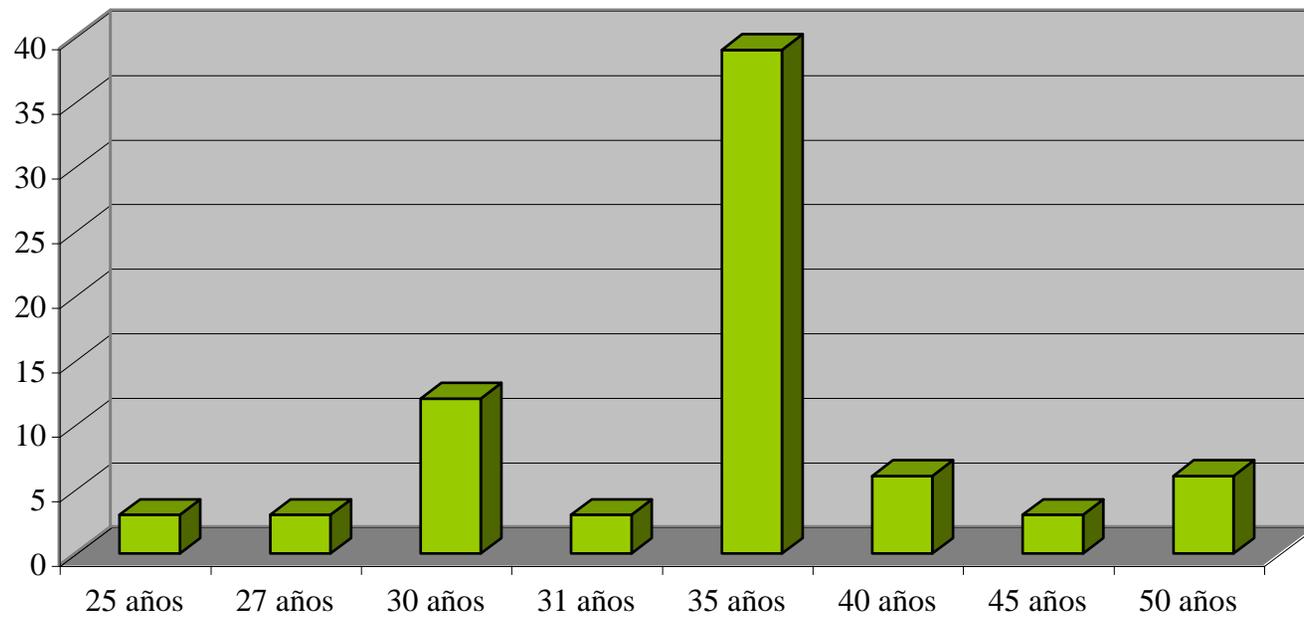


Figura 4.7 Edad máxima aceptable de contratación, para Ingenieros Químicos según las empresas encuestadas

Cuadro 4.7 Edad como factor para la contratación de los Ingenieros Químicos

	<i>Criterio</i>	<i>Total</i>	<i>Manufactura</i>	<i>Comercio</i>	<i>Servicio</i>	<i>Otros</i>
Total de Empresas	<i>Depende del Cargo</i>	21	13	3	4	1
	<i>Si</i>	5	5	0	0	0
	<i>No</i>	13	6	1	3	3
Proporciones	<i>Depende del Cargo</i>	0.538	0.542	0.750	0.571	0.250
	<i>Sí</i>	0.128	0.208	0.000	0.000	0.000
	<i>No</i>	0.333	0.250	0.250	0.429	0.750
Varianza	<i>Depende del Cargo</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
	<i>Sí</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>No</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
Desviación	<i>Depende del Cargo</i>	0.081	0.104	0.250	0.202	0.250
	<i>Sí</i>	0.054	0.085	0.000	0.000	0.000
	<i>No</i>	0.076	0.090	0.250	0.202	0.250
Error Muestral	<i>Depende del Cargo</i>	0.133	0.171	0.413	0.333	0.413
	<i>Sí</i>	0.089	0.140	0.000	0.000	0.000
	<i>No</i>	0.126	0.149	0.413	0.333	0.413
Intervalo	<i>Depende del Cargo</i>	53.8 +/- 13.3 %	54.2 +/- 17.1 %	75.0 +/- 41.3 %	57.1 +/- 33.3 %	25.0 +/- 41.3 %
	<i>Sí</i>	12.8 +/- 8.9 %	20.8 +/- 14.0 %	0.0 +/- 0.0 %	0.0 +/- 0.0 %	0.0 +/- 0.0 %
	<i>No</i>	33.3 +/- 12.6 %	25.0 +/- 14.9 %	25.0 +/- 41.3 %	42.9 +/- 33.3 %	75.0 +/- 41.3 %

Nota: Los intervalos fueron calculados para un nivel de confianza del 90%.

Del Cuadro 4.7 se puede concluir que los sectores manufactura, comercio, servicios piensan que la edad como factor determinante para la contratación depende del cargo al que se este optando.

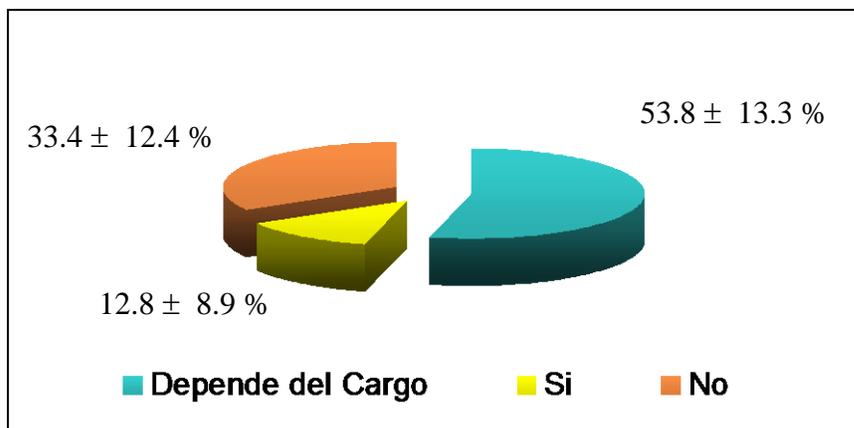


Figura 4.8 La edad como factor determinante en la contratación del Ingeniero Químico

Estos datos son congruentes con el hecho de que la mayoría de Ingenieros Químicos obtienen su primer empleo profesional generalmente antes de graduarse (período en el que se puede asumir que poseen edades que caen dentro del rango preferencial de contratación que se ha encontrado). Se estima, con un 90% de confianza, que el 76.1 ± 6.4 % de la población de Ingenieros Químicos en El Salvador comenzaron a ejercer actividades profesionales relacionadas a su formación académica antes de obtener su título universitario, y esta tendencia se mantiene independientemente de la universidad de procedencia (Figura 4.9 y 4.10).

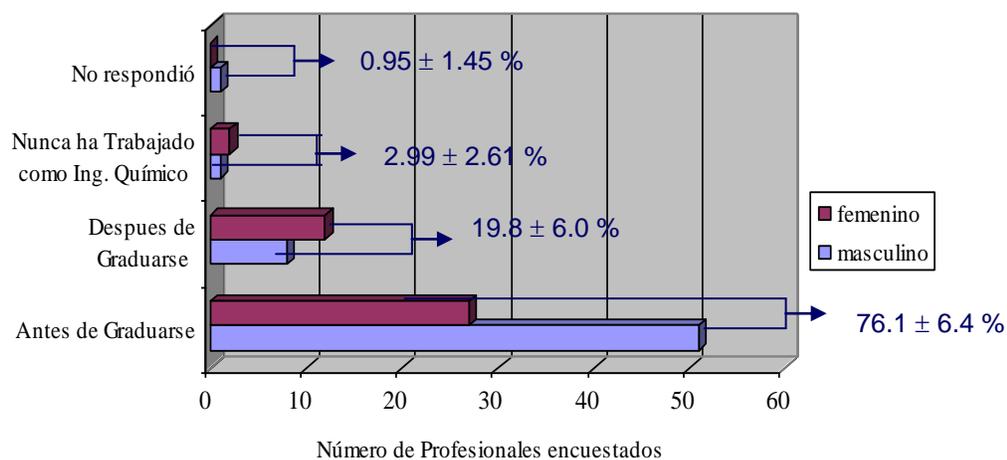


Figura 4.9 Obtención del primer empleo profesional según género, para profesionales de la Ingeniería Química

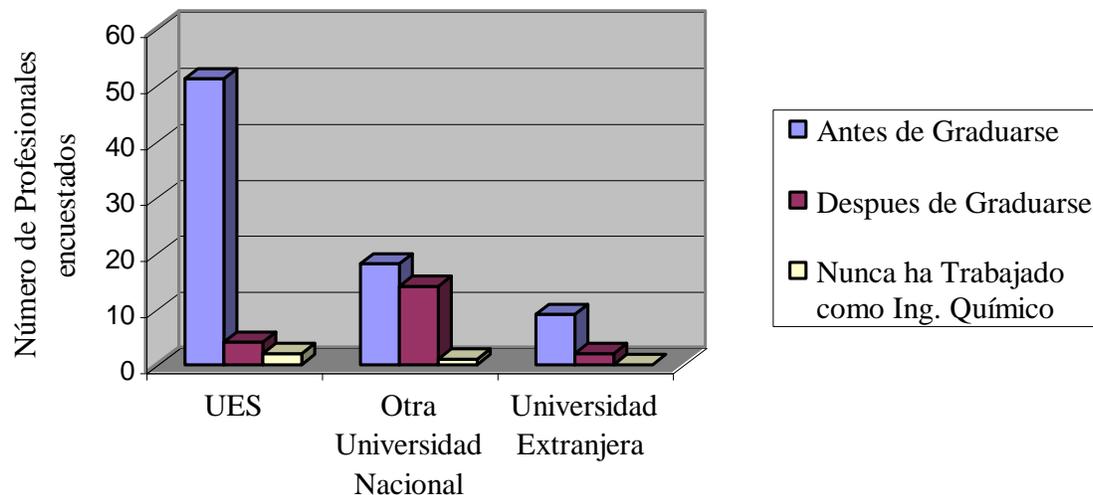


Figura 4.10 Obtención del primer empleo según universidad de procedencia para profesionales de la Ingeniería Química .

4.2.5 PREFERENCIA DE CONTRATACIÓN DE LOS INGENIEROS QUÍMICOS POR GENERO

Otro factor de importancia en la demanda laboral de Ingenieros Químicos es su género, este parámetro fue evaluado a partir de la pregunta No 12 de Encuesta a Empresas. Los resultados totales (por sector) de dicha evaluación se presentan en los Cuadros 4.8, 4.9 y 4.10, y su comportamiento grafico en las Figuras 4.11 a la 4.13.

Cuadro 4.8 Preferencia de contratación por género (Sector Manufactura)

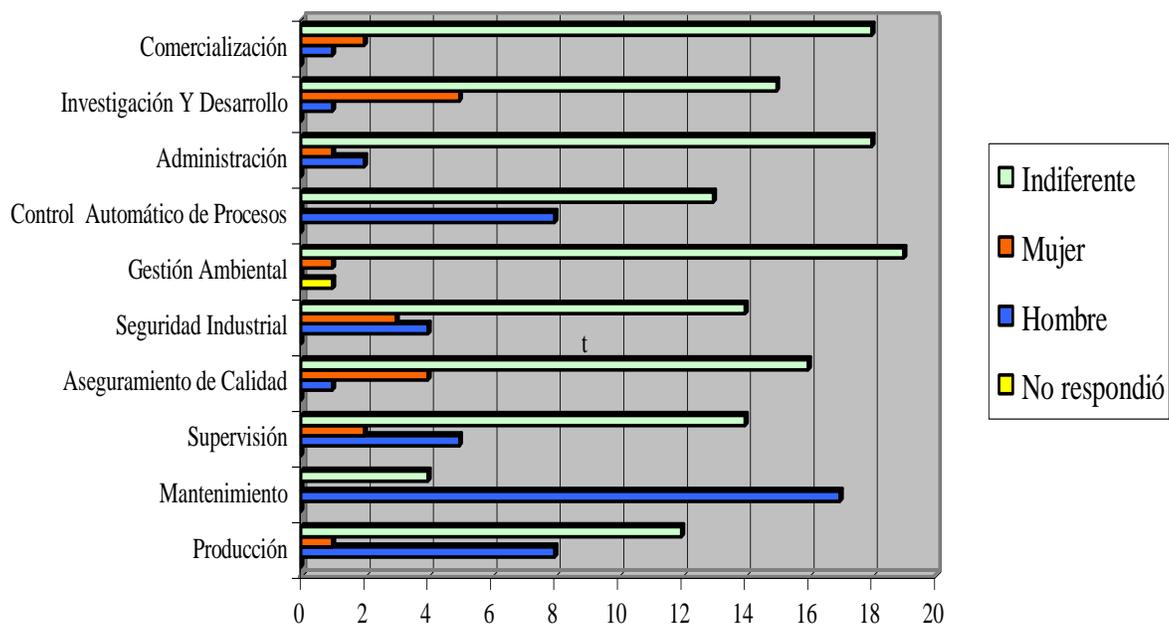
<i>Área</i>	<i>No respondió</i>	<i>%</i>	<i>Hombre</i>	<i>%</i>	<i>Mujer</i>	<i>%</i>	<i>Indiferente</i>	<i>%</i>
Producción	0	0	8	38.1	1	4.8	12	57.1
Mantenimiento	0	0	17	81.0	0	0	4	19.1
Supervisión	0	0	5	23.8	2	0	14	66.7
Aseguramiento de Calidad	0	0	1	4.8	4	0	16	76.2
Seguridad Industrial	0	0	4	19.1	3	0	14	66.7
Gestión Ambiental	1	4.8	0	0	1	4.8	19	90.5
Control Automático de Procesos	0	0	8	38.1	0	0	13	61.9
Administración	0	0	2	9.5	1	4.8	18	85.7
Investigación Y Desarrollo	0	0	1	4.8	5	23.8	15	71.4
Comercialización	0	0	1	4.8	2	9.5	18	85.7

Cuadro 4.9 Preferencia de contratación por género (Sector Comercio)

<i>Área</i>	<i>No respondió</i>	<i>%</i>	<i>Hombre</i>	<i>%</i>	<i>Mujer</i>	<i>%</i>	<i>Indiferente</i>	<i>%</i>
Ventas	0	0	0	0	1	14.3	6	85.7
Soporte técnico	0	0	0	0	1	14.3	6	85.7
Mercadeo	0	0	0	0	1	14.3	6	85.7
Cargos administrativos	0	0	0	0	1	14.3	6	85.7

Cuadro 4.10 Preferencia de contratación por género (Sector Servicio)

Área	No respondió	%	Hombre	%	Mujer	%	Indiferente	%
Ventas	0	0	1	14.3	0	0	6	85.7
Asesoría Técnica	0	0	0	0	0	0	7	100
Consultoría	0	0	0	0	0	0	7	100
Gestión de proyectos	0	0	0	0	0	0	7	100
Docencia e investigación	0	0	0	0	0	0	7	100
Laboratorio de Análisis Químico	0	0	0	0	2	28.6	5	71.4
Cargos administrativos	0	0	0	0	0	0	7	100
Mantenimiento	0	0	4	57.1	0	0	3	42.9

**Figura 4.11 Preferencia de contratación por género (Sector Manufactura)**

En general para el sector manufacturero, se puede decir que la contratación de Ingenieros Químicos es indiferente con respecto al género, excepto para el área de mantenimiento en la cual existe una preferencia marcada de hombres en lugar de mujeres. Si se analiza por áreas la preferencia de contratación independientemente de los que contratan indiferente y se compara se tiene que en el área de producción un 38.1% prefieren hombres, contra un 4.8% que prefieren mujeres, en el área de mantenimiento 81% prefieren hombres contra un 0% de mujeres y 19% indiferente. En supervisión 23.8% hombres, 9.5% mujeres y 66.7% indiferente, En el área de aseguramiento de la calidad 4.8% hombres, 19.1% mujeres y 76.2% indiferente, en el área de seguridad industrial 19.1% hombres y 66.7% indiferente , para el área de gestión ambiental 4.8% hombres, 4.8% mujeres y 90.5% indiferente; en control automático 38.1 % hombres, 0% mujeres y 61.9% indiferente, Para el área administrativa 9.5% hombres, 4.8% mujeres y 85.7% indiferente, en el área de investigación y desarrollo 4.8% hombres, 71.4% indiferente y 23.8% mujeres y para el área de comercialización 4.8% hombres, 85.7% indiferente y 9.5 %mujeres.

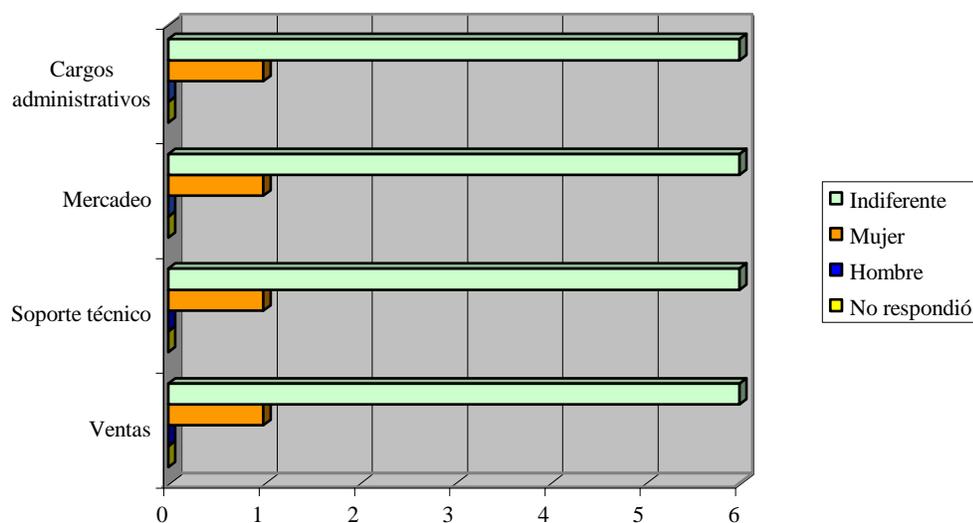


Figura 4.12 Preferencia de contratación por género (Sector Comercio)

Para el sector de comercio, se puede decir que la contratación de Ingenieros Químicos es indiferente, en todas las áreas. Si se analiza por áreas la preferencia de contratación independientemente de los que contratan indiferente y se compara se tiene lo siguiente: En el sector comercio se obtuvo que el 14.3% de las empresas de comercio encuestadas prefieren mujeres, mientras que el 0% no prefieren hombres, para el 85.7% es indiferente el género para su contratación.

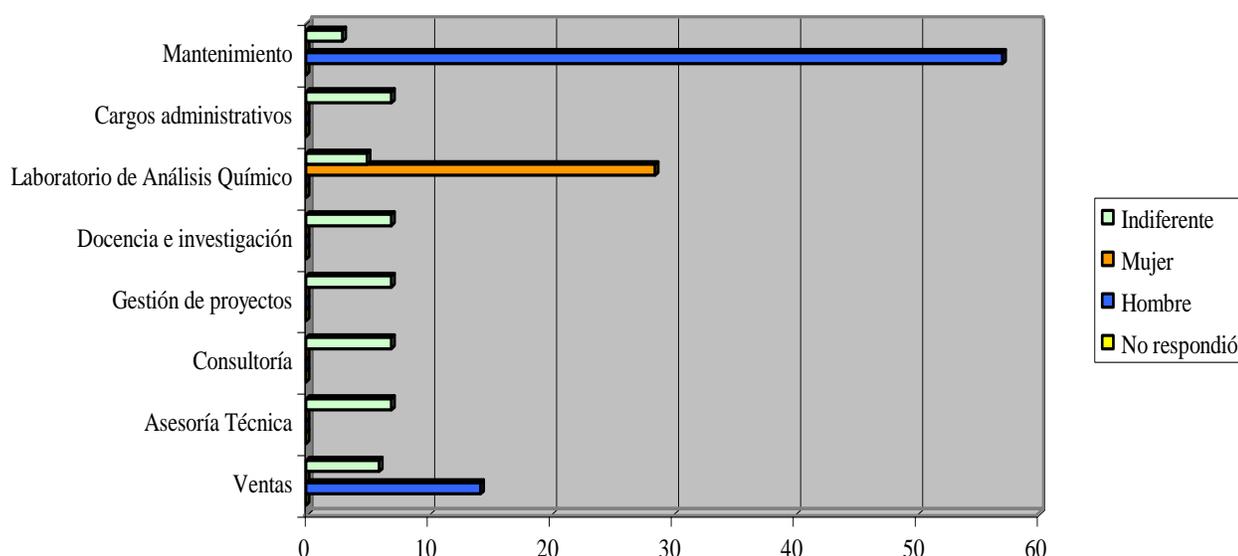


Figura 4.13 Preferencia de contratación por género (Sector Servicio)

En general para el sector servicios, la contratación de Ingenieros Químicos es indiferente a excepción del área de mantenimiento en la cual 51.1 de empresas prefieren contratar hombres y ninguna (0%) prefiere mujeres. Si se analiza por áreas la preferencia de contratación independientemente de los que contratan indiferente y se compara se tiene lo siguiente:

En el área de ventas un 14.3% prefieren hombres, 85.7% es indiferente el género y 0% mujeres, en el área de asesoría técnica es indiferente el género para la contratación, al igual que en las áreas de consultoría, gestión de proyectos, cargos administrativos y

docencia e investigación, para el área de laboratorio de análisis químico un 28.6% prefieren mujeres. En el área de por último para el área de mantenimiento un 57.1% prefieren contratar hombres y ninguna prefiere mujeres (0%).

