



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

## **IDENTIFICACIÓN DE CAMPOS DE ACCIÓN, ROLES OCUPACIONALES Y PUESTOS LABORALES DEL INGENIERO QUÍMICO, HACIA EL 2022**

**Claudia Maritza Chang Morales**

Asesorado por el Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía

Guatemala, enero de 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IDENTIFICACIÓN DE CAMPOS DE ACCIÓN, ROLES  
OCUPACIONALES Y PUESTOS LABORALES DEL  
INGENIERO QUÍMICO, HACIA EL 2022**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CLAUDIA MARITZA CHANG MORALES**

ASESORADO POR EL INGENIERO WILLIAMS GUILLERMO ÁLVAREZ MEJÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, ENERO DE 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl De León De Paz
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **IDENTIFICACIÓN DE CAMPOS DE ACCIÓN, ROLES OCUPACIONALES Y PUESTOS LABORALES DEL INGENIERO QUÍMICO, HACIA EL 2022,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, el cuatro de julio de dos mil seis.

Claudia Maritza Chang Morales

Ref. WGM. TE. ASE. 00013.2006-10-05  
Guatemala, 05 de octubre del 2006

Señor  
Director  
Escuela de Ingeniería Química  
Presente.

Estimado Director:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado el informe final de graduación de la estudiante CLAUDIA MARITZA CHANG MORALES, carné No. 2001-12419, titulado: **"IDENTIFICACIÓN DE CAMPOS DE ACCIÓN, ROLES OCUPACIONALES Y PUESTOS LABORALES DEL INGENIERO QUÍMICO, HACIA EL 2022"**, el cual he asesorado y aprobado.

Agradeciendo la atención a la presente, le saluda respetuosamente,



Ing. Williams G. Alvarez Mejia, M.Sc.;  
Profesor Titular IX  
Área de Operaciones Unitarias

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

"Todo por ti Carolingia Mía"  
Dr. Carlos Martínez Durán  
2006: Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 25 de octubre de 2,006.

Ingeniero  
Williams Guillermo Álvarez Mejía  
Director Escuela Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez.

Informo a usted que he revisado el Informe final del trabajo de Graduación titulado:  
**"IDENTIFICACIÓN DE CAMPOS DE ACCIÓN, ROLES OCUPACIONALES Y  
PUESTOS LABORALES DEL INGENIERO QUÍMICO HACIA EL 2022"** de la  
estudiante **Claudia Maritza Chang Morales**.

Luego de la revisión efectuada, considero que la propuesta llena los requisitos para  
su aprobación.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Teresa Lisely de León Morales  
REVISOR



ESCUELA DE  
INGENIERIA QUIMICA

c.c archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mijia Después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe del Departamento al trabajo de Graduación de la estudiante **Claudia Maritza Chang Morales** titulado: **"IDENTIFICACIÓN DE CAMPOS DE ACCIÓN, ROLES OCUPACIONALES Y PUESTOS LABORALES DEL INGENIERO QUÍMICO, HACIA EL 2022"** procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía  
DIRECTOR  
ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA



Guatemala, enero 2,007

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG. 006.2007

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **IDENTIFICACIÓN DE CAMPOS DE ACCIÓN, ROLES OCUPACIONALES Y PUESTOS LABORALES DEL INGENIERO QUÍMICO, HACIA EL 2022**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia Maritza Chang Morales**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, enero de 2007

/gdech



## **AGRADECIMIENTO A**

- DIOS** Por haberme dado la oportunidad de culminar un paso más de mi formación académica.
- MI MADRE** Quien me dio todo el apoyo necesario y me alentó a concluir el presente trabajo de graduación.
- MI PADRE** Por alentarme a avanzar cada día más.
- MIS HERMANOS** Por su apoyo incondicional.
- JUAN CARLOS BURATTI** Gracias mi amor, por haberme apoyado en la realización del presente trabajo de graduación.
- FACULTAD DE INGENIERÍA** Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.





# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	V
<b>GLOSARIO</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	IX
<b>OBJETIVOS</b> .....	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	XIII
<b>1. LA INGENIERÍA QUÍMICA</b> .....	1
1.1 Historia de la ingeniería química.....	1
1.2 Paradigmas actuales de la ingeniería química.....	3
<b>2. EL FUTURO DE LA INGENIERÍA QUÍMICA</b> .....	5
2.1 Nuevos paradigmas de la ingeniería química.....	5
2.2 Retos y oportunidades futuras.....	7
2.3 Nuevas tecnologías.....	11
2.3.1 Simulación molecular.....	12
2.3.2 Simulación dinámica.....	12
2.3.3 Sistemas expertos.....	13
2.3.4 Redes neuronales.....	14
2.3.5 Lógica difusa.....	15
2.3.6 Algoritmos genéticos.....	15
2.3.7 Reactores multifuncionales.....	16
2.3.8 Micro-reactores.....	16
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	19
3.1 Metodología para la clasificación de la industria donde se desenvuelve el ingeniero químico colegiado activo.....	20

3.2	Metodología para la identificación de los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales de la ingeniería química.....	21
3.3	El método Delphi.....	22
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1	Clasificación de la industria donde se desenvuelve el ingeniero químico colegiado activo.....	27
4.1.1	Clasificación de la industria donde trabaja el profesional colegiado activo, de la carrera de ingeniería química en Guatemala según el Código Industrial Internacional.....	27
4.1.2	Clasificación de la industria donde trabaja el profesional colegiado activo, de la carrera de ingeniería química en Guatemala, según su ubicación geográfica.....	34
4.1.3	Sectorización de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo, en Guatemala.....	35
4.2	Campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales de la Ingeniería química.....	36
4.2.1	Campos de acción actuales de la ingeniería química en Guatemala.....	36
4.2.2	Roles ocupacionales actuales de la Ingeniería química en Guatemala.....	37
4.2.3	Puestos laborales de los ingenieros químicos en Guatemala.....	38
4.2.4	Futuros campos de acción para la ingeniería química en Guatemala.....	39
4.2.5	Roles ocupacionales de los ingenieros químicos en Guatemala, para el 2022.....	41
4.2.6	Especialidades de los ingenieros químicos en Guatemala, para el 2022.....	42

<b>CONCLUSIONES</b> .....	43
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47
<b>REFERENCIAS</b> .....	49
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	51
<b>APÈNDICE</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	57



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Diagrama de la secuencia metodológica del método Delphi	25
---	---	----

## TABLAS

I.	Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo, por medio del CIIU versión tres.	28
II.	Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo, por medio del CIIU versión tres. (Continuación)	29
III.	Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo, por medio del CIIU versión tres. (Continuación)	30
IV.	Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo, por medio del CIIU versión tres. (Continuación)	31
V.	Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo, por medio del CIIU versión tres. (Continuación)	32
VI.	Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo, por medio del CIIU versión tres. (Continuación)	33
VII.	Clasificación geográfica de la industria de procesamiento de materiales donde trabaja el ingeniero químico colegiado, en Guatemala	34
VIII.	Sectorización de la industria de procesamiento de materiales donde trabaja el ingeniero químico colegiado, en Guatemala	35
IX.	Campos de acción donde se desarrollan actualmente los ingenieros químicos, en Guatemala	37
X.	Roles desempeñados por los ingenieros	38

químicos, en Guatemala	
XI. Puestos laborales que ocupan actualmente los ingenieros químicos, en Guatemala	39
XII. Campos de acción de los ingenieros químicos, en Guatemala hacia el 2022	40
XIII. Roles ocupacionales para la ingeniería química, en Guatemala en el 2022	41
XIV. Especialidades que necesitarán los ingenieros químicos, en el 2022 en Guatemala	42