En conclusión se obtiene que las preferencias de hombres vs. mujeres en las empresas que contratan Ingenieros químicos (ver cálculos de intervalos de confianza poblacionales en ANEXO V) para los diferentes cargos según rubro donde se desempeñan son:

MANUFACTURA	
Área	Género
Supervisión	Hombre
Mantenimiento	Hombre
Aseguramiento de Calidad	Indiferente
Seguridad Industrial	Indiferente
Gestión Ambiental	Indiferente
Control Automático de Procesos	Hombre
Administración	Indiferente
Investigación Y Desarrollo	Mujeres
Comercialización	Indiferente
COMERCIO	
Área	Género
Ventas	Mujeres
Soporte técnico	Mujeres
Mercadeo	Mujeres
Cargos administrativos	Mujeres
SERVICIOS	
Área	Género
Ventas	Hombre
Asesoría Técnica	Indiferente
Consultoría	Indiferente
Gestión de proyectos	Indiferente
Docencia e investigación	Indiferente
Laboratorio de Análisis Químico	Mujeres
Cargos administrativos	Indiferente
Mantenimiento	Hombre

4.3 FORMACIÓN ACADÉMICA DEL INGENIERO QUÍMICO EN EL SALVADOR

La creación de la Ingeniería Química como disciplina universitaria respondió a necesidades específicas de la industria en su contexto económico-productivo. La sistematización de los conocimientos ha dado origen, en algunos momentos, a una tendencia hacia el campo teórico desvinculando la formación de los nuevos ingenieros con los problemas prácticos de la industria.

La búsqueda del equilibrio entre la teoría y la práctica, obliga a que exista una relación intencionada entre la universidad y los diversos actores sociales con el fin de lograr un impacto de mejora en lo local y global; para retroalimentar tanto a la Universidad –y así analizar y replantear sus procesos formativos, con el fin de responder más eficazmente a las necesidades del contexto- como los de los actores sociales con que se relaciona. Ingenieros Químicos que han abierto o limitado su campo de acción (Objetivo específico 3), se sondeó a profesionales sobre el orden de prioridad de las áreas que estructuran el pensum de Ingeniería Química, tanto básicas como complementarias (Pregunta 10-encuesta a profesionales).

Se realizó también un sondeo, tanto a profesionales como a empresas contratantes, sobre los conocimientos adicionales que se requieren para responder más eficazmente a las necesidades actuales del mercado laboral (Pregunta 11-Encuesta a profesionales, Pregunta 9-Encuesta a empresas).

4.3.1 PRIORIDAD DE LAS ÁREAS QUE INTEGRAN EL PENSUM DE INGENIERÍA QUÍMICA

Los Ingenieros Químicos encuestados, priorizaron en orden ascendente algunas áreas que constituyen el plan de estudios de Ingeniería Química (ver Cuadro 3.14),(pregunta

No 10 de encuesta de profesionales). al conjunto de resultados obtenidos se les aplico un escalamiento tipo Likert (Capítulo 2, apartado 2....), para evaluar la actitud en cuanto a la importancia de cada una de las áreas. Los resultados están descritos en el Cuadro 4.11. A los Ingenieros encuestados se les solicito en la encuesta que asignaran 1 al mayor nivel de importancia, de tal manera que el valor de 12 representará el valor de menor importancia. Sin embargo para fines de análisis por el método de escalamiento de Likert, se reasignaron los valores de tal manera que las áreas de mayor importancia obtuvieran mayor puntaje. Así, a todas las respuestas con el valor de 1 se le reasigno el valor de 12, y así sucesivamente hasta asignarle un valor numérico bajo al área de menor importancia.

A continuación se especifica el procedimiento del Análisis efectuado a los resultados obtenidos en el cuadro 3.14, mediante el ejemplo de análisis para la asignatura fisicoquímica.

Asignatura: Fisicoquímica

1. Número de respuestas máximas: $N_{\max} = (12 \times 102) = 1224$
2. Número de respuestas mínimas: $N_{\min} = (1 \times 102) = 102$
3. Puntaje Total : $\sum [(E_1 \times R_1) + (E_2 \times R_2) \dots (E_n \times R_n)]$

Donde: E = puntuación asignada

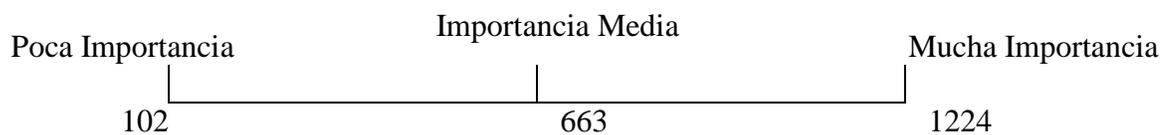
R = total de respuestas para n

n =orden de prioridad

4. Punto medio:
$$\frac{N_{\max} + N_{\min}}{2}$$

$$\frac{1224 + 102}{2} = 663$$

5. Preparar escala y ubicar puntos: máximo, mínimo y punto medio



6 Puntaje total para Físicoquímica: 650

7. Ubicar valor de puntaje total y evaluar actitud de importancia.

Para el caso de la asignatura físicoquímica, el valor del puntaje total se ubica en la zona de menor importancia en la escala, por lo tanto Físicoquímica es una materia de poca importancia según los Ingenieros Químicos encuestados.

El mismo procedimiento se sigue para las cada una de las áreas que se presentan en el cuadro 4.11, los resultados de la evaluación de la importancia de las áreas se muestran en el cuadro 4.12.

Cuadro 4.11 Determinación de orden de importancia de áreas que constituyen el plan de estudios de Ingeniería Química (Escalamiento Tipo Likert)

<i>Área Básica</i>	VALORES												<i>Puntaje</i>
	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Total</i>
Fisicoquímica	168	22	40	90	64	98	66	30	28	21	8	15	650
Termodinámica	36	154	60	99	88	49	84	45	12	21	6	14	668
Balance de Masa y Energía	216	132	120	135	96	56	24	15	8	6	4	12	824
Procesos Unitarios	132	132	160	108	72	77	42	10	20	12	4	11	780
Operaciones Unitarias	204	220	160	72	72	49	18	20	12	3	2	13	845
Ingeniería de Procesos Industriales	312	110	110	54	80	84	54	10	4	6	2	12	838
Análisis Químico	84	88	100	90	80	91	114	20	16	15	8	8	714
<i>Área Complementaria</i>													
Programación y Manejo de Software	120	88	80	72	80	28	36	75	20	36	8	12	655
Humanística Social	12	55	30	63	88	7	12	5	24	6	24	51	377
Microbiología y Bioquímica	24	44	90	72	56	7	18	70	40	33	38	14	506
Económica- Administrativa	108	132	100	54	40	35	24	45	48	42	16	8	652
Inv. y Formulación de Proyectos	132	110	70	72	72	42	12	30	56	27	16	12	651

Cuadro 4.12 Evaluación de la importancia de algunas áreas del plan de estudios de Ingeniería Química

<i>ASIGNATURA</i>	<i>Puntaje total (Orden descendente)</i>	<i>Nivel de Importancia</i>
<i>Área Básica</i>		
Operaciones Unitarias	845	MUCHA IMPORTANCIA
Ingeniería de Procesos Industriales	838	MUCHA IMPORTANCIA
Balance de Masa y Energía	824	MUCHA IMPORTANCIA
Procesos Unitarios	780	MUCHA IMPORTANCIA
Análisis Químico	714	MUCHA IMPORTANCIA
Termodinámica	668	IMPORTANCIA MEDIA
Fisicoquímica	650	IMPORTANCIA MEDIA
<i>Área Complementaria</i>		
Programación y Manejo de Software	655	IMPORTANCIA MEDIA
Económica- Administrativa	652	MENOR IMPORTANCIA
Investigación y Formulación de Proyectos	651	MENOR IMPORTANCIA
Microbiología y Bioquímica	506	MENOR IMPORTANCIA
Humanística Social	377	MENOR IMPORTANCIA

Los profesionales encuestados otorgaron mayor importancia a materias del área diferenciada de los planes de estudio de Ingeniería Química y al Análisis Químico. Las áreas de microbiología y bioquímica en contra de la tendencia global actual de la industria- fueron clasificadas como de menor importancia.

4.3.2 CONOCIMIENTOS ADICIONALES DE LOS PROFESIONALES DE INGENIERÍA QUÍMICA EN EL SALVADOR

Además de la formación estrictamente académica, existen algunos conocimientos o habilidades personales que permiten que los profesionales de una misma disciplina, se desarrollen de manera diferente en el mercado laboral.

La determinación de cuáles son algunos de estos conocimientos, en el caso de los Ingenieros Químicos, y el valor que el mercado laboral les asigna, fueron objetos de sondeo en este estudio (Pregunta 11-Encuesta a Profesionales, Pregunta 9-Encuesta a Empresas).Las preguntas 11 y 9 fueron analizadas estadísticamente, mediante el escalamiento Tipo Likert.

Los conocimientos de Ingles, computación y manejo de software se incluyen de nuevo (al igual que en la Pregunta 10 de Encuesta a Profesionales), con el fin de corroborar el orden de importancia que se le asigna.

Los resultados de este sondeo a profesionales se presentan en los Cuadros 4.13 y 4.14 El Cuadro 4.15. Presenta los resultados del sondeo a instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos. Las Figuras 4.14 y 4.15 presentan los principales conocimientos y otras destrezas adicionales que los Ingenieros Químicos dominan.

De acuerdo a la evaluación de actitudes por escalamiento de Likert, los Ingenieros Químicos consideran como conocimientos adicionales indispensables: El dominio del Idioma Ingles, el Manejo de paquetes de Computación, los conocimientos administrativos y las técnicas de comunicación oral y escrita.

Los conocimientos adicionales deseables que los Ingenieros Químicos consideran importantes son: el conocimiento de otros idiomas, los conocimientos financieros, la programación de computadoras y los conocimientos de electricidad y mecánica industrial (ver Cuadro 4.13).

Un aspecto importante en este estudio es el que los principales conocimientos que los Ingenieros Químicos consideran indispensables son los conocimientos que en su mayoría dominan, se tiene así que el 21% de ellos dominan el manejo de paquetes de computación, un 19% dominan el Idioma Ingles, el 15% dominan las técnicas de comunicación oral y escrita y un 14% domina los conocimientos administrativos.

En cuanto a las Instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos, la mayor parte de los sectores consideran los conocimientos en administración, como deseables, al igual que los conocimientos de comercialización, las habilidades para hablar en público, la ortografía y la redacción, mientras que los conocimientos que consideran como indispensables son: el dominio del Idioma Ingles y el manejo de paquetes de software (ver Cuadro 4.15).

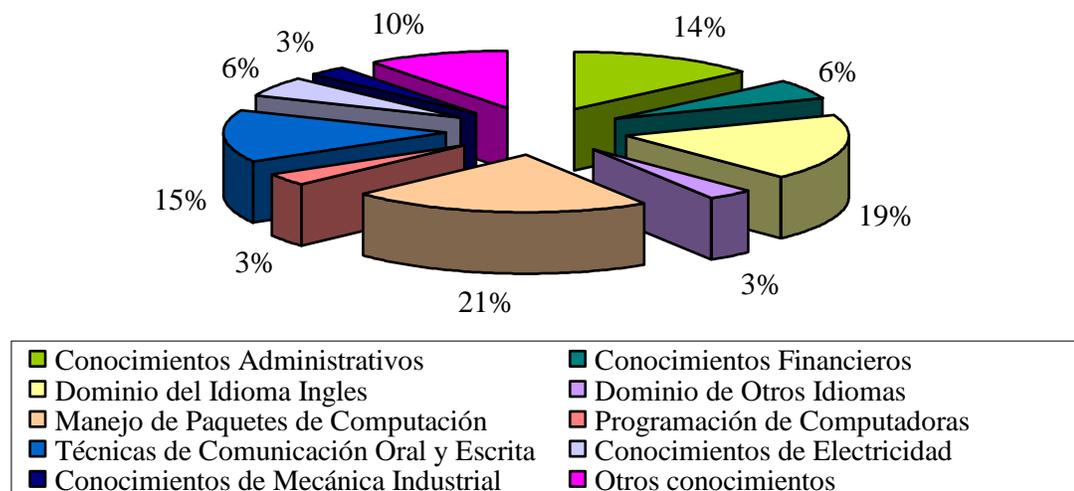


Figura 4.14 Principales conocimientos que los Ingenieros Químicos dominan

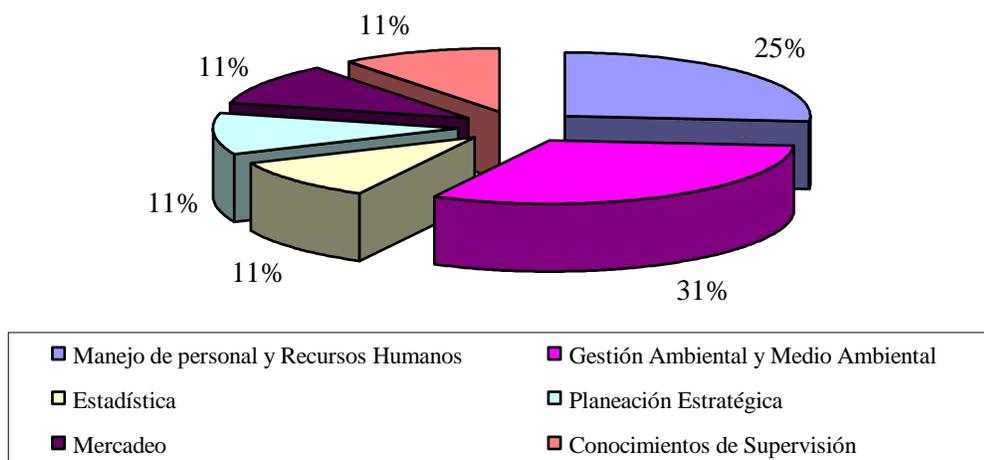


Figura 4.15 Principales destrezas y otros tipos de conocimientos que los Ingenieros Químicos dominan

Cuadro 4.13 Conocimientos adicionales que los Ingenieros Químicos consideran importantes en el mercado laboral. (escalamiento tipo Likert).

	Total Respuesta	1 Puntaje Indispensable	2 Puntaje Deseable	Punto Medio	Puntaje Total	Evaluación de Actitud
<i>Tipo de Conocimientos</i>						
Administrativos	98	98	196	147	138	Indispensable
Financieros	89	89	178	133.5	149	Deseable
Idioma Ingles	98	98	196	147	118	Indispensable
Otros Idiomas	79	79	158	118.5	151	Deseable
Manejo de paquetes de Computación	99	99	198	148.5	124	Indispensable
Programación de Computadoras	87	87	174	130.5	162	Deseable
Técnicas de Comunicación Oral y Escrita	97	97	194	145.5	142	Indispensable
Electricidad	82	82	164	123	151	Deseable
Mecánica Industrial	85	85	170	127.5	159	Deseable

Cuadro 4.14 Conocimientos y destrezas adicionales y su importancia según los Ingenieros Químicos
(escalamiento tipo Likert)

	ESCALA					
	Total Respuesta	1 Puntaje Indispensable	2 Puntaje Deseable	Punto Medio	Puntaje Total	Evaluación De Actitud
<i>Otros tipos de Conocimientos</i>						
Manejo de personal y Recursos humanos	20	20	40	30	27	Indispensable
Gestión Ambiental y Medio Ambiental	11	11	22	16.5	13	Indispensable
Relaciones Humanas	7	7	14	10.5	12	Indispensable
Estadística	2	2	4	3	2	Indispensable
Planeación Estratégica	2	2	4	3	4	Deseable
Calidad Total	3	3	6	4.5	3	Indispensable
Mercadeo	2	2	4	3	3	Desea E Indis
Conocimientos de supervisión	2	2	4	3	2	Indispensable
Ingeniería Industrial	2	2	4	3	2	Indispensable
Conocimientos Prácticos de Industria	2	2	4	3	2	Indispensable
Seguridad Industrial	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Lectura de planos	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Control de Inventarios	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Desarrollo de Información	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Manejo de equipo de Lab. Microbiológico	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Bioquímica	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Ética Empresarial	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Automatización de procesos	1	1	2	1.5	1	Indispensable
Comercialización y Relaciones Públicas	2	2	4	3	3	Desea E Indis

Cuadro 4.15 Conocimientos, destrezas adicionales y su importancia según las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos

Sector	Tamaño	TIPO DE CONOCIMIENTO							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Manufactura	<i>Grande</i>	Deseable	Deseable	Indispensable	Indiferente	Indispensable	Deseable	Deseable	Deseable
	<i>Mediana</i>	Deseable	Deseable	Deseable	Deseable	Deseable	I Indispensable	Deseable	Deseable
	<i>Pequeña</i>	Deseable	Deseable	Indispensable	Indiferente	Indispensable	Deseable	Deseable	Indiferente
Comercio	<i>Grande</i>	Deseable	Deseable	Indispensable	Deseable	Deseable	Indiferente	Deseable e Indispensable	Indiferente
	<i>Mediana</i>	Deseable	Deseable	Indispensable	Indiferente	Deseable	Indiferente	Deseable e Indispensable	Deseable e Indispensable
	<i>Pequeña</i>	Deseable	Deseable	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Servicios	<i>Grande</i>	Deseable	Deseable	Deseable	Indiferente	Indispensable	Deseable	Deseable	Deseable
	<i>Mediana</i>	Deseable	Deseable	Indispensable	Deseable	Indispensable	Deseable	Indispensable	Deseable
	<i>Pequeña</i>	Indispensable	Deseable	Deseable	Deseable	Indispensable	Deseable	Deseable	Deseable
Otras	<i>ONG</i>	Indispensable	Deseable	Indispensable	Deseable	Indispensable	Indiferente	Indispensable	Deseable
	<i>OG</i>	Deseable	Deseable	Deseable	Deseable	Indispensable	Deseable	Deseable	Deseable

A	ADMINISTRACION	E	MANEJO DE PAQUETES DE SOFTWARE
B	COMERCIALIZACION	F	PROGRAMACION DE COMPUTACIÓN
C	IDIOMA INGLES	G	ORTOGRAFIA Y REDACCION
D	OTROS IDIOMAS	H	HABLAR EN PUBLICO

4.3.3 COMPETENCIA PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS QUÍMICOS EN EL MERCADO LABORAL DE EL SALVADOR

Los profesionales que en la actualidad están limitando el campo de acción laboral de los Ingenieros Químicos en algunas áreas de trabajo así como los profesionales que laboran en determinadas áreas dentro de las empresas fueron objetos de sondeo en este estudio (Pregunta 12-Encuesta a Profesionales, Pregunta 13 Encuesta a Empresas).

En base al sondeo y a la evaluación realizada, se determina que las cinco principales áreas de mayor competencia profesional para los Ingenieros Químicos son: el área de Producción, Aseguramiento de la calidad (o control de calidad), Gestión Ambiental, Gestión del Medio Ambiente y el Área de Ventas Técnicas. A la vez los profesionales que en mayor porcentaje compiten dentro de cada una de estas áreas son: los Ingenieros Industriales, los Licenciados en Química, Licenciados en Química y Farmacia, Ingenieros Mecánicos, Eléctricos, Agroindustriales, Agrónomos y en Alimentos, entre otros.

Los resultados del análisis elaborado permiten hacer una comparación en el comportamiento de la distribución de la competencia profesional en base a la opinión de los profesionales sondeados y a las instituciones empleadoras, dichos resultados se presentan en el Cuadro 4.16 al Cuadro 4.20 Así mismo en las Figuras de la 4.16 a la Figura 4.25 se muestra el comportamiento grafico de cada área, Tipos de profesionales y su comparación con el número de profesionales de Ingeniería Química que laboran en dichas áreas.

Del cuadro 4.16 se observa, que para el área de producción los principales profesionales que compiten, según los Ingenieros Químicos en el campo laboral son: el Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico e Ingeniero Eléctrico o Electricista, mientras que las instituciones empleadoras afirman que los principales profesionales que compiten en esta área son: el Ingeniero Industrial, Licenciado en Química e Ingeniero Mecánico.

En el área de gestión de calidad (ver cuadro 4.17) los profesionales que compiten según los Ingenieros Químicos son: los Ingenieros Industriales y Los Químicos (Licenciados en Química, Químicos Farmacéuticos), y según las Instituciones empleadoras: los Licenciados en Química, el Ingeniero Industrial y los Agroindustriales. Todos los intervalos presentados han sido calculados para un 90% de confianza en la estimación.

En el cuadro 4.18, se observa que los principales competidores en el área de gestión ambiental, a juicio de los Ingenieros Químicos tenemos: los Licenciados en Química, los Agroindustriales e Ingenieros Industriales, mientras que para las instituciones empleadoras lo son: los Ingenieros con especialización en Medio Ambiente o Biólogos, los Ingenieros Industriales y los Licenciados en Química².

Para el área Ventas Técnicas (ver cuadro 4.19) los principales competidores son: los Ingenieros Industriales, Ingenieros Mecánicos y Licenciados en Química (según los Ingenieros Químicos), mientras que las Instituciones empleadoras afirman que los principales competidores son: el Ingeniero Industrial, los bachilleres y los Empíricos.

Por ultimo el área de aseguramiento de la calidad (ver cuadro 4.20), presenta a juicio de los Ingenieros Químicos los siguientes profesionales en competencia: los Ingenieros Industriales, los Químicos Farmacéuticos y los Licenciados en Química. Para las instituciones empleadoras los principales competidores en esta área son: los Licenciados en Química, los Ingenieros Industriales y los Agroindustriales.

Cuadro 4.16 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en el área de producción

Tipo de Profesional	Encuesta a profesionales	Tipo de Profesional	Encuesta a empresas
Ingeniero Industrial	77.2 ± 7.1	Ingeniero Industrial	32.2 ± 5.2
Ingeniero Mecánico	8.8 ± 4.8	Licenciado en Química	15.0 ± 4.3
Ingeniero Electricista o Eléctrico	3.9 ± 3.3	Ingeniero Químico	15.2 ± 4.3
Licenciados En Química	2.9 ± 2.8	Ingeniero Mecánico	6.7 ± 3.1
Ingeniero Químico	0 ± 0	Ingeniero Electricista o Eléctrico	3.3 ± 2.3
Otros	4.9 ± 3.6	Otros	22.7 ± 4.9

² Los Lic. en Química y Lic. en Química y Farmacia se clasificarán como un solo grupo debido a que los representantes de las empresas encuestadas los mencionaron indistintamente.

Cuadro 4.17 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en el área gestión de la calidad

Tipo de Profesional	Encuesta a profesionales	Tipo de Profesional	Encuesta a Empresas
Ingeniero Industrial	37.3 ± 8.1	Licenciado en Química	30.9 ± 5.2
Químico Farmacéutico	16.6 ± 6.3	Ingeniero Industrial	16.8 ± 4.4
Licenciado en Química	16.6 ± 6.3	Ingeniero Químico	11.5 ± 3.7
Agroindustriales	0 ± 0	Agroindustriales	8.0 ± 3.2
Operador con experiencia	0 ± 0	Operador con experiencia	0.8 ± 1.1
Ingeniero Químico	0 ± 0	Químico Farmacéutico	0 ± 0
Otros	20.6 ± 6.9	Otros	9.0 ± 3.2

Cuadro 4.18 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en el área gestión del medio ambiente

Tipo de Profesional	Encuesta a profesionales	Tipo de Profesional	Encuesta a empresas
Biólogo/ Ing. en Medio Ambiente	20.6 ± 6.9	Licenciado en Química	12.8 ± 4.4
Ingeniero Industrial	16.6 ± 6.3	Agroindustriales	5.3 ± 2.3
Licenciado en Química	8.9 ± 4.8	Ingeniero Químico	4.2 ± 1.9
Ingeniero Agrónomo	9.8 ± 5.1	Ingeniero Industrial	2.2 ± 1.7
Agroindustriales	0 ± 0	Ingeniero Agrónomo	0 ± 0
Ingeniero Químico	0 ± 0	Biólogo/ Ing. en Medio Ambiente	0 ± 0
Otros	42.2 ± 8.4	Otros	1.4 ± 1.3

Cuadro 4.19 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en el área de ventas técnicas

Tipo de Profesional	Encuesta a profesionales	Tipo de Profesional	Encuesta a empresas
Ingeniero Industrial	30.4 ± 7.8	Ingeniero Industrial	28.9 ± 5.3
Ingeniero Mecánico	8.8 ± 4.8	Empírico	17.5 ± 4.4
Licenciado en Química	4.9 ± 3.7	Bachilleres	11.7 ± 3.9
Empírico	3.0 ± 2.9	Ingeniero Químico	7.1 ± 2.9
Bachilleres	0 ± 0	Licenciado en Química	6.0 ± 2.5
Ingeniero Químico	0 ± 0	Ingeniero Mecánico	0.9 ± 1.2
Otros	44.1 ± 8.4	Otros	11.9 ± 3.8

Cuadro 4.20 Porcentajes de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en el área de aseguramiento de la calidad

Tipo de Profesional	Encuesta a profesionales	Tipo de Profesional	Encuesta a empresas
Ingeniero Industrial	47.3 ± 8.5	Licenciado en Química	30.8 ± 5.2
Químico Farmacéutico	2.3 ± 7.2	Ingeniero Industrial	16.7 ± 4.4
Licenciado en Química	16.7 ± 6.4	Ingeniero Químico	11.5 ± 3.7
Ingeniero en Alimentos	11.8 ± 5.2	Agroindustriales	8.0 ± 3.2
Agroindustriales	0 ± 0	Ingeniero en Alimentos	3.0 ± 2.1
Ingeniero Químico	0 ± 0	Químico Farmacéutico	0 ± 0
Otros	10.8 ± 5.2	Otros	6.9 ± 3.0

Para inferir sobre el comportamiento de la población en relación a las profesiones que son de mayor competencia para el Ingeniero Químico dentro del campo laboral, es necesario obtener las proporciones estratificadas referentes a los tipos de profesionales, según las proporciones de los Ingenieros Químicos muestreados y las proporciones obtenidas de las empresas encuestadas. Esto se realizó utilizando las proporciones existentes en los cuadros del cuadro 4.16 al cuadro 4.20 y mediante las ecuaciones 4.1 y 4.2, las cuales están definidas a continuación:

$$Pst = \frac{1}{N} (N_1 P_1 + N_2 P_2 + \dots + N_i P_i) \quad \text{Ec. 4.1}$$

$$Pst \pm 1.65 \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^i N_i^2 \left(\frac{N_i - n_i}{N_i} \right) \left(\frac{p_i q_i}{n_i - 1} \right)} \quad \text{Ec. 4.2}$$

Donde:

P_{st} = Proporción poblacional

P_i = Proporción muestral del estrato i

$q_i = 1 - P_i$

- a) Cálculo de la proporción poblacional P_{st} para los diferentes tipos de profesionales.

Ejemplo de cálculo para la profesión Ingeniero Industrial. (Área de Producción)

1. Datos obtenidos de la evaluación de los datos del cuadro 3.17 referentes a las proporciones obtenidas de encuesta de Ingenieros Químicos.

$$p_1 = 0.75$$

$$p_2 = 0.805$$

otros datos:

$$N_1 = 407$$

$$N_2 = 292$$

$$n_1 = 61$$

$$n_2 = 41$$

Evaluando la ecuación 4.1 se obtiene que:

$$P_{st} = 0.775$$

Luego evaluando de la ecuación 4.2 para obtener el intervalo de confianza aproximado del 90% para una proporción poblacional P_{st} se tiene:

$$0.775 \pm 0.063$$

se estima que la proporción de Ingenieros Químicos que opinan que los Ingenieros Industriales compiten en su campo de trabajo esta localizado en un intervalo de 0.712 y 0.838

2. Datos obtenidos de la evaluación de los datos de los cuadros 3.47 al cuadro 3.50 referentes a las proporciones obtenidas de encuesta de Empresas.

$$p_1 = 0.473$$

$$p_2 = 0.063$$

$$p_3 = 0.111$$

$$p_4 = 0$$

$$p_5 = 0.333$$

otros datos:

$$N_1 = 241$$

$$N_2 = 117$$

$$N_3 = 22$$

$$N_4 = 4$$

$$N_5 = 6$$

$$n_1 = 74$$

$$n_2 = 48$$

$$n_3 = 9$$

$$n_4 = 2$$

$$n_5 = 3$$

Evaluando la ecuación 4.1 se obtiene que:

$$P_{st} = 0.322$$

Luego evaluando de la ecuación 4.2 para obtener el intervalo de confianza aproximado del 90% para una proporción poblacional P_{st} , se tiene:

$$0.322 \pm 0.052$$

se estima que la proporción de Empresas relacionadas con procesos químicos que opinan que los Ingenieros Industriales invaden el campo de trabajo de los Ingenieros Químicos esta localizado en un intervalo de 0.270 y 0.374

Los datos de las diferentes proporciones para los principales tipos de profesionales que invaden el campo de trabajo de los Ingenieros Químicos, según los Profesionales y Empresas encuestados, se presentan en los cuadros del 4.13 al 4.17.

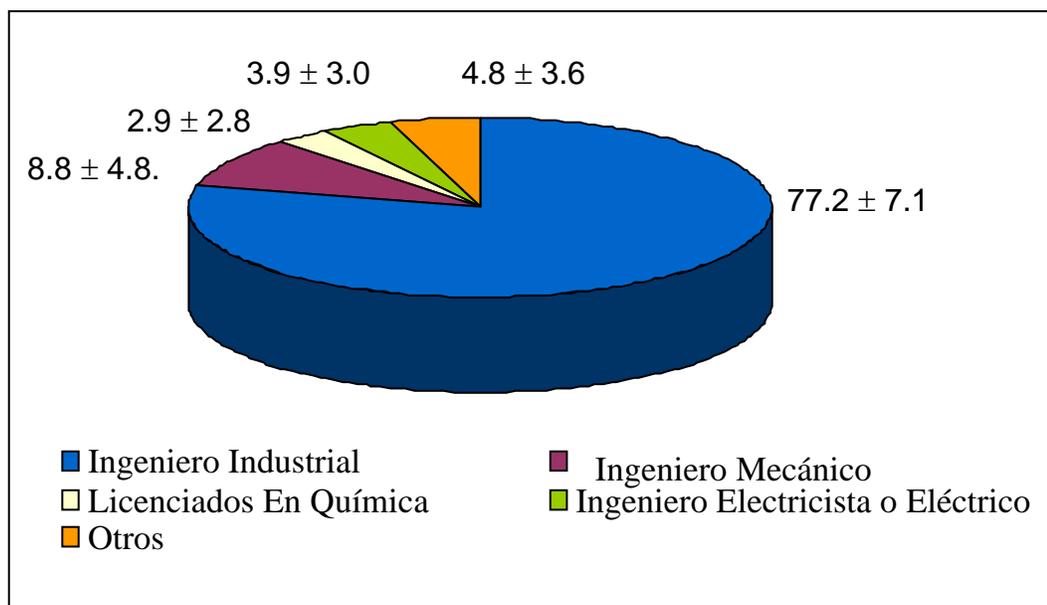


Figura 4.16 Tipos de profesionales que laboran en el área de producción según los Ingenieros Químicos encuestados

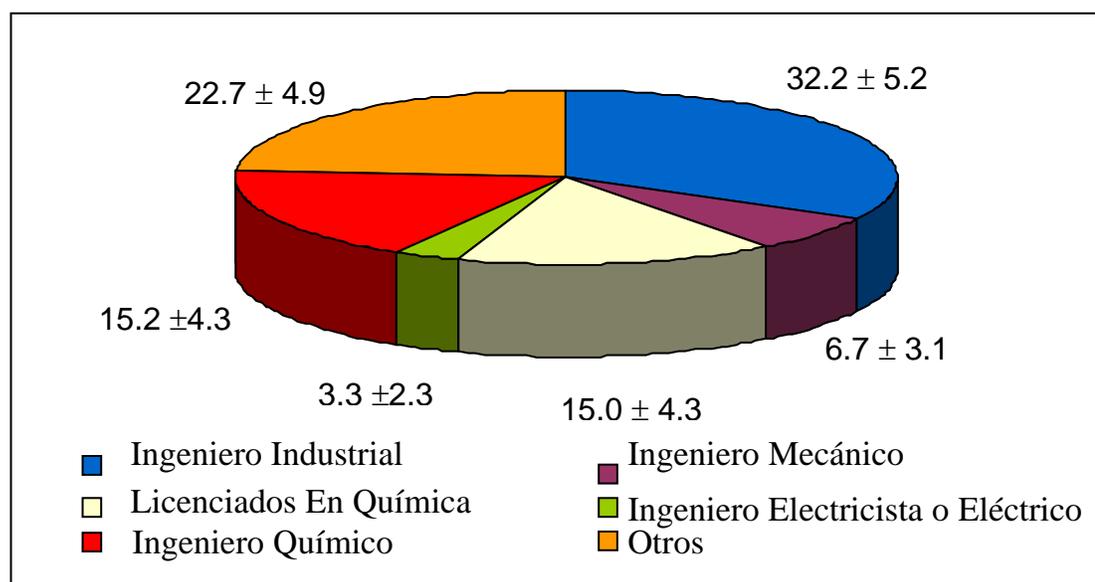


Figura 4.17 Tipos de profesionales que laboran en el área de producción según las instituciones empleadoras

Nota: En las Figuras 4.16 a 4.25 los Lic. en Química y Lic. en Química y Farmacia se clasificarán como un solo grupo debido a que los representantes de las empresas encuestadas los mencionaron indistintamente.

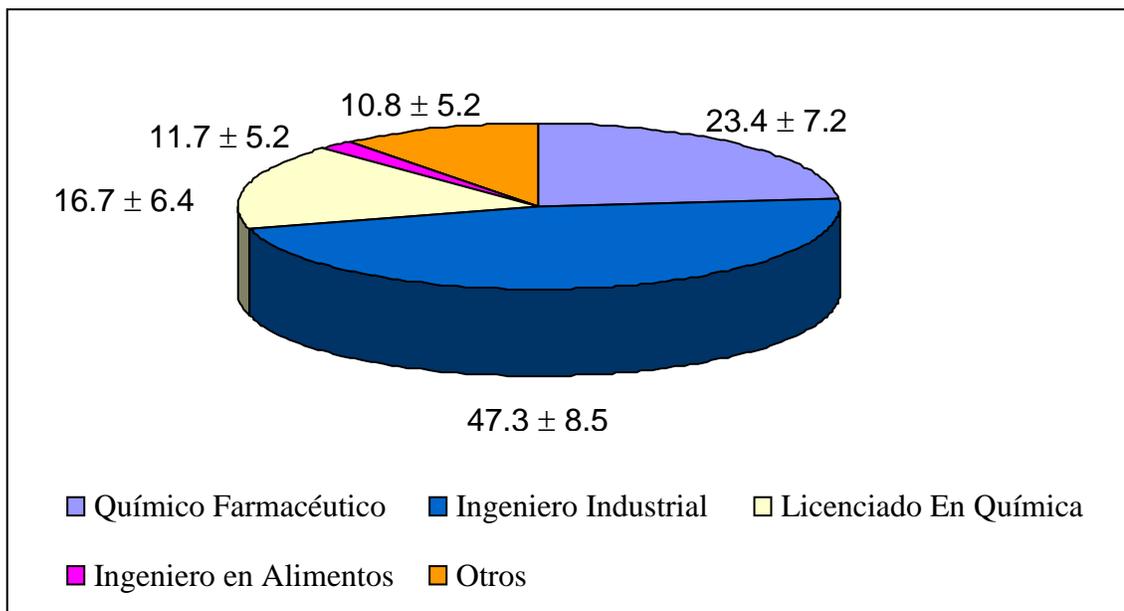


Figura 4.18 Tipos de profesionales que laboran en el área de aseguramiento de calidad según los Ingenieros Químicos encuestados

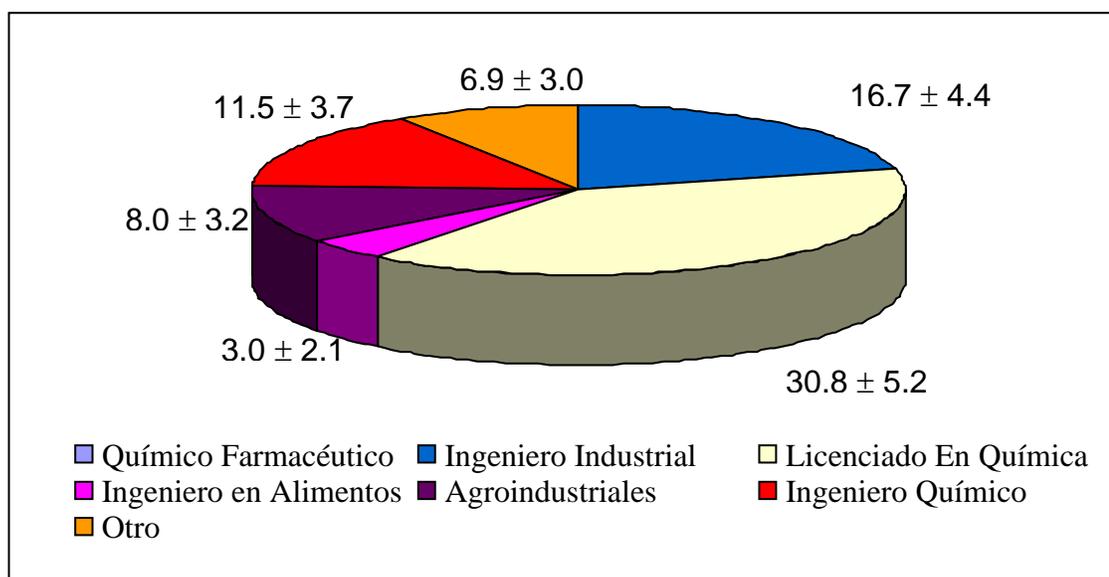


Figura 4.19 Tipos de profesionales que laboran en el área de aseguramiento de calidad según las instituciones empleadoras

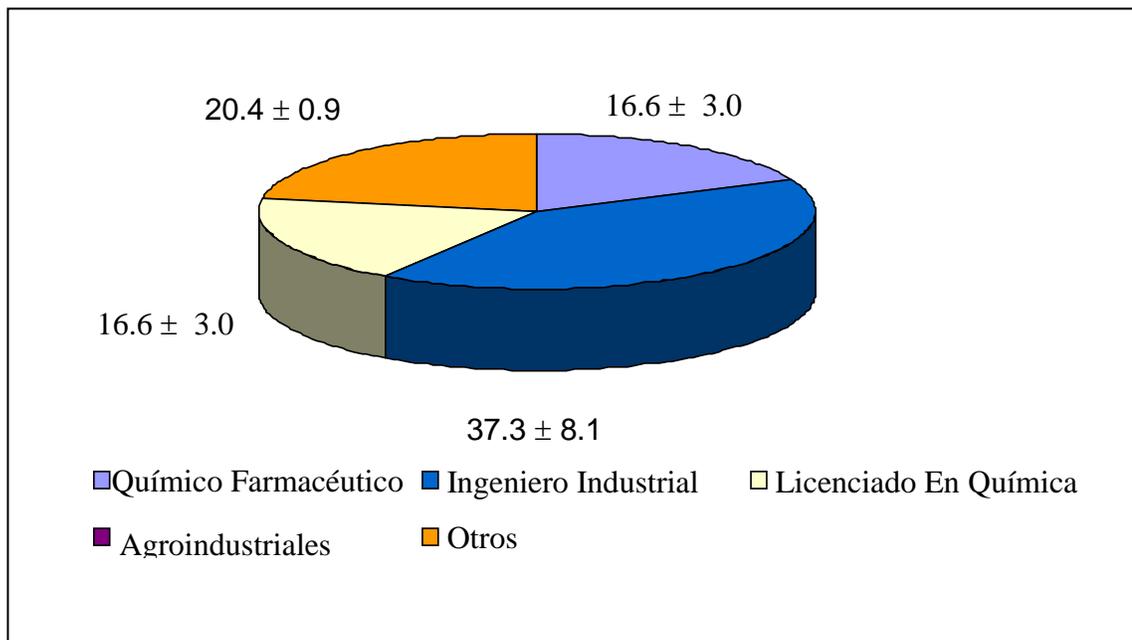


Figura 4.20 Tipos de profesionales que laboran en el área de gestión de calidad, según los Ingenieros Químicos encuestados