## GLOSARIO

<b>Campo de acción</b>	Sector de la actividad económica que supone la movilización de un encadenamiento productivo, significativo por su capacidad de generar productos, ingresos y empleo.
<b>CIIU</b>	Código Industrial Internacional Uniforme
<b>Ingeniería Química</b>	Profesión en la cual el conocimiento de la matemática, química y otras ciencias básicas, ganados por el estudio, la experiencia y la práctica, es aplicado con juicio para desarrollar maneras económicas de usar materiales y energía, para el beneficio de la humanidad.
<b>Método Delphi</b>	Método que se aplica en la determinación perspectiva de la composición de un sistema, ya sea como previsión del comportamiento de variables conocidas, o en la búsqueda de posibles variables que compongan dicho sistema.
<b>Rol ocupacional</b>	Distintas ocupaciones en que se desempeñan los trabajadores de una empresa. El término se refiere al conjunto de actividades que se realizan.

**Puesto laboral**

Posición dentro de la organización de la empresa. Esta posición indica la responsabilidad que se tiene en el proceso de producción y en el proceso de trabajo.

## RESUMEN

Se realizó un estudio prospectivo hacia el año 2022 acerca de los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales del ingeniero químico en Guatemala. Dicho estudio se llevó a cabo mediante la metodología Delphi. Para este fin fue necesaria la realización de un análisis estadístico, cuya muestra la constituyeron los profesionales de la carrera de ingeniería química, que trabajan dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y en el Centro Universitario del Sur (Cunsur).

Asimismo, fue analizada la industria donde se desarrolla actualmente el ingeniero químico colegiado en Guatemala, mediante entrevistas telefónicas a establecimientos industriales del país que se encuentran en la encuesta industrial de energía y minas del año 1988, escogidos al azar.

Se determinó que la biotecnología, la nanotecnología y la química ambiental entre otros, serán los principales campos de acción del ingeniero químico del 2022.



# OBJETIVOS

- **GENERALES**

1. Identificar los campos de acción, puestos laborales y roles ocupacionales, tanto actuales como sus tendencias hacia el año 2022, del ingeniero químico en Guatemala, según los profesionales de la carrera de ingeniería química que trabajan dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Determinar el tipo de industria en la cual el ingeniero químico colegiado, ejerce actualmente la profesión dentro del territorio de la república de Guatemala.

- **ESPECÍFICOS**

1. Determinar mediante encuesta de opinión los campos de acción a nivel macro, en donde se desarrolla actualmente el profesional de ingeniería química que trabaja dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, e identificar los roles ocupacionales y puestos laborales.

2. Determinar por medio de una modificación del método Delphi, los posibles retos y desafíos de la ingeniería química hacia el año 2022, en el mundo globalizado y específicamente en Guatemala, y plantear las posibles tendencias de los campos de acción y de los roles ocupacionales del ingeniero químico.
  
3. Identificar las posibles especialidades que necesitará el profesional de la carrera de ingeniería química en Guatemala, para cumplir sus roles y desarrollarse en los campos de acción futuros.
  
4. Determinar por medio de información estadística el tipo de industria donde se desarrolla actualmente el profesional colegiado activo, de la carrera de ingeniería química en Guatemala de acuerdo al Código Industrial Internacional Uniforme – CIU- versión tres, así como su ubicación geográfica y el sector al cual pertenece dicha industria.

## INTRODUCCIÓN

Hasta el día de hoy, la ingeniería química se encuentra estructurada alrededor de dos paradigmas esenciales, que fueron establecidos como etapas de evolución y estructuración de un sistema de conocimientos sobre fenómenos y procesos vinculados a la elaboración de sustancias y materiales.

Si bien los dos paradigmas actuales han posibilitado la solución de muchos problemas en la ingeniería química, su universo de aplicación está limitado a los procesos químicos convencionales. Desde las ciencias básicas: química, física y biología, se han venido configurando nuevos paradigmas que ampliarán el universo de la ingeniería química.