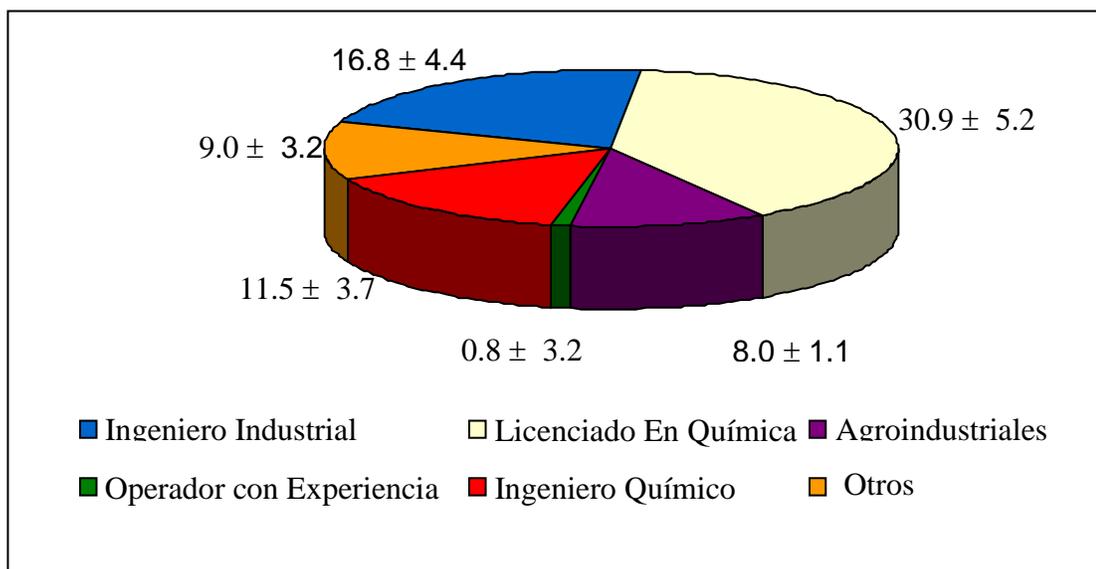


Figura 4.21 Tipos de profesionales que laboran en el área de gestión de calidad según las instituciones empleadoras

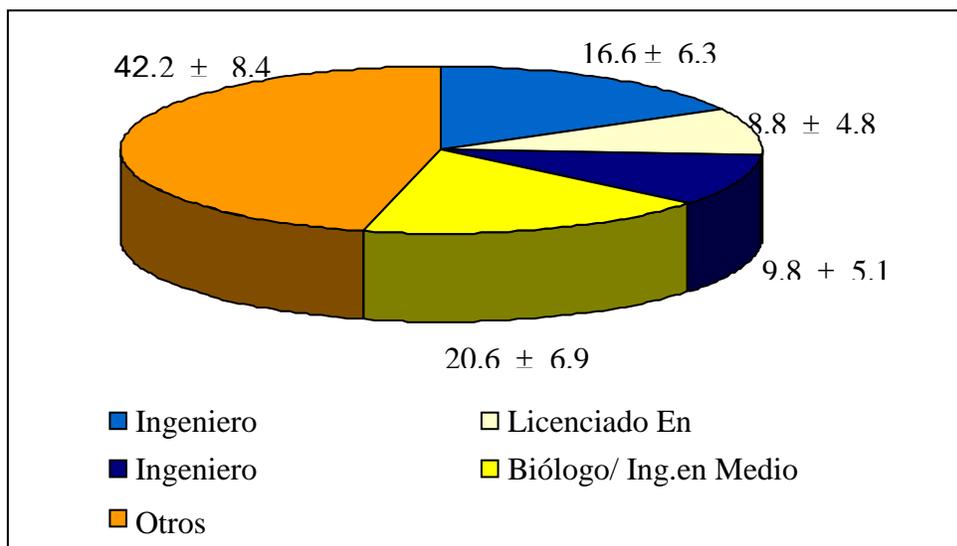


Figura 4.22 Tipos de profesionales que laboran en el área de aseguramiento de la calidad según las instituciones empleadoras

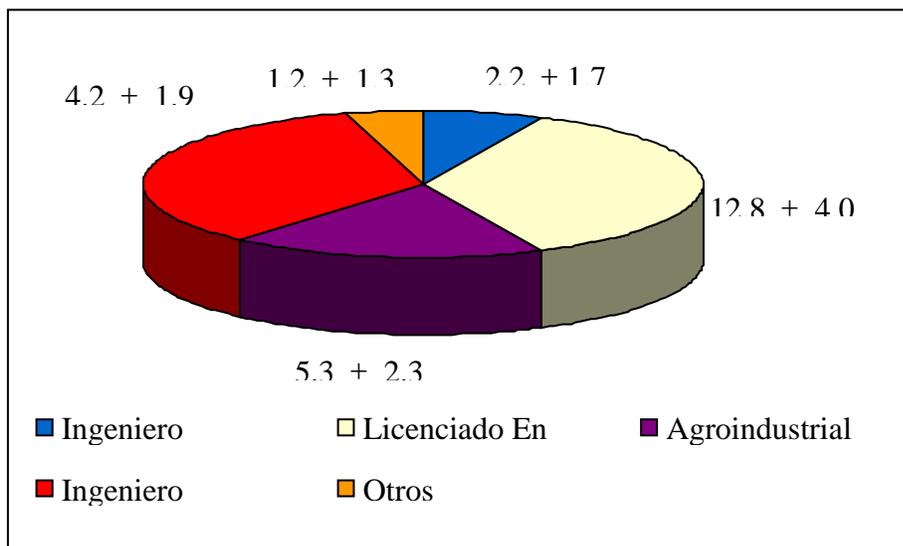


Figura 4.23 Tipos de profesionales que laboran en el área de gestión de medio ambiente según las instituciones empleadoras

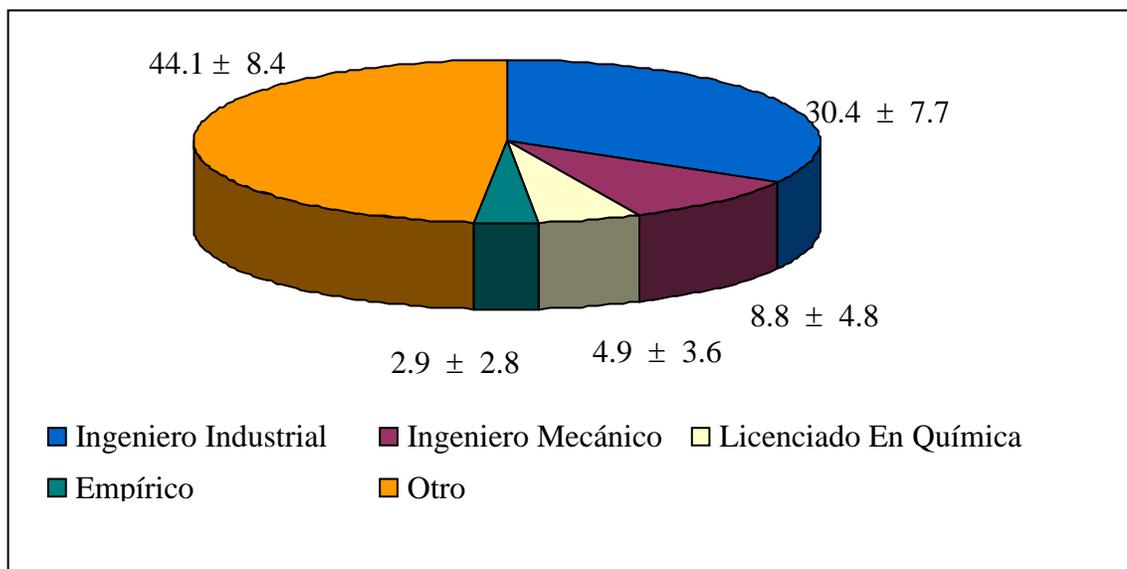


Figura 4.24 Tipos de profesionales que laboran en el área de ventas según los Ingenieros Químicos encuestados

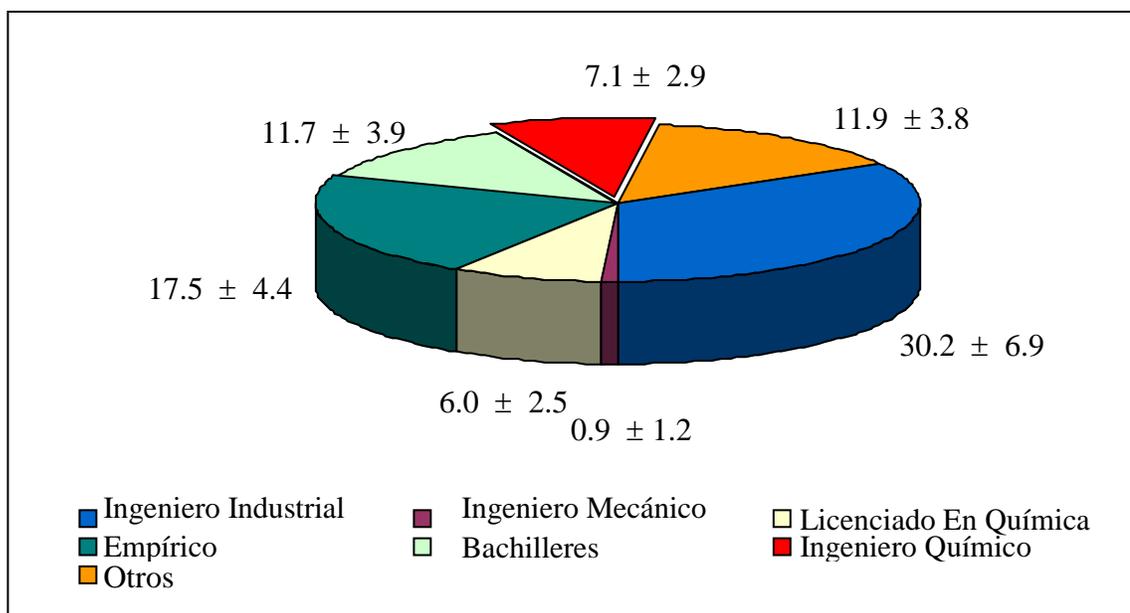


Figura 4.25 Tipos de profesionales que laboran en el área de ventas según las instituciones empleadoras

5.0 OBSERVACIONES

Como resultado de esta investigación se presenta una descripción del mercado laboral del Ingeniero Químico teniendo como punto de referencia la situación actual de los profesionales en esta disciplina graduados de la Universidad de El Salvador con respecto al resto de profesionales que compiten en este mercado. A continuación se plantean las siguientes observaciones:

1. Se escogió una muestra estadísticamente significativa de Ingenieros Químicos radicados en El Salvador para describir un marco muestral de 753 graduados entre 1970 y 2001 de tres universidades salvadoreñas (Universidad de El Salvador, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas y Universidad Politécnica de El Salvador). No se determinó la cantidad total de Ingenieros Químicos graduados en universidades extranjeras que se encuentran disponibles al mercado laboral salvadoreño debido, entre otros factores, a que un porcentaje importante de ellos no se encuentran incorporados y registrados en las instancias gubernamentales correspondientes.

2. Se encontró que la situación de empleo de los Ingenieros Químicos en El Salvador se distribuye de la siguiente manera (estimaciones para un nivel de confianza del 90%):

- Empleados: $85.3 \pm 6.4 \%$
- Empresarios: $11.75 \pm 5.9 \%$
- Desempleados: $2.95 \pm 2.8 \%$

3. No se conoce con exactitud la cantidad de Ingenieros Químicos graduados en universidades extranjeras que se encuentran disponibles en el mercado laboral salvadoreño, sin embargo, realizando estimaciones para un 90% de confianza, se obtiene que aproximadamente 81 ± 4.7 profesionales se encuentran en esta condición.

4. Se determinó que solo el 39.82 ± 13.27 % de las empresas de proceso químico o relacionadas al proceso químico en El Salvador emplean este tipo de profesionales. De estas, la gran empresa manufacturera emplea 272 ± 46.1 de los Ingenieros Químicos económicamente activos (estimaciones para un nivel de confianza del 90%) y el segundo sector por su importancia es el de servicios con 75.3 ± 12.6 , siguiéndole en tercer lugar el sector comercio con 33.4 ± 5.7 . Es importante observar que las empresas relacionadas con ingeniería química en El Salvador emplean aproximadamente a 393 ± 71 de los ingenieros químicos que forman parte del marco muestral (ver Cuadros 4.2, 4.4 y 4.6)

5. Se encontraron diferencias importantes entre Ingenieros Químicos graduados de la Universidad de El Salvador y los de otras universidades en cuanto a los sectores que ofrecen las mejores oportunidades de empleo. En ambos casos la gran empresa manufacturera ofrece las mejores oportunidades, sin embargo, para los graduados de la Universidad de El Salvador, el segundo sector más importante es el de servicios ,ya que con un nivel de confianza de 90% se emplean un estimado de 75.3 ± 12.6 Ingenieros. Para los graduados de otras universidades este sector solo emplea un estimado de 4.5 ± 2.2 Ingenieros mientras que el sector comercio emplea un estimado de 27.9 ± 5.5 (ver Cuadros 4.4 y 4.6 y Figuras 4.5 y 4.6), de tal manera que este último es el segundo sector por su importancia para los graduados de universidades diferentes a la UES.

6. Se detectó que la especialización (estudios de postgrado) no es un factor determinante de contratación en el mercado laboral salvadoreño. Los conocimientos complementarios más importantes para determinar la contratación son el dominio del idioma inglés, el manejo de software y las técnicas de comunicación oral y escrita.

7. Se encontró además que la edad es un factor de contratación dependiendo del cargo, sin embargo en general, la edad más aceptable es de 35 ± 6 años. Respecto al género como factor de contratación se encontró que en el sector de manufactura se prefiere

contratar hombres en las áreas de mantenimiento supervisión y control automático de procesos, mujeres en investigación y desarrollo. En el sector comercio las preferencias en general se orientan hacia mujeres. En el sector servicios se prefiere contratar hombres en las áreas de ventas y mantenimiento y mujeres en laboratorio de análisis químico. En el resto de áreas no se detectaron preferencias significativas en cuanto al género.

8. Las asignaturas que poseen mayor importancia por su aplicabilidad en el mercado laboral son, según su orden de prioridad, las siguientes: Operaciones Unitarias, Ingeniería de Procesos Industriales, Balance de Materia y Energía, Procesos Unitarios, Análisis Químico, Termodinámica Química y Fisicoquímica. Todas estas asignaturas corresponden al área diferenciada en el pensum actual de la carrera de Ingeniería Química de la UES (Ver Cuadros 4.11 y 4.12).

9. Se encontró que otros tipos de profesionales se desempeñan en los mismos segmentos del mercado laboral del Ingeniero Químico. Según su importancia los tipos de profesionales que se desempeñan con los Ingenieros Químicos en este mercado laboral son: Ingenieros Industriales, Mecánicos, Electricistas, Agroindustriales, Agrónomos y de Alimentos, Licenciados en Química y Farmacia y Licenciados en Química, como se observa en las Figuras 4.16 a 4.25. Se considera que la contratación de estos profesionales puede deberse a que en el área de producción se requiere de trabajo multidisciplinario, como podría ser el caso de la concurrencia de Ingenieros Electricistas y Mecánicos principalmente.

10. Es importante notar que, a pesar de existir una tendencia mundial hacia la producción limpia y las técnicas de producción biotecnológica, los conocimientos relacionados al medio ambiente, microbiología y biotecnología no fueron considerados como determinantes en la contratación. La Gestión Ambiental y Medio Ambiental aparecen como parte de otros conocimientos adicionales importantes para el desempeño

laboral del Ingeniero Químico, solamente abajo del Manejo de Personal y Recursos Humanos (Figura 3.26).

11. Aunque la mayoría de los profesionales encuestados clasificaron el Área Humanística Social como de menor importancia (ver Figura 3.21) cuando se les preguntó sobre la importancia de las asignaturas en los planes de estudio, las Técnicas de Comunicación Oral y Escrita y el Manejo de Personal y Recursos Humanos, que forman parte de esta área, fueron clasificados con mayor frecuencia entre los conocimientos adicionales indispensables para el desempeño en el mercado laboral.

12. Las causas y factores que afectan actualmente el mercado laboral del Ingeniero Químico se muestran, en forma esquemática, en un “Diagrama causa-efecto” o “Diagrama de espina de pescado”, la Figura 5.1 muestra las cuatro causas principales que intervienen: Preferencia de contratación de las instituciones empleadoras de Ingenieros Químicos (Demanda), oferta de profesionales y su situación actual de empleo (Oferta), los conocimientos y/o destrezas complementarias que se requieren de los Ingenieros Químicos y conocimientos adicionales que ellos poseen, por ultimo se muestran los tipos de profesionales que compiten con el Ingeniero Químico en los mismos segmentos del mercado laboral. En las Figuras 5.2 y 5.5, se muestra en forma representativa los factores que intervienen en cada una de las causas detalladas en la figura 5.1.

13. Los conocimientos de Ingles, Manejo de software y Técnicas de comunicación oral y escrita, mejoran la expectativa de contratación de los Ingenieros Químicos en el mercado laboral.

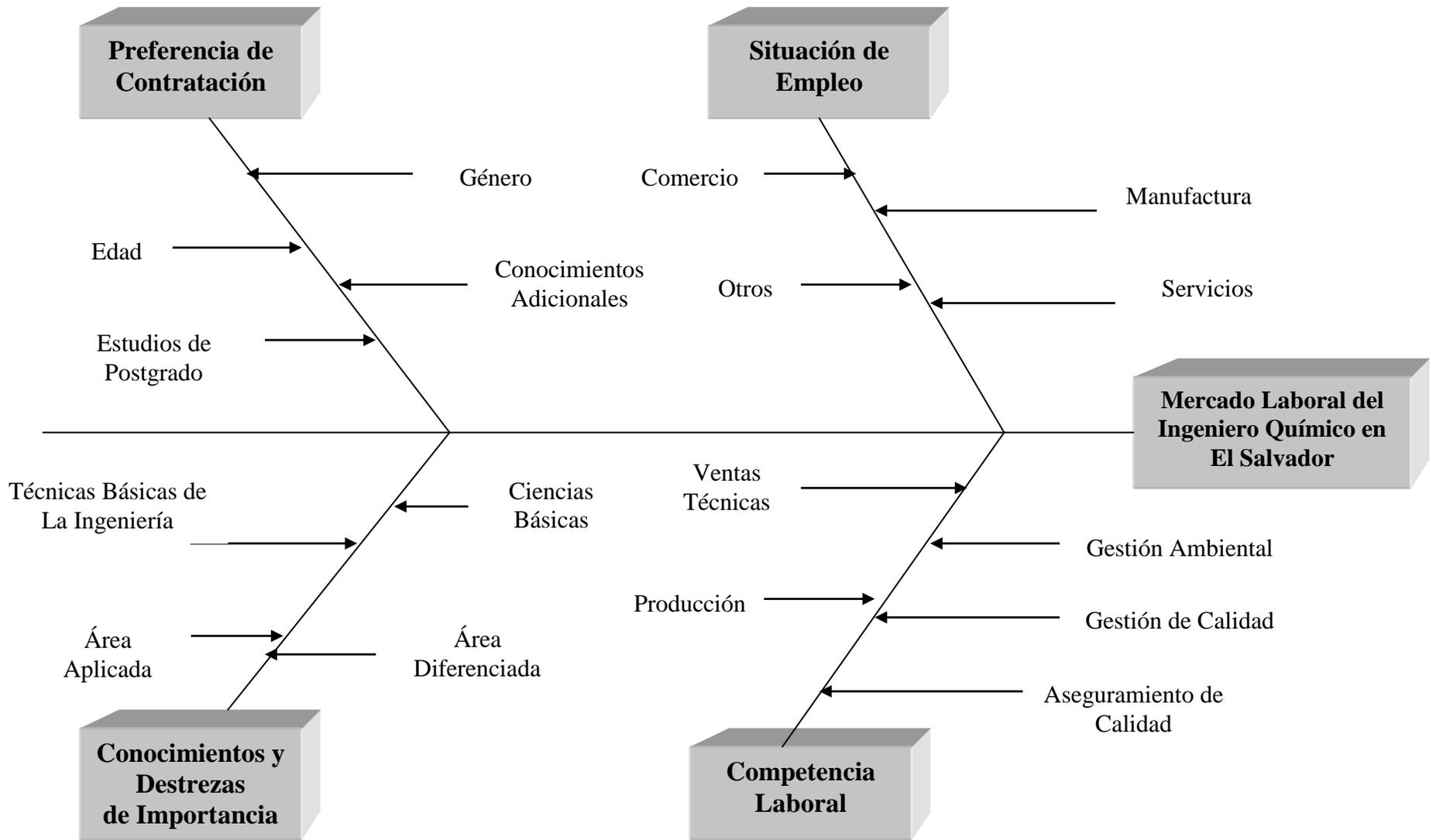


Figura 5.1 Diagrama causa-efecto de las principales causas que intervienen en el Mercado laboral del Ingeniero Químico en El Salvador

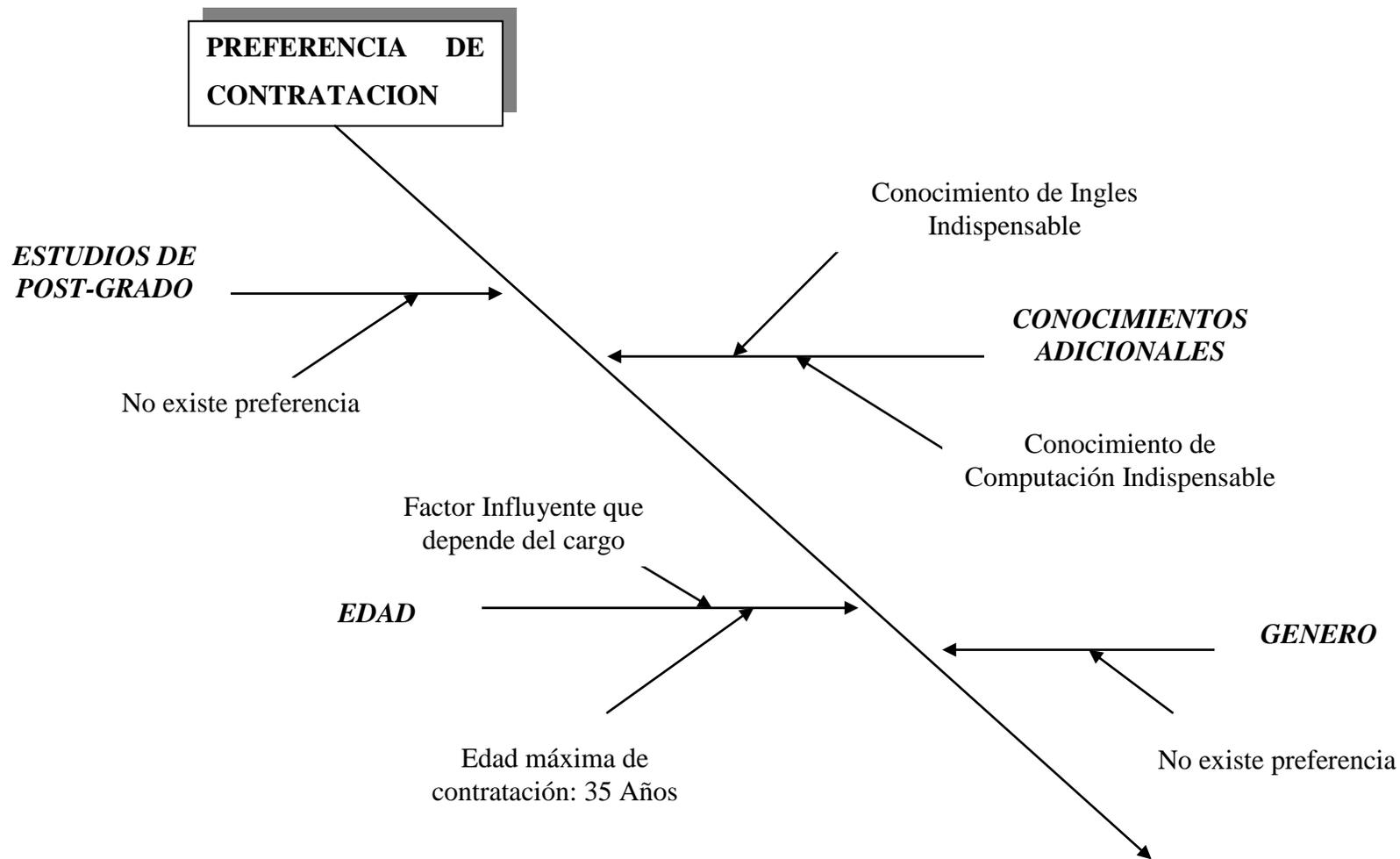


Figura 5.2 Diagrama causa-efecto de los factores de preferencia de contratación de los Ingenieros Químicos por parte de las Instituciones empleadoras en El Salvador

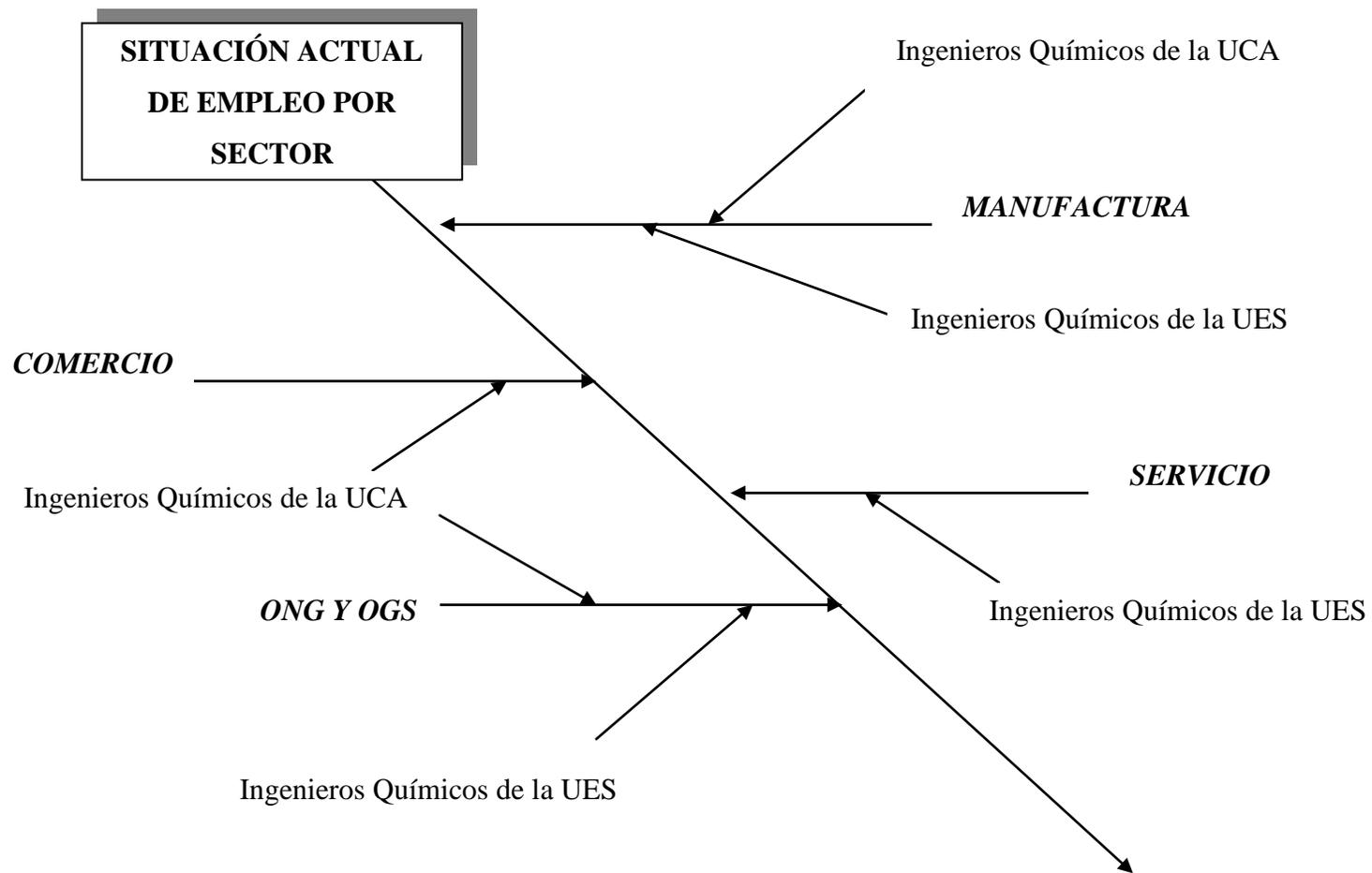


Figura 5.3 Diagrama causa-efecto de factores de la situación actual de empleo de los Ingenieros Químicos en El Salvador

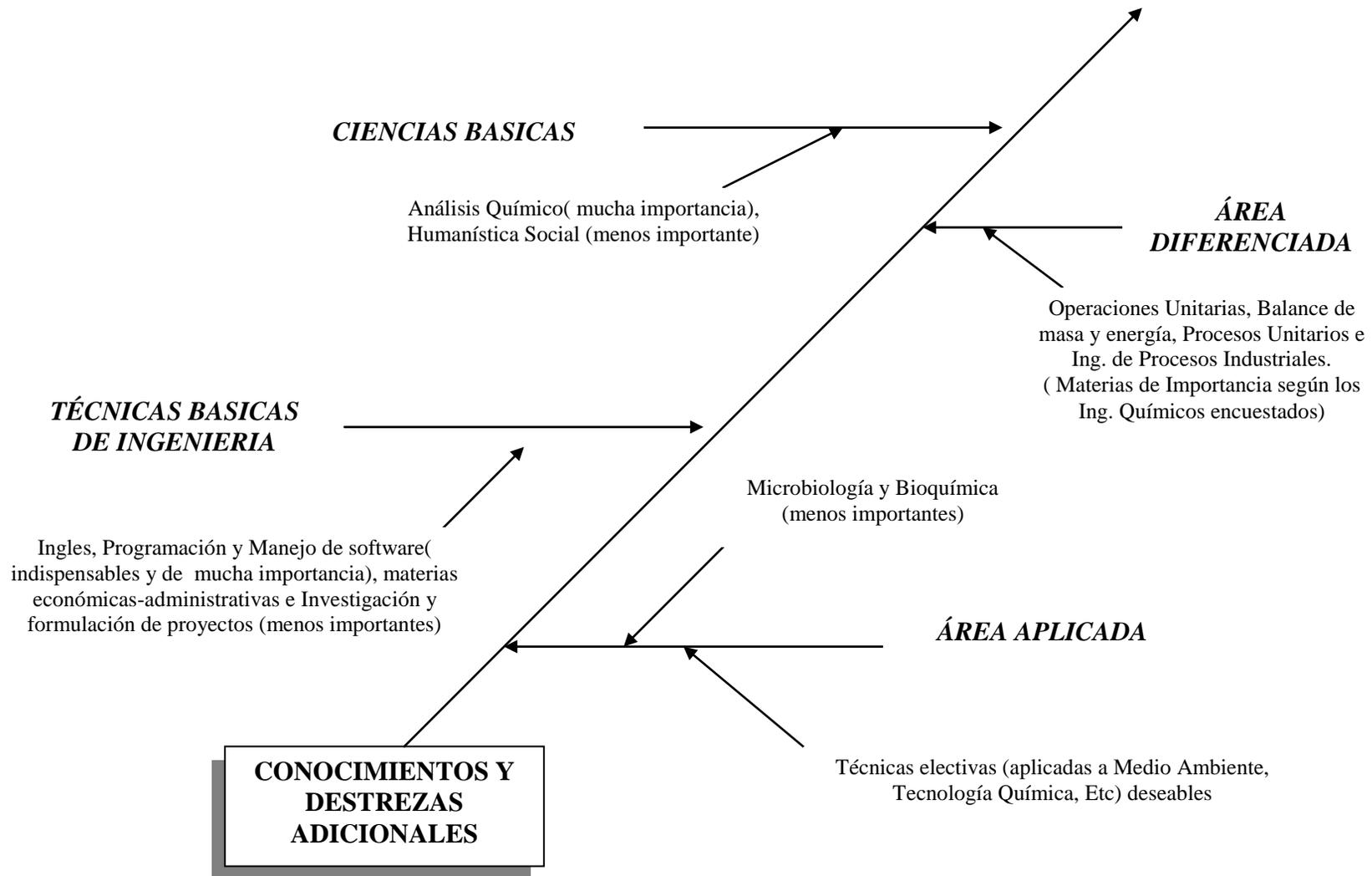


Figura 5.4 Diagrama causa-efecto de los factores principales de los conocimientos y destrezas adicionales de los Ingenieros Químicos en El Salvador

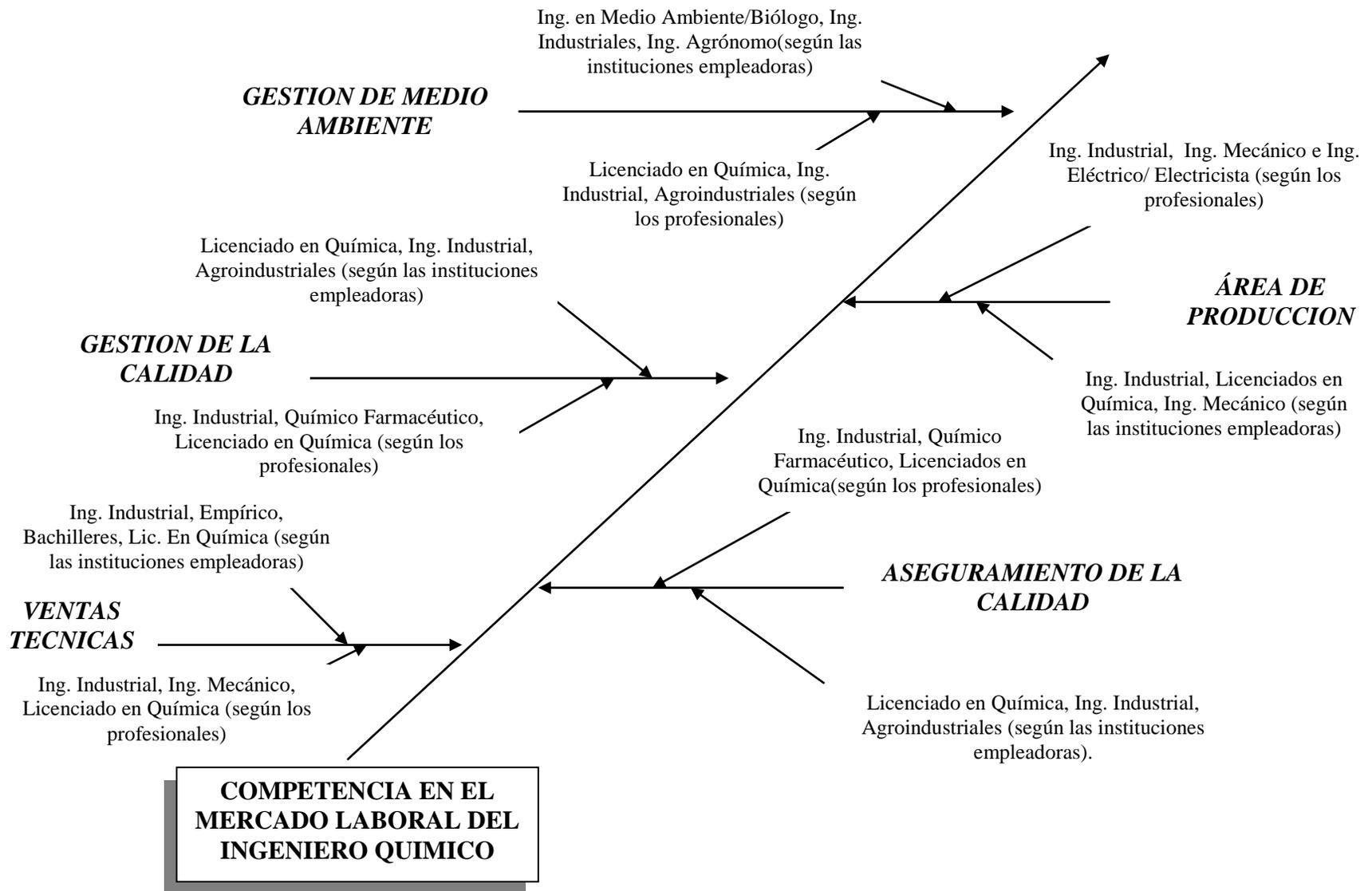


Figura 5.5 Diagrama causa-efecto de los factores principales de la competencia profesional en el Mercado Laboral del Ingeniero Químico en El Salvador

6.0 CONCLUSIONES

1. De la Figura 4.1 se concluye que la mayoría de los Ingenieros Químicos en El Salvador se encuentran empleados (85.3 ± 6.04 %) o son empresarios (11.753 ± 5.9 %). Se estima también que de estos profesionales, solo aproximadamente 393 ± 71 laboran en organizaciones afines al proceso químico (Apartado 4.2.1), de modo que existe una cantidad importante de Ingenieros Químicos que probablemente no desempeñen labores hacia las cuales ha sido orientada su formación académica. A pesar de lo anterior, se determinó que existe un mercado de oportunidad para el desarrollo profesional de los Ingenieros Químicos en áreas congruentes a su formación, ya que solo cerca de 39.82 ± 13.27 % de las empresas de proceso químico o relacionadas a ella emplean actualmente a este tipo de profesionales (ver Apartado 4.2.1).
2. En la industria química o sectores relacionados a esta, la situación de empleo del Ingeniero Químico esta ligada al sector manufacturero, de tal manera que la expectativa laboral depende principalmente de la dinámica de este sector. El sector servicios, ofrece actualmente oportunidades importantes de desarrollo para los Ingenieros debido a las características que presenta: Flexibilidad (muchos de Ingenieros que desempeñan un segundo empleo en este sector), Exclusividad (la competencia de otros profesionales es mínima comparada a la de otros sectores - ver Figuras 3.52, 3.51 y 3.50) y Capacidad de Contratación (pocas empresas emplean una cantidad considerable de Ingenieros Químicos). Además es importante señalar que este sector muestra una preferencia ligeramente mayor por la contratación de Ingenieros Químicos de la UES (Figuras 4.5 y 4.6).

3. La especialización (estudios de postgrado), no resultó ser un factor importante para la contratación de los Ingenieros Químicos en la industria química o en los sectores relacionados a ella.
4. El mercado laboral del Ingeniero Químico está orientado hacia los profesionales jóvenes (alrededor de 35 años de edad), aunque esta preferencia puede variar dependiendo del cargo que el mercado oferte. Lo anterior es congruente con el hecho de que la mayoría de los Ingenieros Químicos acceden a su primer empleo antes de graduarse (Cuadro 3.6) y la mayoría de estos empleos son en áreas que competen al Ingeniero Químico. Esto significa, en primer lugar, que la población estudiante-trabajador es muy importante en esta carrera, y, en segundo lugar, que esta condición podría ser incluso determinante de las expectativas de contratación.
5. Actualmente el mercado laboral emplea tanto a Ingenieros Químicos hombres como mujeres, sin embargo existen preferencias de género en los contratantes, según las áreas de desempeño. En cargos técnicos relacionados al control de procesos, mantenimiento y supervisión de plantas existe preferencia por hombres, mientras que en cargos relacionados con análisis químicos y control de calidad la preferencia se orienta hacia las mujeres. En el sector comercio se detectó en general, preferencia por mujeres.

7.0 RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, han permitido identificar una serie de indicadores que condicionan la relación entre el Ingeniero Químico y su entorno productivo en El Salvador. La manera en que la universidad, y más específicamente la carrera de Ingeniería Química como parte de ella, se vincula a su entorno, puede ser capaz de modificar estos indicadores para lograr una mayor aceptación de sus egresados en los sectores productivos idóneos y, a la vez, satisfacer necesidades propias de estos sectores de modo que puedan cumplir sus objetivos de una manera más eficiente y sostenible, promoviendo desarrollo.

A partir de lo anterior se recomienda:

- La elaboración de un PROYECTO DE VINCULACIÓN de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador, que, tomando como base inmediata, los resultados obtenidos en la presente investigación, permita establecer en el corto, mediano y largo plazo, los modelos de relación entre la carrera de Ingeniería Química como parte de la universidad y las organizaciones vinculadas al Proceso Químico como actores sociales de su ámbito económico-productivo, sobre la base de tres aspectos:
 1. Definir qué significa de la relación carrera-sociedad.
 2. Definir cómo debe interactuar la carrera con la sociedad
 3. Definir cómo debe organizarse la carrera para hacer esta relación
- El PROYECTO DE VINCULACIÓN deberá establecerse como eje transversal de tres de las funciones de la Escuela de Ingeniería Química: Docencia, Investigación y Extensión, con las siguientes actividades:

1. Docencia:

- a. Retroalimentación y actualización curricular constante
- b. Actualización de los programas de estudio existentes
- c. Aprovechamiento de la vinculación como método de enseñanza-aprendizaje
- d. Integración de la teoría que se da en el aula con la práctica profesional
- e. Actualización continua de maestros e investigadores
- f. Enseñanza de habilidades transferibles
- g. Prácticas profesionales de estudiantes
- h. Elaboración de casos prácticos y simulaciones basadas en problemas reales

2. Investigación:

- a. Elaboración de proyectos aplicados con beneficios directos a sectores sociales
- b. Definición de líneas de investigación tendientes a promover la relación carrera-sectores económico-productivos
- c. Intercambio de talleres y laboratorios
- d. Identificación de necesidades nacionales, regionales y globales para elaborar y desarrollar proyectos
- e. Desarrollo de prototipos y diseños científicos y tecnológicos

f. Investigaciones interdisciplinarias

3. Extensión:

- a. Divulgación del conocimiento científico-tecnológico
- b. Creación y promoción de centros especializados para lograr vinculación (ejemplo: Centro para el Desarrollo de la Industria del Empaque y Embalaje en Centroamérica y Panamá, en la Universidad de El Salvador)
- c. Capacitación y educación continua hacia dentro y fuera de la universidad
- d. Proyectos especiales para la micro, pequeña y mediana empresa
- e. Gestión del PROYECTO DE VINCULACIÓN y la Carrera de Ingeniería Química hacia los sectores sociales
- f. Fortalecimiento continuo de la base científico-tecnológica de la vinculación

Se esperaría que un proyecto de vinculación de tal magnitud logre solventar, en un primer momento, como mínimo las demandas del mercado laboral encontradas en esta investigación y, en el mediano y largo plazo, establecerse como un sistema proactivo de Intervención Social Universitaria, en el cual:

- a. La carrera investigue sobre las necesidades varias de su entorno social
- b. Proponga soluciones
- c. Intervenga en la solución de los problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arias Stein, S.(1992) "**DEMOCRACIA SIN POBREZA, ALTERNATIVAS DE DESARROLLO PARA EL ISTMO CENTROAMERICANO**", Editorial departamento ecuménico de investigaciones (DEI), San José, Costa Rica.
2. ASI(2000) Asociación Salvadoreña de Industriales. "**DIRECTORIO INDUSTRIAL**" San Salvador. El Salvador.
3. ASI (2000a) Asociación Salvadoreña de Industriales. "**PROPUESTA DE POLÍTICA INDUSTRIAL PARA EL SALVADOR**", San Salvador, Enero.
4. Alfaro, M. y Flores, V.(2001) "**DIAGNOSTICO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN EL CAMPO LABORAL**". Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniero Industrial. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Industrial. El Salvador.
5. Barrientos Salazar, M. A.(1989) "**PROPUESTA DE UN NUEVO CURRICULO PARA LA CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR (1a Parte)**" Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Química. El Salvador.
6. Bermúdez R y Guillén Iglesias, J.E.(1984) "**LA INDUSTRIA QUÍMICA EN EL SALVADOR** " Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Química. El Salvador

7. Badia Serra, E.(2001) Entrevista personal, Secretario de Planificación de la Universidad de El Salvador, El Salvador.
8. Banco Central de Reserva.(2000) “**Revista Trimestral. Octubre Diciembre 2000**”. San Salvador, El Salvador.
9. Cochran, W.G. (1985) “**TÉCNICAS DE MUESTREO**”. Editorial Continental México.
10. Escobar Escalante, E. I y Ramos, S.A.(1989) “**PROPUESTA DE UN NUEVO CURRÍCULO PARA LA CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR (2a Parte)**”. Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Química.
11. Gómez Pineda, R y Rodríguez Chica, N.Z (1996). “**PROPUESTA PARA LA INTRODUCCIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA QUIMICA DEL CONCEPTO Y PRÁCTICA DE “TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS DE PRODUCCIÓN” (1A. PARTE)**”. Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Química.
12. Hougen, O. A. “**Siete Décadas de Ingeniería Química**”. Publicado en Revista “Recogiendo Historia“ Asociación Salvadoreña de Ingenieros Químicos y Químicos Industriales (ASINQUI), San Salvador. El Salvador.
13. Hague, Paul y Peter Jackson. “**COMO HACER INVESTIGACION DE MERCADOS.**” Ediciones Deusto, S.A Bilbao. España. 1994.