Al ampliarse el universo de aplicación de la ingeniería química, lo harán también los campos de acción del profesional de la carrera. Los expertos internacionales opinan que habrá un gran impulso en los campos de acción del ingeniero químico, tanto a nivel internacional como nacional, en las áreas de biotecnología, procesamiento de nuevos materiales, producción limpia, genética, entre otras.

Este trabajo pretende identificar los posibles futuros campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales del ingeniero químico en Guatemala.



# 1. LA INGENIERÍA QUÍMICA

La constitución del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE, por sus siglas en inglés) define la Ingeniería Química como la profesión en la cual el conocimiento de la matemática, química y otras ciencias básicas, ganados por el estudio, la experiencia y la práctica, es aplicado con juicio para desarrollar maneras económicas de usar materiales y energía para el beneficio de la humanidad. (5)

## 1.1 Historia de la Ingeniería Química

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. (5)

En 1888, George E. Davis definió la ingeniería química y las operaciones unitarias por primera vez en su publicación titulada "*A Handbook of Chemical Engineering*". En ese mismo año el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) inició un programa opcional de ingeniería química con el primer currículo reconocido en el mundo, creado por el profesor Lewis Mills Norton.

A finales del siglo XIX se dieron los primeros intentos de explotar el caucho natural y la celulosa. Mientras estas industrias crecían, los materiales poliméricos eran sustancias prácticamente desconocidas desde el punto de vista teórico. En 1918 Hermann Staudinger realizó los primeros intentos de construir un cuerpo teórico coherente sobre las macromoléculas, esa partir de éstas investigaciones que las industrias químicas dedican esfuerzos y recursos al desarrollo de nuevos materiales sintéticos.

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 de 1930 el florecimiento de un nuevo subsector: la industria de los polímeros sintéticos. 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 inusitados.

Mientras la ingeniería química despegaba en Estados Unidos, en Inglaterra fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial que se reconoció su valor como una profesión distinta. Este cambio fue impulsado en gran parte por la expansión de la industria del petróleo. La primera refinería de Inglaterra (y la más grande) fue construida por Esso en Fawley después de la guerra, en 1945.

Desde la época de la posguerra hasta ahora, la ingeniería química no ha dejado de evolucionar y, sobre todo, de acusar una lógica y profunda sensibilidad a los rápidos cambios que se producen en su entorno con los que se genera una fuerte interacción.

## **1.2 Paradigmas actuales de la Ingeniería Química**

Toda disciplina científica tiene su propio conjunto de problemas y métodos sistemáticos para solucionarlos, es decir, su paradigma. La ingeniería química no es una excepción. Desde su nacimiento en el siglo pasado, su modelo intelectual básico ha experimentado una serie de cambios dramáticos. (4)

El primer paradigma para la disciplina se basó en el concepto unificador de las operaciones unitarias", propuesto por Arthur D. Little en 1915. Se desarrolló en respuesta a la necesidad de la producción económica en gran escala de productos primarios. Dicho concepto sostenía que todo proceso de manufactura química podía resolverse en una serie coordinada de operaciones tales como pulverización, desecación, calcinación, cristalización, filtración, evaporación, destilación, electrólisis y así sucesivamente. (5)

Durante este periodo de desarrollo de las operaciones unitarias se introdujeron o perfeccionaron otros instrumentos analíticos clásicos de la ingeniería química. Entre estos se incluían los estudios del balance material y energético de los procesos y de las bases termodinámicas de los sistemas de multicomponentes. (5)