14. Henríquez, G.L, Martínez Paredes, M.S y Sosa Castillo, L (1996). **“PROPUESTA PARA LA INTRODUCCIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA DEL CONCEPTO Y PRÁCTICA DE “TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS DE PRODUCCIÓN” (2A. PARTE)”**. Trabajo de graduación para optar el título de Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Química.
15. Kinnear, T.C. y Taylor. J.R.(1990) **“INVESTIGACIÓN DE MERCADOS. (UN ENFOQUE APLICADO)”**. 5ª Edición. Mc Graw Hill Interamericana, S.A. Colombia.
16. López, M.E. (2001) Entrevista Personal, Licenciado y catedrático en Relaciones Internacionales de Instituto Tecnológico Superior de Occidente (ITESO), Universidad Jesuita en Guadalajara. Jalisco, México.
17. Pafko, W. (1998) “The History: of Chemical Engineering & Chemical Technology”. Consulta Internet, pagina WEB de American Institute of Chemical Engineers (AIChE) (www3.cems.umn.edu/orgs/aiche/history).
18. Rico Peña, D. C. (2002a) Apuntes de Clases de la Asignatura Química Industrial, Ciclo I-2002, Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador. El Salvador.
19. Rico Peña, D. C. (2002b). Entrevista Personal, Vice-Decana de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador. El Salvador.

20. Sampieri. R.H., Collado, C.F.(1998). **“METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION”** Segunda edición, Mc Graw Hill, Editores, S.A de C.V. México 1998.
21. Scheaffer, R. L, Mendenhall, W y Ott L. **“ELEMENTOS DE MUESTREO”**. Grupo Editorial Iberoamérica. Wadsworth Internacional/Iberoamérica, 3ª edición. Impreso en México.
22. Segura Lemus, V.M (2002). Conversación Telefónica, Jefe de Laboratorio Químico de Especialidades Industriales, S.A de C.V (ESPINSA, S.A de C.V). Junio, San Salvador. El Salvador.
23. Tapias. G. Heberto. **“Ingeniería Química: Escenario Futuro Y Dos Nuevos Paradigmas”**. Revista “Ciencia y Tecnología. Vol. 16 pág.: 25-36. No 4. Colombia 1998.
24. Tilman A, et.al. (2001) **“MODERNIZACION ECONOMICA Y EMPLEO EN AMERICA LATINA. PROPUESTAS PARA UN DESARROLLO INCLUYENTE”**. Serie Macroeconomía del desarrollo. (CEPAL). Naciones Unidas. División de Desarrollo Económico, Santiago, Chile, Marzo.
25. Valiente-Barderas, A. (1996). **“La Enseñanza De La Ingeniería Química En México”**. Tomado de revista de educación química. Departamento de Ingeniería Química, facultad de química, conjunto “E”. Universidad Autónoma de México. (UNAM). México.

ANEXOS

ANEXO I

*Documento: “INGENIERIA QUÍMICA:
ESCENARIO FUTURO Y DOS NUEVOS
PARADIGMAS”*

INGENIERIA QUÍMICA: ESCENARIO FUTURO Y DOS NUEVOS PARADIGMAS

Publicado en las revistas:

INGENIERIA QUIMICA. Revista española, Editorial alción, s.a. No. 359 Julio/agosto 1999

COLOMBIA: Ciencia y Tecnología. Vol 16 pag: 25-36. No.: 4 Octubre/Diciembre 1998

profesor: Heberto Tapias García

La incorporación creciente y acelerada de nuevos conocimientos en todas las actividades humanas hace más incierto y aparentemente caótico el futuro. "La constatación de que la mayor parte de las realidades que conocemos hoy, creadas por el hombre, casi seguramente no sobrevivirán en el futuro y muchas que lo serán no existen hoy o apenas se insinúan", evidencia la necesidad de disponer de metodologías y herramientas que permitan construir imágenes anticipadas del futuro, para prever problemas y oportunidades con los cuales se enfrentarán las acciones de los hombres. Conjeturar sobre los devenires posibles o probables en todos los ámbitos de las actividades humanas con la intención de advertencia anticipada, es en síntesis el objetivo último de la prospectiva .

Tener una imagen aproximada sobre el rumbo y el estado futuro de la ingeniería química en el mundo no sólo resulta de capital importancia para la planeación del desarrollo y la supervivencia de las industrias de procesos químicos, sino que también es un punto de referencia obligado para el diseño de los planes de estudio en esta profesión. Para los países en desarrollo es ilustrativo conocer el estado inmediato y a corto plazo de la ingeniería química en los países desarrollados, pues la evolución de la nuestra está autocontenida en la corriente vertiginosa de cambios que se vienen experimentando en la industria de procesos químicos como industria globalizada - caracterizada por un mercado mundial, una base productiva mundial y un entorno tecnológico mundial-. Nuestra imagen regional de futuro cercano es sólo una imagen ligeramente adaptada del presente de las industrias de los países líderes, no porque el subdesarrollo sea una etapa en el camino del desarrollo sino por el grado de dependencia tecnológica y económica que derivamos de ellos.

Para hablar de futuro es necesario hacer retrospectiva y respondernos preguntas orientadoras como, cuál ha sido la historia de la ingeniería química?, para saber sobre: cuáles son sus orígenes?, cuáles sus paradigmas nucleadores?, cuáles sus problemas no resueltos?, y cuáles los grandes retos que consolidaron su existencia?. Así mismo en una mirada exploratoria de porvenir, identificar tendencias y los retos y oportunidades que se avienen.

Si bien, el presente ensayo no es el resultado de un estudio riguroso en el que se hayan utilizado técnicas de previsión tecnológica y mucho menos una metodología integradora de indagación de futuro como el método de los escenarios, si recoge en un apretado esfuerzo sintetizador testimonios y conjeturas de otros autores, sobre los cambios que se vienen observando en la industria de procesos químicos e impactos que se esperan de algunos desarrollos tecnológicos que se están gestando en esta industria e industrias relacionadas. En el marco de este ejercicio prospectivo también se sugieren las bases para dos nuevos paradigmas que impulsarán el desarrollo y una nueva estructura del conocimiento de la ingeniería química en el futuro.

EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE PROCESOS QUÍMICOS

El desarrollo de la ingeniería química ha corrido paralelo con la evolución de la industria de procesos químicos; al fin y al cabo este ha sido el ámbito, hasta ahora, de los problemas que aborda esta disciplina.

Los rudimentos de la ingeniería química aparecen con el nacimiento de la industria química y la primera revolución industrial que se llevó a cabo a finales del siglo XVIII en la Gran Bretaña. La industria química fue una componente importante de esa revolución industrial, que ha sido generalmente descrita como la mecanización de los sistemas de producción orientados a la manufactura de mercancías de uso final. Esa revolución industrial habría sido incompleta sin los químicos efectivos y baratos para el blanqueo, teñido y limpieza de fibras requeridas y tejidos elaborados por la industria textil. Los químicos empíricos y empresarios británicos empezaron la manufactura a gran escala de ácido sulfúrico, soda, carbonato de sodio, cloro blanqueador y algunos colorantes sintéticos, los cuales constituyeron el corazón de la industria química hasta finales del siglo XIX.

A finales del siglo pasado la estructura de la industria química sufrió modificaciones significativas a raíz de las innovaciones introducidas en la producción de álcali y cloro y, particularmente, por los nuevos desarrollos en su sector más dinámico: los colorantes. El campo de los colorantes experimentó rápidamente cambios tecnológicos gracias a la aplicación de la teoría química, convirtiéndose este sector en el embrión de la industria química moderna. La industria de los colorantes alemana enfrentó durante la primera guerra mundial la necesidad de manufacturar explosivos, gases venenosos, medicamentos y hasta caucho sintético. Ella fue la gran innovadora, no sólo en su campo sino también en la química inorgánica; BASF, por ejemplo, fue la pionera en el uso del proceso de contacto para la producción de ácido sulfúrico y la que desarrolló el proceso Haber-Bosch para la síntesis de amoníaco por combinación directa de nitrógeno e hidrógeno - el primer proceso que usó gases a altas temperaturas y presiones y que requirió plantas especializadas y capital intensivo.

Las revoluciones industriales desencadenadas alrededor del motor de combustión interna -tercera revolución industrial-, y de la línea de ensamble y la petroquímica para la producción masiva de combustibles y materiales sintéticos energo-intensivos, plásticos y fibras, -cuarta revolución industrial-, generaron retos y oportunidades para el desarrollo de la ingeniería química que conocemos hoy.

Fue la ESSO en Estados Unidos, 1919, la que se enfrentó inicialmente a la falta de preparación y conocimientos para responder a la explosiva demanda de combustibles para automóviles desatada después de la primera guerra mundial, a raíz de la innovación de Henry Ford para la producción masiva y en línea de automóviles. El reto fundamental para las industrias petroleras consistía en cómo producir grandes cantidades de gasolina con una tecnología que superara el desempeño de las plantas primitivas de cracking térmico. Sólo fue hasta 1945 cuando se introdujo comercialmente el cracking catalítico en lecho fluidizado, el cambio más importante en la industria de refinación del petróleo. El éxito de este desarrollo estimuló la investigación en la tecnología de lecho fluidizado en otras reacciones, y hoy es ampliamente utilizada en la producción de otros químicos como el acrilonitrilo, en procesos metalúrgicos y en sistemas de combustión para calderas e incineradores.

La segunda innovación en importancia en la industria de refinación del petróleo fue la reforma catalítica para convertir naftenos de octanaje muy bajo y parafinas en aromáticos de alto octanaje, como benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos, materiales sustitutos del tetraetilo de plomo -cuya eliminación era obligatoria- usado para el mejoramiento del octanaje de la gasolina. Con una interrupción en su crecimiento durante la depresión económica después de la primera guerra mundial, la industria de procesos químicos se desarrolló para hacer autosuficientes a sus

países en los productos tradicionales en el mercado, y vivió en la década del treinta el florecimiento de un nuevo subsector: la industria de los polímeros sintéticos.

El origen de la industria de los polímeros sintéticos se remonta al siglo diecinueve con los intentos de explotar el caucho natural y la celulosa. Particularmente los derivados de la celulosa permitieron el desarrollo de la primera fibra artificial: el rayón. Mientras las industrias del caucho y de la celulosa crecían, los materiales poliméricos no eran más que una curiosidad de los químicos por sus comportamientos impredecibles. Eran sustancias prácticamente desconocidas desde el punto de vista teórico. Es a partir de los primeros intentos de construir un cuerpo teórico coherente sobre las macromoléculas con las investigaciones de Hermann Staudinger en 1918, que las industrias químicas dedican esfuerzos y recursos de investigación al desarrollo de nuevos materiales sintéticos. La mayoría de los polímeros sintéticos de interés comercial que se conocen hoy fueron producidos industrialmente en el período interguerra. La segunda guerra mundial aumentó la demanda de estos materiales y después de ella su demanda se hizo explosiva con la aplicación de los materiales sintéticos en campos inusitados⁵.

VIEJOS PARADIGMAS

La ingeniería química como disciplina no nace como una curiosidad de científicos para explicar fenómenos o procesos naturales desvinculados de la producción industrial, sino que surge a comienzos del siglo XX en la urgencia de un conocimiento necesario para racionalizar la producción de sustancias químicas y materiales, y como un reconocimiento de la ausencia, en la química industrial y en la ingeniería mecánica, de un patrón de análisis y solución de ciertos problemas tecnológicos de las industrias de procesos químicos.

Como disciplina, la ingeniería química de hoy está estructurada alrededor de dos paradigmas esenciales, que se han sucedido históricamente como etapas de evolución y estructuración de un sistema de conocimientos sobre fenómenos y procesos vinculados a la elaboración de sustancias y materiales mediante cambios químicos y/o cambios en propiedades físicas de la materia. Pero, antes de la organización de este conocimiento, la ingeniería química pasó por un período preparadigmático. Era básicamente una extensión de la ingeniería mecánica a los problemas de la manufactura de sustancias y materiales químicos. La educación de sus profesionales se hacía mediante el método de casos, con una instrucción centralizada en la descripción de la química industrial con el estudio de la ingeniería mecánica requerida. Con esta metodología se enseñaba por ejemplo, cómo hacer carbo

nato de sodio, cómo hacer ácido sulfúrico o cómo producir sal de agua marina.

Fué Arthur D. Little, en 1915, el que inventó el primer paradigma de la ingeniería química. Él le propuso al rector del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en un reporte de visita a esta universidad, "que la educación en ingeniería química debería estar centrada en las *"operaciones unitarias": un estudio de las etapas comunes de muchos procesos industriales, tales como transferencia de calor, destilación, flujo de fluídos, filtración, trituración, molienda, y cristalización*". Este primer paradigma se constituye en la primera aproximación analítica de las industrias de procesos químicos como sistemas análogos que comparten unidades de transformación similares, en las que se suceden fenómenos cuyo comportamiento general es independiente de la naturaleza específica de las sustancias en proceso.

Después de muchos años de éxito de utilización del modelo de las operaciones unitarias, de estudio de estas operaciones separadas de procesos industriales específicos, y de abordaje y solución empírica de los problemas de escalamiento industrial, se consideró que *la comprensión de los fundamentos científicos de los fenómenos y procesos de transformación de la materia y la*

matemática, eran herramientas poderosas para el análisis y estudio de la tecnología de procesos químicos. Aparece así una corriente manifiesta en la educación y en la investigación en ingeniería química, que *busca explicaciones moleculares para los fenómenos macroscópicos*. El evento histórico que capturó esta tendencia y dió nacimiento al segundo gran paradigma de la ingeniería química lo constituyó la publicación en 1960 del libro *Fenómenos de Transporte*, de Bird y Lightfoot. Ofrecía esta publicación una lógica distinta para el análisis y estudio de los fenómenos fisico-químicos, poniendo más énfasis en la comprensión de los principios físicos básicos que eran ignorados u oscurecidos por los métodos empíricos. Con el segundo paradigma se afina la concepción sistémica de las industrias de procesos químicos, en la medida en que descubre que el comportamiento macroscópico de las unidades de transformación emerge del comportamiento molecular de las sustancias en proceso.

El esfuerzo de organización del conocimiento de la ingeniería química como disciplina, traducido en la formulación de los dos paradigmas esenciales, le confieren a la ingeniería química identidad e independencia de sus disciplinas madres: la química industrial y la ingeniería mecánica.

NUEVOS PARADIGMAS

Si bien los dos paradigmas señalados han posibilitado la solución de muchos problemas en ingeniería química, su universo de aplicación está limitado a procesos químicos convencionales y el segundo, particularmente, a sistemas con régimen laminar. Pienso que hoy se vienen configurando desde las ciencias básicas: química, física y biología, fundamentos científicos para estructurar dos nuevos paradigmas que ampliarán el horizonte a la ingeniería química y que permitirán resolver problemas a los que se les ha dado soluciones incompletas con métodos puramente empíricos.

El tercer paradigma puede nacer de contribuciones de la teoría del caos, la teoría de los procesos irreversibles y la modelación molecular, especialmente la modelación apoyada en teorías y principios teóricos del comportamiento molecular y microscópico como resultado de la estructura molecular y las interacciones moleculares. Este tercer paradigma podría interpretarse como una teoría generalizada del segundo paradigma, análogo a lo que es la mecánica relativista para la mecánica clásica; el cual *ampliaría la comprensión de los fundamentos científicos de los fenómenos y procesos que se explotan en las unidades de transformación de las plantas de procesos químicos. La explicación de la relación entre el comportamiento molecular, las interacciones moleculares, los fenómenos a nivel de la microescala que se dan en las parcelas de fluido, y el comportamiento macroscópico de las operaciones y procesos unitarios sería el objeto del tercer paradigma*. Con los instrumentos analíticos y matemáticos del tercer paradigma se podrían abandonar los conceptos de coeficientes de fricción, de transferencia de calor y de transferencia de masa, entre otros, o correlacionarlos directamente con propiedades moleculares y otras variables y parámetros del sistema.

También la biología molecular y la ingeniería genética ofrecen conocimientos que pueden ser la base para construir un cuarto paradigma de la ingeniería química. Este cuarto paradigma se requiere para analizar y estudiar los fenómenos y procesos biológicos en la elaboración de sustancias químicas y materiales. Esta alternativa de producción, la planta de procesos biológicos - con biorreactores y bioseparadores -en la que las *transformaciones físicas y químicas son derivadas o resultados de procesos biológicos*, entre otras ventajas permitiría la producción limpia y sostenible ambientalmente de sustancias y materiales biodegradables, intensiva en información y ahorradora de energía. La nueva lógica para el análisis de las

industrias de "bioproducción" de sustancias y materiales rompería, en algunos casos, con los modelos creados por los dos primeros paradigmas para la industria de procesos exclusivamente químicos. *Cada unidad de biorreacción o de bioseparación, para efectos de su análisis, modelación y diseño, podría verse como una población de microunidades de transformación - células, microorganismos- confinadas en un macroequipo mecánico.* Este último paradigma abrirá las compuertas de la ingeniería química más allá de los límites de la industria de procesos químicos y extenderá su universo de aplicación a un nuevo sector industrial: la industria de procesos bioquímicos, donde convergen la química y la biotecnología para configurar la "bioquimitecnología".

Estos dos nuevos paradigmas se integrarían como elementos complementarios al sistema conceptual actual de la ingeniería química para darle una mejor organización y una mayor potencia analítica y explicativa de los fenómenos, procesos y sistemas de los que se ocupará esta disciplina.

RETOS Y OPORTUNIDADES

Son muchos los problemas y retos que enfrenta la industria de procesos químicos convencionales y también numerosas las oportunidades que le ofrecen nuevos conocimientos en las ciencias básicas- química, física, biología -, así como las demandas expresas y latentes en las nuevas tecnologías como la microelectrónica, la informática y las comunicaciones, y de otras industrias emergentes. El enfrentamiento de estos retos y explotación de las oportunidades con innovaciones permitirá reconfigurar la base tecnológica de la industria de procesos químicos convencionales y ampliar el universo de aplicación de la ingeniería química a áreas industriales inexistentes.

En el campo de los procesos, la industria de procesos químicos enfrenta grandes retos:

"El desarrollo de procesos más aceptables socialmente", aún para elaborar sustancias y materiales inocuos ambientalmente, debido a una creciente preocupación por un desarrollo sostenible ambientalmente y el aumento de restricciones ambientales expresas en legislaciones. Este compromiso con el desarrollo sostenible le plantea a la ingeniería química la búsqueda de soluciones a la disposición de desechos peligrosos y el diseño de procesos que minimicen la emisión de contaminantes. Este reto crea la oportunidad de rediseñar procesos que no creen desechos peligrosos y produzcan subproductos que puedan entrar en las cadenas productivas o que generen sustancias que se puedan manejar y disponer de forma segura, o concebir sistemas que conviertan los desechos peligrosos en sustancias manejables o útiles.

"Desarrollo de procesos que utilicen nuevas materias primas y de más baja calidad"¹⁶. La principal fuente de materia prima en los últimos cincuenta años ha sido el petróleo y otros materiales naturales que están en agotamiento o están disponibles con calidades más baja; podría pensarse en el carbón, gas, minerales o la biomasa como nuevas fuentes de materias primas para los procesos químicos y bioprocesos del futuro.

Diseño de plantas con tamaños económicos mínimos más pequeños, costos de construcción más bajos, equipos estándares y modulares, y plantas flexibles mutiproducos. Esta nueva lógica de diseño resolvería problemas de economía de escala y el problema de que " los costos de personal involucrados en la fabricación de equipos

y construcción de plantas químicas son mayores que los costos de personal de operación y mantenimiento durante la vida económica de la planta."

Desarrollo de nuevos procesos que incorporen innovaciones tecnológicas como las que se vienen dando con la hibridación de procesos y operaciones unitarias como la destilación reactiva, membrana catalítica, extracción líquido-líquido reactiva. Es decir combinar en una forma concurrente en una misma unidad o equipo operaciones unitarias y procesos unitarios como reacciones, separaciones, intercambio calórico, etc .

Desarrollo de bioprocesos y diseños de plantas en las que se exploten tecnologías derivadas de los avances de la ingeniería genética como: modificación del DNA de células para que sobreproduzcan la sustancia deseada (insulina, alfa-interferona, hormona del crecimiento humano, etc.), o manipulación del DNA de la célula para que cambie sus procesos metabólicos para manufacturar una sustancia deseada como por ejemplo la producción del polímero biodegradable polihidroxibutilato con modificaciones genéticas de células e-coli.

También la ingeniería química enfrenta el reto de desarrollo de nuevos materiales y sustancias con propiedades y usos muy específicos:

Un primer reto en el campo de los productos y materiales lo constituye el desarrollo de productos y materiales ambientalmente aceptables como: combustibles, sustitutos de compuestos fluorocarbonados y materiales poliméricos no contaminantes o reciclables.

El desarrollo y producción de materiales avanzados con propiedades y usos muy específicos como las cerámicas estructurales y funcionales, materiales superconductores, materiales compuestos (composites), y polímeros diseñados con usos específicos, también está en la agenda de necesidades y oportunidades de la ingeniería química futura.

Aunque la industria química siempre ha sido productora de químicos especiales, muchos de los productos de usos generalizados nacieron como químicos especializados, hoy existe una demanda creciente y variada de estos productos. En el futuro se prestará mucha mayor atención al desarrollo y a la producción de químicos especiales - materiales con alto valor agregado y propiedades y usos y desempeños muy específicos o sofisticados. Entre estos materiales se incluyen: químicos electrónicos usados para la elaboración de chips, reactivos para diagnósticos, lubricantes sintéticos, catalizadores, polímeros de alto desempeño resistentes a altas temperaturas (como las poliamidas) y a condiciones químicas agresivas, pigmentos, tintas, aditivos, sabores, fragancias y drogas.

El mayor interés en los químicos especiales y materiales avanzados tendrá un gran impacto en la ingeniería química. La ingeniería química ha sido hasta ahora una profesión orientada hacia los procesos; en esencia una ingeniería de procesos. Como el problema central de estos materiales es encontrar el uso correcto y el mercado apropiado, los ingenieros químicos tendrán que aprender mucho más sobre sus propiedades y adquirir un profundo conocimiento para correlacionar propiedades con usos y desempeños. Sugiere esta necesidad que la ingeniería química tendrá que integrar la ingeniería de producto con la ingeniería de proceso, más si se tiene en cuenta que las

propiedades de algunos materiales avanzados y químicos especiales son altamente dependientes del proceso de manufactura utilizado. Además, como la escala de producción es más pequeña, comparada con la de químicos tradicionales, estos materiales deberán producirse en plantas discontinuas, multipropósitos y flexibles, retornando la ingeniería química a los procesos batch, supuestamente ya superados con la lógica de la producción masiva introducida como paradigma en la industria de procesos químicos¹⁶.

NUEVAS HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS

El desarrollo futuro de la ingeniería química no sólo se dará por los retos y oportunidades para el desarrollo de nuevos productos y procesos, generados por las demandas de la microelectrónica, las comunicaciones, la informática, y otras industrias emergentes, o por el mejoramiento de los procesos convencionales, sino que también estará caracterizado por la introducción a las industrias de procesos químicos de nuevas herramientas y tecnologías¹⁹.

La primera herramienta que ha transformado la práctica de la ingeniería química más que cualquiera otra en el pasado, es el computador. Esta modificación se observa en el diseño, operación rutinaria y en las comunicaciones. "La increíble velocidad y capacidad de procesamiento de los computadores de hoy, permite la comprensión y manipulación de sistemas multivariados altamente complejos, que le sería imposible a un ser humano manejar sin su ayuda. La modelación y simulación por computador permite que los procesos sean diseñados y optimizados simultáneamente para numerosas variables incluyendo aún variables como factores ambientales y sincronización con el mercado".

SIMULACIÓN MOLECULAR

El computador también ha permitido introducir para el diseño de productos una técnica de alcance inimaginable: la simulación molecular. La ingeniería inversa o retrosíntesis es la base de la modelación molecular, que comienza con el concepto de un nuevo producto y luego trabaja hacia atrás para desarrollar una forma de producirlo. En su forma más simple la simulación molecular predice propiedades desde la estructura molecular. Con estos programas se puede obtener datos de equilibrio de fases, predecir propiedades mecánicas, capacidades calóricas, calores de formación y reacción, solubilidades, propiedades de transporte, y hasta diseñar la molécula indicada a partir de las propiedades deseadas. Los programas de simulación molecular (Cranium, BatchDesign-Kit, Synapse, Synthia, etc.) son diseñados a partir de datos empíricos, con los que se genera una base de datos que correlaciona propiedades con grupos de átomos en los que se divide la molécula; o diseñados con base en teorías, por ejemplo algunos usan modelos de la termodinámica estadística o métodos de la mecánica cuántica.

En el futuro será posible, para producir una sustancia química específica o material específico, entrar a un programa de computador las propiedades deseadas y obtener no un modelo del producto sino hasta los planos completos del proceso para hacerlo. El uso de la modelación molecular no sólo está reduciendo los costos y el tiempo de desarrollo de los productos y procesos, sino que también se beneficia el diseño de los equipos.

SIMULACIÓN DINÁMICA

La introducción del computador en las plantas de procesos químicos también permite la utilización de la simulación dinámica tanto en la operación de procesos continuos, para ajustar la producción diaria para tener en cuenta variables externas como demanda, precios de materias primas, así como en el diseño y operación de plantas discontinuas de manufactura flexible para establecer condiciones de diseño y operación eficientes¹⁹.

SISTEMAS EXPERTOS

La inteligencia artificial ha empezado a invadir las industrias de procesos químicos; ya son conocidas aplicaciones de sistemas expertos, redes neuronales, lógica difusa y algoritmos genéticos. Estas tecnologías tienen aplicaciones en la simulación, optimización y diseño de procesos, en sistemas de entrenamiento de personal, en programación de producción y personal, en gerencia de proyectos, en sistemas soportes para el mejoramiento de la calidad o para ayudar a operadores y técnicos en la toma de mejores decisiones para el desempeño de la planta, en sistemas de diagnóstico de problemas en equipos y plantas, y en sistemas de control más riguroso y eficiente.

Los sistemas basados en conocimientos se crean usando conocimientos de expertos humanos, así como de las ciencias básicas y la ingeniería. La base de conocimientos se puede mejorar continuamente con la entrada continua de información por las personas que usan el sistema o por el conocimiento adicional ganado por inferencia que hace el sistema a través de su propia "experiencia". Estos sistemas son útiles, por ejemplo, en la síntesis y diseño de procesos, en el que proveen no sólo información sino herramientas para hacer mejores juicios²³.

Otra aplicación está en el análisis de alarma y manejo de situaciones anormales de operación en planta. Un operario puede tomar decisiones cruciales rápidamente si está auxiliado por un sistema experto que le anticipa al operador condiciones anormales mucho antes de que suene una alarma. El sistema le puede proveer información soporte para la decisión, tales como posibles causas del problema y opciones para su decisión. Un sistema experto también puede diseñarse para monitorear un proceso en tiempo real, interpretar las condiciones de alarma, y alertar a operarios y técnicos sobre posibles acciones de corrección. Más aún, un sistema de éstos puede usarse para hacer control proactivo de un proceso, si está diseñado para recoger datos y calcular tendencias estadísticas, suministrar una interpretación y alertar sobre tendencias estadísticas de variables claves del proceso antes de que ocurra una perturbación en el sistema^{19, 23}.

REDES NEURONALES

Las redes neuronales son excelentes candidatas para resolver un amplio rango de problemas en la industria química. Entre ellos se puede mencionar la clasificación de materias primas multicomponentes, reconocimiento de patrones y análisis de composición química, interpretación cualitativa de datos de procesos, control adaptativo, detección de fallas de sensores, modelación, caracterización y optimización de unidades de procesos -por ejemplo reactores-, modelación de fenómenos escasamente comprendidos como el flujo turbulento. Las redes neuronales imitan procesos de aprendizaje humano. Los humanos generalmente aprenden por ensayo y error. Las redes neuronales operan en forma análoga.

La red neuronal es una arquitectura de programa de computador para cómputo no-lineal, que consiste en un arreglo de elementos de procesamiento en bloque altamente interconectado asemejando las redes mucho más complejas de neuronas biológicas. Las redes neuronales analizan datos de un sistema y a través de un proceso de "aprendizaje" genera un modelo interno que relaciona los datos. Este modelo interno no está basado en ninguna especificación del mecanismo subyacente para el proceso. Para la generación del modelo no se requiere de una comprensión previa de los fundamentos de los procesos o los fenómenos que se modelan. Esta característica las hace ideales para modelar sistemas complejos en los que convergen fenómenos de transferencia de calor, mecánica de fluidos, transferencia de masa, fenómenos cinéticos y catalíticos, que aunque puedan ser descritos mediante ecuaciones diferenciales pueden tener problemas de solución por su no-linealidad. Ellas también permiten una inversión en la operación de los modelos de simulación, mientras los convencionales determinan condiciones de

salida o valores de variables dependientes a partir de un conjunto de datos de entrada o de variables independientes, las redes neuronales permiten el cálculo de condiciones de entrada dado un conjunto de datos de salida del sistema.²⁴

LÓGICA DIFUSA

La lógica difusa es una alternativa de control valiosa para procesos que no pueden describirse con un modelo matemático o su desarrollo es muy complejo. El control lógico difuso utiliza una descripción del proceso mediante reglas, o heurística, que son desarrolladas a partir de un conocimiento seguro del proceso. También se utiliza esta tecnología en los sistemas expertos basados en conocimiento.

ALGORITMOS GENÉTICOS

La inteligencia artificial también ofrece los algoritmos genéticos como rutinas de búsqueda en optimización. Los algoritmos genéticos pueden compararse con el proceso biológico de la evolución natural de ciertas características de una especie que pasan de generación en generación y contribuyen a su supervivencia y mejoramiento de la población a medida que ciclo evolutivo avanza; de la misma manera funcionan los algoritmos genéticos para encontrar soluciones adaptativas en ambientes dinámicos. El algoritmo arranca con una muestra de solución aleatoria y a través de su proceso genera nuevas generaciones de soluciones hasta cumplir los criterios de optimización.

INNOVACIONES EN OPERACIONES UNITARIAS

Las operaciones unitarias convencionales serán siempre objeto de mejoras, pero se está observando un creciente interés en las operaciones unitarias no convencionales como la separación cromatográfica y separación por membranas. Aún más revolucionario aparece la hibridación de operaciones unitarias y procesos unitarios. La mayor tendencia en este campo es la combinación en forma concurrente de reacciones, operaciones de separación y transferencia de calor para reducción de costos, reducción de formación de subproductos o desechos y o eliminación de reacciones colaterales para mejoras en rendimientos y selectividad de reacciones. La destilación reactiva, por ejemplo, está siendo utilizadas en la producción de metil ter-butil eter, ter-amil metil eter y etil ter-butil eter; y las membranas catalíticas, en particular, se están usando como catalizadores que a la vez funcionan como tamices para separar el producto una vez se forma¹⁹.

Pero el conjunto de innovaciones que se vienen produciendo no sólo se reducen a las operaciones unitarias, también ha invadido las unidades de reacción. Hay una gran presión en la industria de procesos químicos por aumentar la productividad y disminuir la producción de desechos, que ha volcado la atención sobre los reactores para que tengan un papel más activo en la separación en lugar de ser recipientes pasivos en esta función. La mayoría de los esfuerzos de redefinición de los reactores están orientados a mejorar conversión, rendimiento y selectividad.

REACTORES MULTIFUNCIONALES

Entre las tecnologías multifuncionales en reactores que se vienen desarrollando la más avanzada es la destilación reactiva usada hoy principalmente para reacciones de eterificación y esterificación; en ella el catalizador se coloca en los internos de la torre para que se de simultáneamente la reacción y la separación. La que le sigue son las membranas catalíticas para producir por ejemplo etano y etileno a partir de metano, anhídrido maléico como precursor en la producción de poliéster y reformado de metano con vapor de agua. Pero estas combinaciones continúan con desarrollos en adsorción reactiva y cromatografía reactiva.

La imaginación en las innovaciones en los reactores no se agota en la hibridación. En Francia se está trabajando en planta piloto para oxidar ciclohexanol a ciclohexanona utilizando ultrasonido. Otro grupo ha construido un reactor sonoelectroquímico, a escala de laboratorio, para oxidar fenol de aguas residuales. Du Pont está usando microonda en reacción de ácido cianhídrico, y la universidad de Bradford en el Reino Unido está estudiando reactores basados en radiofrecuencias para el cracking de petróleos pesados.

MICRORREACTORES

Existe también una línea de innovaciones en el campo de los microrreactores, con varias aplicaciones. Esta tecnología se viene desarrollando para usarla en procesos que son ineficientes o riesgosos a gran escala, como por ejemplo para producir químicos altamente tóxicos, con reacciones explosivas o altamente exotérmicas. Algunos diseños geométricos se apartan de los reactores tubulares y de tanque agitados convencionales; aunque la universidad de Kyoto en Japón está trabajando con microrreactores tubulares con diámetros de tubos por debajo de 1 milímetro. Hay diseños constituídos por microcanales de paredes delgadas que se graban en láminas de metal, cerámica, vidrio u otro material. Los canales se hacen mediante micromaquinado con láser, maquinado con descarga eléctrica, fotolitografía u otra técnica. Los tiempos de residencia en estos reactores llegan a ser extraordinariamente pequeños. Pacific North-West National Laboratory en Washington ha realizado oxidación parcial de hidrocarburos con tiempos de 1 a 10 microsegundos, comparado con 1 segundo en reformadores con vapor convencional. Para la producción a gran escala se disponen en paralelo tantos reactores como sea necesario para lograr el volumen de producción requerido.

Los microrreactores también están siendo utilizados con el impulso que viene tomando la química combinatorial. La química combinatorial está siendo usada en los laboratorios de investigación y desarrollo para hacer y probar simultáneamente muchos compuestos químicos - hasta 4000 compuestos por día - debido a la necesidad de acelerar los procesos de desarrollo. La síntesis se hace en una planta diminuta automatizada que tiene microrreactores -con tamaños de 1 a 10 mililitros- acopladas a otras microunidades para intercambio de calor y transporte de fluidos. Estas plantas se montan en módulos de cerca de 1 ft², y son controladas por computador con brazos robóticos para alimentar a los microrreactores y sacar muestras para análisis ²¹.

NUEVOS INSTRUMENTOS

La electrónica no sólo se ha beneficiado de los avances de la ingeniería química con los materiales que le proporciona con propiedades excepcionales para aplicaciones novedosas en la elaboración de componentes electrónicos, medios magnéticos, fibra óptica, etc, sino que ha influido significativamente en el desarrollo de la ingeniería química con el computador y el desarrollo de nuevos instrumentos de medida y control.

Una referencia obligada merecen los instrumentos de medida de no-contacto que usan ultrasonido, luz infrarroja o rayo láser. Hoy se dispone de medidores ultrasónicos de nivel, flujo, presión, temperatura y propiedades físicas. Monsanto está usando, desde 1995, espectrómetros Raman para monitorear especies químicas en reactores industriales. El Centro de Investigaciones de Karlsruhe y la firma Sonotech GmbH en Alemania, han desarrollado un sensor ultrasónico capaz de medir propiedades físicas de fluidos, tales como viscosidad y densidad. Para la medida de temperatura en procesos donde el producto sea frágil o susceptible de contaminación, o donde las condiciones del proceso sean agresivas o difícil el acceso al punto de medición, se dispone en el mercado de termómetros infrarrojos .

NUEVO CURRÍCULO

El currículo para formar los ingenieros químicos del futuro también sufrirá cambios. En él no sólo debe incorporarse nuevos conocimientos, sino contemplar el desarrollo de nuevas habilidades y destrezas, y ofrecer un ambiente de aprendizaje abierto y flexible, en el que se explote la potencialidad de las nuevas tecnologías educativas que ofrece el computador, las bases de datos, los sistemas expertos, la multimedia y las telecomunicaciones. En el campo del conocimiento es necesario ampliar la base científica y profundizar el conocimiento en fundamentos en química, física y biología. En el desarrollo de habilidades y destrezas es necesario el adiestramiento general en solución de problemas, modelación matemática, simulación, y operaciones intelectuales para el pensamiento crítico y creativo. Esto exige cambios en las metodologías. El aprendizaje debe hacerse a través de problemas abiertos con participación más activa de los estudiantes; mostrando la "teoría en acción" - mediante simulación virtual de ambientes, fenómenos y procesos reales, o vinculado a la práctica en problemas concretos de ingeniería química (learning by doing) -, a través de la cual se redescubran o verifiquen teorías, principios y leyes que conforman el nuevo cuerpo conceptual de la ingeniería química.

CONCLUSIÓN

"Resultaría difícil imaginar un mundo sin el desarrollo de la química y la ingeniería química, muchas de las comodidades que disfrutamos hoy no serían posibles sin ellas, sin la común aspirina, por no hablar de potentes drogas para el alivio o cura de enfermedades, sin las supercomputadoras, las fibras ópticas", tampoco lo más obvio, nuestra indumentaria diaria. La ingeniería química seguirá siendo insustituible en el mundo moderno, pues la industria de producción de sustancias químicas y materiales es un eslabón obligado en la cadena productiva no sólo de todas las demás actividades industriales sino también de muchas del sector de servicios. La ingeniería química no sólo tiene futuro sino que además es indispensable para el desarrollo de la tecnología electrónica, de la informática, de las comunicaciones, en fin de las tecnologías motrices de la quinta revolución industrial. - de acuerdo con la taxonomía del desarrollo tecnológico propuesta por Carlota Pérez ⁸.

REFERENCIAS

1. Beinstein, Jorge, "Prospectiva tecnológica: conceptos y métodos", en Eduardo Martínez (editor), "Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas", Nueva Sociedad, Caracas, 1994.
2. Arocena Rodrigo, "Acerca de la prospectiva (desde algunos países Latinoamericanos)", en Eduardo Martínez (editor), "Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología", Nueva Sociedad, Caracas, 1993.
3. Escorsa Pere, De la Puerta Enrique, "La estrategia tecnológica de la empresa: una visión de conjunto", Economía Industrial, Barcelona España, Septiembre-Octubre, 1991.
4. Lagowski, J.J., "Viewpoints: Chemist on Chemistry. Chemical Education: Past, Present and Future", Journal of Chemical Education, Vol. 75, N° 4, April 1998.
5. Reuben, B.G., Burstall, M.L., "The Chemical economy", Longman Group Limited, London, 1973.
6. Ibid
7. Ibid
8. Pérez, Carlota, "Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto", en Ominami Carlos (editor), "La tercera revolución industrial", grupo Editor Latinoamericano, 1986.

9. Landau, Ralph, "Education: Moving from Chemistry to Chemical Engineering and beyond", Chemical Engineering Progress, January, 1997.
10. Kropp, E.P., "The Chemical process industries: broadening the bases", Chemical Engineering Progress, January, 1997.
11. Ibid
12. Wei, James, "A century of changing paradigms in chemical engineering", CHEMTECH, May 1996.
13. Ibid
14. Ibid
15. Shinnar, Reuel, "The future of Chemical Engineering", Chemical Engineering Progress, September, 1991.
16. Sander, John H., "Chemical Engineering in the 80s: Turning problems into opportunities", Chemical Engineering Progress, February, 1981.
17. Shinnar, Reuel, "The future of the chemical industries", CHEMTECH, January, 1991.
18. Koch, David H. "The future: Benefiting from new tools, techniques, and teaching", Chemical Engineering Progress, January, 1997.
19. Ibid.
20. Shanley, Agnes, "Molecular modeling it's not just for chemist anymore", Chemical Engineering, January, 1996.
21. Ibid.
22. Crowe, Edward R., Vassiliadis, A. "Artificial Intelligence: Starting to realize its practical promise", Chemical Engineering Progress, January, 1995.
23. Bhagat, Phiz, "An introduction to neural nets", Chemical Engineering Progress, August, 1990.
24. Ondrey Gerald, Kim Irene, Parkinson Gerald, "Reactors for 21st century", Chemical Engineering, June, 1996.
25. Ibid
26. Ibid.
27. Chohey, N.P., Ondrey, G., Parkinson, G., "Microreactors find new niches", Chemical Engineering, March, 1997.
28. Gervasio G.J., Pelletier M.J., "Monitor with improved Raman spectroscopy" Chemical Engineering, February, 1997.
29. Diaz de los Rios, Manuel, "La ingeniería química en los albores del siglo XXI", Ingeniería Química, No 344, Marzo, 1998.
30. Ibid.