El pináculo de la dominación americana en la industria química después de la Segunda Guerra Mundial vio el gradual agotamiento de la investigación sobre operaciones unitarias convencionales. Esto condujo a un segundo paradigma para la ingeniería química, iniciado por el avance de la ingeniería científica. Descontentos con la descripción empírica del funcionamiento de los equipos de procesamiento, los ingenieros químicos empezaron a reexaminar las operaciones unitarias desde un punto de vista más fundamental. Consideraron 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. Apareció así una corriente manifiesta en la educación y en la investigación en ingeniería química, que buscaba explicaciones moleculares para los fenómenos macroscópicos. El evento histórico que capturó esta tendencia y dio nacimiento al segundo gran paradigma de la ingeniería química lo constituyó la publicación en 1960 del libro “Fenómenos de Transporte”, de Bird y Lightfoot. Ésta publicación ofrecía una lógica distinta para el análisis y estudio de los fenómenos físico-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 afinó la concepción sistémica de las industrias de procesos químicos. (5)

## **2. FUTURO DE LA INGENIERÍA QUÍMICA**

### **2.1 Nuevos paradigmas de la ingeniería química**

Si bien los paradigmas actuales han posibilitado la solución de muchos problemas en ingeniería química, su universo de aplicación está limitado a procesos químicos convencionales. Desde las ciencias básicas: química, física y biología, hoy en día se vienen configurando fundamentos científicos para estructurar 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. (2)

Un nuevo 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 paradigma podría interpretarse como una teoría generalizada del segundo paradigma, 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. (4)

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 de este paradigma. Con los instrumentos analíticos y matemáticos de dicho 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. (4)

La biología molecular y la ingeniería genética ofrecen conocimientos que pueden ser la base para construir otro nuevo paradigma de la ingeniería química. Este paradigma analizaría y estudiaría 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 resultan de procesos biológicos, entre otras ventajas permitiría la producción limpia y sostenible ambientalmente de sustancias y materiales biodegradables, intensivos en información y ahorradores 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, podría verse como una población de microunidades de transformación - células, microorganismos- confinadas en un macroequipo mecánico. (4)

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". (4)

## **2.2 Retos y oportunidades futuras**

Son muchos los problemas y retos que enfrenta la industria de procesos químicos convencionales y también son numerosas las oportunidades que le ofrecen nuevos conocimientos en las ciencias básicas. 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. (2)

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 expresadas 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 ofrece 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. (2)
  
- Desarrollo de procesos que utilicen nuevas materias primas y de más baja calidad. 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 bajas; podría pensarse en el carbón, gas, minerales o la biomasa como nuevas fuentes de materias primas para los procesos químicos y bioprocesos del futuro. (2)

- 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". (2)
- 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. (2)
- 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 sobre produzcan 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. (2)

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

- El desarrollo de productos y materiales ambientalmente aceptables como: combustibles, sustitutos de compuestos fluorocarbonados y materiales poliméricos no contaminantes o reciclables. (2)
- 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. (2)
- El desarrollo y 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, reactivos para diagnósticos, lubricantes sintéticos, catalizadores, polímeros de alto desempeño, pigmentos, tintas, aditivos, sabores, fragancias y drogas. (2)

### **2.3 Nuevas 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 tecnologías. (2)

La primera herramienta que ha transformado la práctica de la ingeniería química más que cualquiera otra en el pasado, es la computadora. Esta modificación se observa en el diseño, operación rutinaria y en las comunicaciones. La increíble velocidad y capacidad de procesamiento de las computadoras 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. (2)

### **2.3.1 Simulación molecular**

La computadora 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. (2)

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 solo 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. (2)

### **2.3.2 Simulación dinámica**

La introducción del computador en las plantas de procesos químicos también ha permitido 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. (2)

### **2.3.3 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. (2)

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 juicios. (2)

Otra aplicación está en el análisis de alarma y manejo de situaciones anormales de operación en planta. 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. (2)

### **2.3.4 Redes neuronales**

Las redes neuronales son excelentes candidatas para resolver un amplio rango de problemas en la industria química. Entre ellos se puede mencionar el reconocimiento de patrones y análisis de composición química, interpretación cualitativa de datos de procesos, detección de fallas de sensores, modelación, caracterización y optimización de unidades de procesos. Las redes neuronales imitan procesos de aprendizaje humano. (2)