ANEXO IIa

*TEORÍA SOBRE EL DISEÑO DE
INSTRUMENTOS DE
RECOLECCIÓN DE DATOS*

DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Uno de los instrumentos más utilizados para recolectar datos es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir.

Importancia de los Cuestionarios.

Un cuestionario es un plan formalizado para recolectar datos de los encuestados. La función principal del cuestionario es la medición. Los cuestionarios pueden utilizarse para medir el comportamiento pasado, actitudes y características del encuestado.

Principales componentes de los Cuestionarios.

- Datos de Identificación: Nombre, Dirección, Número de teléfono, etc.
- Solicitud de Cooperación
- Instrucciones: entrevistado/entrevistador
- Encuesta propiamente dicha: información solicitada
- Datos de clasificación: generalmente al final, preguntas filtro.

Tipos de Cuestionarios.

Tres son los tipos principales de cuestionarios, los cuales se detallan a continuación: Directo estructurado, Directo no estructurado e Indirecto estructurado.

Pasos para el diseño del Cuestionario.

1. Revisar consideraciones preliminares
2. Decidir el contenido de las preguntas
3. Decidir sobre el formato de las respuestas
4. Decidir sobre la redacción de preguntas
5. Decidir la secuencia de las preguntas
6. Decidir sobre características Físicas
7. Reprueba, revisión y borrador final.

Formulación de preguntas para obtención de información.

Son dos los tipos de preguntas más importantes y varían según el formato de respuesta las cuales se definen como preguntas de respuestas no estructurada (o abiertas) y estructuradas (o cerradas).

- **Preguntas Cerradas**

Ventajas:

Son fáciles de codificar y preparar para su análisis. Asimismo, estas preguntas requieren de un menor esfuerzo por parte de los respondientes.

Responder un cuestionario de preguntas cerradas toma menos tiempo que contestar a uno de preguntas abiertas.

Desventajas:

La principal desventaja de las preguntas cerradas reside en que limitan las respuestas de la muestra y en ocasiones, ninguna de las categorías describe con exactitud lo que las personas tienen en mente.

- **Preguntas Abiertas**

Ventajas:

Son particularmente útiles cuando no tenemos información sobre las posibles respuestas de las personas o cuando esta información es insuficiente. Sirven en situaciones donde se desea profundizar una opinión o los motivos de un comportamiento.

Desventajas:

Las preguntas abiertas son más difíciles de codificar, clasificar, y preparar su análisis, pueden presentarse sesgos derivados de distintas fuentes.

La elección del tipo de preguntas que contenga el cuestionario depende del grado en que se pueden anticipar las posibles respuestas, los tiempos de que se disponga para codificar y si se quiere una respuesta más precisa o profundizar en alguna cuestión.

ANEXO IIb

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO

Por:
Sandra Verónica Ávalos Aguirre
Juan Manuel Pérez Gómez
José Eduardo López Ramírez

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Cuestionario N°

Código

A nombre de la Universidad de El Salvador agradecemos de antemano su colaboración al responder a la presente encuesta cuyo fin es obtener elementos útiles para realizar la próxima actualización curricular de la carrera de Ingeniería Química.

1. ¿En qué Universidad obtuvo su título profesional?

UCA

UES

UPES

Universidad Extranjera

Especifique:

2. ¿En qué año se graduó como Ingeniero Químico?

3. ¿Ha realizado estudios de post-grado?

Sí ()

No ()

Si la respuesta es si, Especifique:

Doctorado () País _____

Universidad: _____

Nombre(s) de Doctorado(s):

Maestría () País: _____

Universidad: _____

Nombre(s) de Maestría(s):

Diplomado () País: _____

Universidad: _____

Nombre(s) de Diplomado(s):

Otros estudios de Post-grado () País: _____

Universidad: _____

Nombre(s) de Post-grado(s)

Otra licenciatura o Ing. Universitaria () País: _____

Universidad: _____

Nombre(s) de Licenciatura(s) o Ing. Universitaria(s):

4. ¿En qué momento obtuvo su primer empleo como Ingeniero Químico?

Antes de graduarse ()

Durante el primer año después de graduarse ()

Más de un año después de graduarse ()

Nunca ha ejercido como Ingeniero Químico ()

5. ¿Cargo que desempeña actualmente? _____

6. ¿Durante su trayectoria como Ingeniero Químico en cuántas empresas o Instituciones relacionadas con la profesión ha laborado? _____

7. Describa la secuencia de cargos que ha desempeñado desde su primer empleo profesional.

8. Según su actividad económica actual elija entre las siguientes opciones:

Empresario ()

Empleado ()

Desempleado ()

9. ¿Se desempeña actualmente en más de un solo empleo?

No Si

Si su respuesta es afirmativa especifique en que otras empresas trabaja, indicando cual es su función o cargo:

10. Priorice según su importancia en orden numérico ascendente (del 1 al 12) las áreas que considere importantes del plan de estudios de Ingeniería Química, según las necesidades del Mercado Laboral Actual (Puede asignar igual prioridad a más de un área):

Área Básica

Fisicoquímica	_____
Termodinámica	_____
Balance de Masa y Energía	_____
Procesos Unitarios	_____
Operaciones Unitarias	_____
Ingeniería de Procesos Industriales	_____
Análisis Químico	_____

Áreas Complementarias

Programación y Manejo de Software	_____
Humanística Social	_____
Microbiología y Bioquímica	_____
Económica-Administrativa	_____
Investigación y Formulación de Proyectos	_____

11. Del siguiente listado, marque las que considere indispensables como conocimientos adicionales para un Ingeniero Químico, y cuales domina.

	<i>Indispensable</i>	<i>Deseable</i>	<i>La domina</i>
• Conocimientos Administrativos	()	()	()
• Conocimientos Financieros	()	()	()
• Dominio del Idioma Inglés	()	()	()
• Dominio de otro(s) idiomas	()	()	()
• Manejo de paquetes de computación	()	()	()
• Programación de computadoras	()	()	()

- Técnicas de comunicación oral y escrita () () ()
- Conocimientos de Electricidad () () ()
- Conocimientos de Mecánica Industrial () () ()
 - Otras habilidades(especifique):
 _____ () () ()
 _____ () () ()

12. Señale con una x, las competencias de trabajo en Ingeniería Química que considera usted que son ocupadas también por otros profesionales, y qué profesionales considera que son los que principalmente ocupan estos puestos de trabajo

<i>Campo de Trabajo</i>		<i>Tipo de Profesional</i>
Ingeniero de Procesos		
Ingeniero en Aseguramiento de Calidad		
Ingeniero de Diseño de Plantas		
Gestor de Calidad		
Gestor Medio Ambiental		
Vendedor Técnico		
Investigación y Desarrollo de Productos		
Investigación y Desarrollo de Procesos		

13. De acuerdo a la siguiente escala ¿Cómo calificaría su satisfacción en virtud de ser un profesional de la Ingeniería Química? (Marque el cuadro con una X)

Muy Insatisfecho 1 2 3 4 5 *Altamente Satisfecho*

Sexo: Masculino () Femenino ()

Agradecemos su valioso tiempo y su disposición por colaborar con esta investigación

“Hacia la Libertad por la Cultura”

Universidad de El Salvador

MERCADO LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO

Por:
Sandra Verónica Ávalos Aguirre
Juan Manuel Pérez Gómez
José Eduardo López Ramírez

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Cuestionario N°

Código

A nombre de la Universidad de El Salvador agradecemos de antemano su colaboración al responder a la presente encuesta cuyo fin es obtener elementos útiles para realizar la próxima actualización curricular de la carrera de Ingeniería Química.

1. Nombre de la Organización o Empresa: _____

2. ¿Cuál es la actividad a la que se dedica la empresa?

Manufactura ()

Comercio ()

Servicio ()

3. ¿Cuáles son los productos o servicios que comercializa, manufactura o brinda?

4. ¿Laboran en su empresa Ingenieros Químicos?

Si ()

No ()

Si su respuesta es negativa favor pasar a la pregunta 13

5. ¿Cuántos Ingenieros Químicos de la Universidad de El Salvador laboran en la Organización?

6. ¿Cuántos Ingenieros Químicos de otras Universidades?

7. Señale con una X las áreas de la empresa u organización en las cuales se desempeñan los Ingenieros Químicos

Producción	()	Laboratorio de Análisis	()
Ventas	()	Administración	()
Supervisión de Planta	()	Control de Calidad	()
Seguridad de Industrial	()	Control Automático de Procesos	()
Gestión Ambiental	()	Consultoría	()
Otras (especifique):			
_____	()	_____	()
_____	()	_____	()

8. La empresa o institución ¿Contrata preferentemente Ingenieros Químicos que hallan realizado estudios de post-grado?

Si () No ()

Si contestó afirmativamente, priorice las tres áreas más importantes asignando el número uno (1) a la que considera de mayor valor.

Control Automático de Procesos	()	Seguridad Industrial	()
Medio Ambiente	()	Administración de Empresas	()
Ingeniería de Calidad	()	Mercadeo y Ventas	()
Otras (especifique):			
_____	()	_____	()

9. A continuación clasifique entre “deseable”, “indispensable” e “indiferente” los conocimientos complementarios esperados en los Ingenieros Químicos.

	<i>Indispensable</i>	<i>Deseable</i>	<i>Indiferente</i>
Conocimientos de Administración	()	()	()
Conocimientos sobre Comercialización	()	()	()
Dominio del Idioma Ingles	()	()	()
Dominio de Otros Idiomas	()	()	()
Manejo de paquetes de computación	()	()	()
Programación de computadoras	()	()	()
Excelente Ortografía y Redacción	()	()	()
Habilidad para hablar en Público	()	()	()
Otras(especifique):			
_____	()	()	()
_____	()	()	()

10. ¿Es la edad un factor determinante para la contratación de un Ingeniero Químico?

Si () No () Depende del Cargo ()

11. ¿Cuál es la edad máxima aceptable para que un Ingeniero Químico se inicie en esta empresa o institución?

12. Según las características de cada área especificada a continuación, seleccione si es deseable, hombre, mujer o es indiferente.

	Hombre	Mujer	Indiferente
MANUFACTURA			
Producción	()	()	()
Mantenimiento	()	()	()
Supervisión	()	()	()
Aseguramiento de Calidad	()	()	()
Seguridad Industrial	()	()	()
Gestión Ambiental	()	()	()
Control Automático de procesos	()	()	()
Administración	()	()	()
Investigación y Desarrollo	()	()	()
Comercialización	()	()	()

	Hombre	Mujer	Indiferente
COMERCIO			
Ventas	()	()	()
Soporte Técnico	()	()	()
Mercadeo	()	()	()
Cargos Administrativos	()	()	()

	Hombre	Mujer	Indiferente
SERVICIOS			
Ventas	()	()	()
Asesoría Técnica	()	()	()
Consultoría	()	()	()
Gestión de Proyectos	()	()	()
Docencia- Investigación	()	()	()
Laboratorio de Análisis Químico	()	()	()
Cargos Administrativos	()	()	()
Mantenimiento	()	()	()

13. En los siguientes cargos marque los tipos de profesionales que se desempeñan según se aplique (Nota: en caso de que alguno de estos cargos no exista en su organización elija la casilla “No Aplica”)

<i>Area</i>	<i>Ing. Industrial</i>	<i>Ing. Mecánico</i>	<i>Ing. Eléctrico</i>	<i>Ing. en Alimentos</i>	<i>Lic. en Química</i>	<i>Ing. Agro-Industrial</i>	<i>Ing. Químico</i>	<i>No Aplica</i>
<i>Control de Calidad</i>								
<i>Producción</i>								
<i>Administración</i>								
<i>Mercadeo</i>								
<i>Gerencia Técnica</i>								
<i>Ventas</i>								
<i>Laboratorio</i>								
<i>Gestión Ambiental</i>								

Agradecemos su valioso tiempo y disposición para colaborar en esta investigación

“Hacia la Libertad por la Cultura”

Universidad de El Salvador

ANEXO IIIa

*INGENIEROS QUÍMICOS
GRADUALDOS O INCORPORADOS
EN UNIVERSIDADES NACIONALES
HASTA AÑO 2000*

Cuadro IIIa.5

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE EL SALVADOR

AÑO	N° DE GRADUADOS	% DE GRADUADOS	HOMBRES	MUJERES
1984	14	24.56	5	9
1985	12	21.05	7	5
1986	8	14.04	7	1
1987	8	14.04	1	7
1988	9	15.79	3	6
1989	4	7.02	4	0
1990	2	3.51	1	1
TOTAL	57	100.00	28	29

Cuadro IIIa.6

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA "JOSÉ SIMEÓN CAÑAS"

AÑO	N° DE GRADUADOS	% DE GRADUADOS	HOMBRES	MUJERES
1972	3	0.87	3	0
1973	0	0.00	0	0
1974	4	1.17	1	3
1975	8	2.33	8	0
1976	17	4.96	10	7
1977	7	2.04	1	6
1978	15	4.37	12	3
1979	5	1.46	3	2
1980	13	3.79	6	7
1981	6	1.75	5	1
1982	3	0.87	2	1
1983	8	2.33	5	3
1984	19	5.54	8	11
1985	33	9.62	21	12
1986	17	4.96	10	7
1987	17	4.96	7	10
1988	9	2.62	4	5
1989	3	0.87	2	1
1990	18	5.25	11	7
1991	8	2.33	2	6
1992	13	3.79	5	8
1993	17	4.96	9	8
1994	6	1.75	3	3
1995	10	2.92	9	1
1996	15	4.37	6	9
1997	13	3.79	8	5
1998	13	3.79	8	5
1999	20	5.83	9	11
2000	19	5.54	10	9
2001	5	1.46	2	3
TOTAL	344	100.00	190	154

Cuadro IIIa.1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UES	Doctorado en Química Industrial	
AÑO	N° DE GRADUADOS	% DE GRADUADOS
1970	3	15.79
1971	9	47.37
1972	1	5.26
1973	0	0.00
1974	2	10.53
1975	4	21.05
TOTAL	19	100.00

Cuadro IIIa.2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UES	Licenciatura en Química Industrial	
AÑO	N° DE GRADUADOS	% DE GRADUADOS
1970	9	25.00
1971	14	38.89
1972	1	2.78
1973	2	5.56
1974	6	16.67
1975	4	11.11
TOTAL	36	100.00

Cuadro IIIa.3

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AÑO	N° DE GRADUADOS	% DE GRADUADOS	HOMBRES	MUJERES
Antes de 1970	2	0.67	2	0
1970	1	0.34	1	0
1971	5	1.68	5	0
1972	2	0.67	2	0
1973	0	0.00	0	0
1974	6	2.01	6	0
1975	14	4.70	6	8
1976	12	4.03	8	4
1977	5	1.68	4	1
1978	19	6.38	14	5
1979	17	5.70	9	8
1980	16	5.37	11	5
1981	0	0.00	0	0
1982	18	6.04	16	2
1983	17	5.70	13	4
1984	7	2.35	7	0
1985	12	4.03	8	4
1986	10	3.36	9	1

Cuadro IIIa.4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AÑO	N° DE GRADUADOS	% DE GRADUADOS	HOMBRES	MUJERES
1987	5	1.68	2	3
1988	9	3.02	1	8
1989	5	1.68	3	2
1990	5	1.68	2	3
1991	8	2.68	8	0
1992	17	5.70	6	11
1993	6	2.01	2	4
1994	17	5.70	9	8
1995	14	4.70	11	3
1996	5	1.68	2	3
1997	4	1.34	3	1
1998	3	1.01	3	0
1999	9	3.02	5	4
2000	17	5.70	8	9
2001	11	3.69	3	8
TOTAL	298	100.00	189	109

ANEXO IIIb

*LISTADO DE EMPRESAS RELACIONADAS CON LA
INDUSTRIA DE PROCESO QUÍMICO EN EL SALVADOR,
SEGÚN SELECCIÓN A PARTIR DE CENSO DE 1999 DE LA
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS
(DYGESTIC)*

ANEXO IV

*CÁLCULO DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS
APLICADOS EN EL ANÁLISIS DE DATOS*

a) **Determinación de Error para muestra de los profesionales de Ingeniería Química encuestados.**

$$E = Z \sqrt{\left[\frac{(W_1 S_1^2) + (W_2 S_2^2)}{n} \right] - \left[\left(\frac{1}{N} \right) ((W_1 S_1^2) + (W_2 S_2^2)) \right]}$$

donde:

$$n = 102$$

$$W_1 = 0.596 \quad W_2 = 0.404$$

$$S_1^2 = 0.2506 \quad S_2^2 = 0.2508$$

$$Z = 1.96$$

$$N = 753$$

$$E = 1.96 \sqrt{\left[\frac{(0.596 * 0.2506) + (0.404 * 0.2508)}{102} \right] - \left[\left(\frac{1}{753} \right) ((0.596 * 0.2506) + (0.404 * 0.2508)) \right]}$$

$$E = 0.0904$$

$$E = 9.04\%$$

b) Determinación de Error para muestra de las Empresas encuestadas que contratan Ingenieros Químicos

$$E = Z \sqrt{\left[\frac{\sum_{n=1}^L W_n S_n^2}{n + \left(\frac{1}{N}\right) \left(\sum_{n=1}^L W_n S_n^2\right)} \right]}$$

donde:

$$\sum_{n=1}^L W_n S_n^2 = 0.25358$$

$$Z = 1.96$$

$$N = 390$$

$$n = 136$$

$$E = \sqrt{\frac{0.25358}{136 + \left(\frac{1}{390}\right)(0.25358)}}$$

$$E = 0.0683$$

$$E = 6.83 \%$$

c) **Calculo de la estimación de la población total de ingenieros químicos.**

$$Pst = \frac{1}{N}(N_1P_1 + N_2P_2 + \dots + N_iP_i) \quad \text{ec. C.1}$$

$$Pst \pm 1.65 \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^i N_i^2 \left(\frac{N_i - n_i}{N_i} \right) \left(\frac{p_i q_i}{n_i - 1} \right)} \quad \text{ec. C.2}$$

Partiendo de la población inicial conocida $N = 753$

Donde : $N_1 = 449$

$N_2 = 304$

$n_1 = 61$

$n_2 = 41$

$p_1 = 0.1475$

$p_2 = 0.048$

Nota: las proporciones p_1 y p_2 presentadas corresponden a las proporciones obtenidas para profesionales extranjeros (según la muestra). (ver cuadro 3.1)

Sustituyendo en ec c1 se obtiene que el pst es : 10.77

Y sustituyendo en ec2 el intervalo es de: 4.7

Este 10.77% representan de la población de 753 a 81.0 Ingenieros Químicos graduados en el extranjero que se esperaba se encuentren laborando en el mercado.

ANEXO V

*EJEMPLO DE CÁLCULO: ESTIMACIÓN
ESTADÍSTICA DE INTERVALOS DE CONFIANZA
POBLACIONALES PARA EL GÉNERO COMO
FACTOR DE CONTRATACIÓN DE INGENIEROS
QUÍMICOS EN EL MERCADO LABORAL*

Ejemplo de calculo de Intervalo de Confianza poblacional para el parámetro de genero como factor importante para la contratación de los Ingenieros Químicos encuestados(Cuadro 4.7)

Para un 90% de confianza, el valor de $Z= 1.65$ (valor de tabla)

Ejemplo de calculo para área de producción y sector Manufactura, (genero hombre):

Proporción de hombres:

$$P = \frac{n}{N}$$

$$Q = 1 - P$$

donde: P = Proporción

n = numero de respuestas afirmativas,

en los cuadros, que se presentan X representa a hombres y Y a mujeres

N = numero total poblacional

Intervalo de confianza:

$$IC = \frac{\sqrt{\frac{PQ}{N-1}}}{N}$$

datos:

$$n = 8$$

$$N = 21$$

$$P = \frac{8}{21} = 0.3810$$

por lo tanto

$$Q = 1 - 0.3810$$

$$Q = 0.6190$$

De ahí que:

$$IC = \frac{\sqrt{\frac{(0.3810)(0.6190)}{21-1}}}{21}$$

$$IC = 0.0085$$

ANEXO VI

*PLANES DE ESTUDIO: 1967, 1973, 1978, 1978R Y
1998, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
QUÍMICA (Referencia: Archivos de la Escuela de
Ingeniería Química, FIA, UES)*