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. 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. (2)

### **2.3.5 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. (2)

### **2.3.6 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. (2)

### **2.3.7 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. (2)

### **2.3.8 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. (2)

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 acoplados a otras microunidades para intercambio de calor y transporte de fluidos. Estas plantas se montan en módulos de cerca de un pie cuadrado, y son controladas por computador con brazos robóticos para alimentar a los microrreactores y sacar muestras para análisis. (2)



## 2. METODOLOGÍA

Se realizó una investigación acerca de la proyección hacia el año 2022 de los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales del ingeniero químico en Guatemala. Ésta investigación se llevó a cabo mediante:

- Consultas bibliográficas
- Entrevistas telefónicas para la realización de análisis estadístico del tipo de industria en la cual se desarrollan los ingenieros químicos colegiados
- Aplicación una modificación de la metodología Delphi para la determinación de los futuros campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales del ingeniero químico en Guatemala.

Los recursos materiales que fueron utilizados para el desarrollo de la investigación son:

- Equipo de computación
- Tesis de referencia
- Internet
- Recursos telefónicos
- Documentación para encuestas

Los recursos humanos que fueron necesarios para llevar a cabo la investigación fueron:

- Asesor de trabajo de graduación
- Profesionales de la carrera de ingeniería química
- Licenciado Santiago Urbizo

### **3.1 Metodología para la clasificación de la industria donde se desenvuelve el ingeniero químico colegiado activo**

Se llevó a cabo una clasificación de las industrias donde actualmente trabaja el ingeniero químico colegiado activo, esto por medio de una encuesta telefónica. El diseño muestral se ajusta a un diseño probabilístico, con los siguientes aspectos generales:

**a) población:** la población investigada se tomó de los establecimientos industriales del país que se encuentran en la encuesta industrial de energía y minas del año 1988.

**b) unidad de muestreo:** la unidad de muestreo es el establecimiento en el sector industrial manufacturero del país.

**c) nivel de confianza:** 95% con un máximo de 2% de error

**d) unidad de análisis:** la unidad de análisis es la misma unidad de muestreo

**e) cobertura:** para la recolección de datos la encuesta cubrió los establecimientos del sector industrial de acuerdo a las actividades económicas, según el Código Industrial Internacional Uniforme CIIU versión 3.

**f) marco muestral:** en el marco muestral se consideraron todos los establecimientos industriales, de la pequeña, mediana y gran empresa.

**g) diseño de la muestra:** para la selección de las unidades muestrales se utilizó un diseño de muestreo estratificado aleatorio.

**h) diseño del instrumento de medición:** la entrevista telefónica fue el instrumento utilizado para la recolección de los datos sobre las actividades a las cuales se dedica la empresa, su ubicación geográfica y el sector al cual pertenece. (Ver apéndice 1)

**i) Encuestador:** estudiante tesista Claudia Chang.

### **3.2 Metodología para la identificación de los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales de la ingeniería química**

Se llevó a cabo un estudio acerca de los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales, tanto actuales como hacia el 2022, de los ingenieros químicos en Guatemala. El diseño muestral se ajusta a un diseño probabilístico, con los siguientes aspectos generales:

**a) población:** la población investigada se tomó de los ingenieros químicos que participaron en el III Congreso Nacional de Ingenieros Químicos y de los ingenieros químicos que trabajan dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y en el Centro Universitario de Sur (Cunsur).

**b) muestra:** 58 ingenieros químicos que participaron voluntariamente.

**c) método de análisis:** cuestionario entregado personalmente o vía correo electrónico (*e-mail*).

**d) período de referencia:** Mayo 2006 a Agosto 2006.

**e) diseño del instrumento de medición:** el cuestionario fue el instrumento utilizado para la recolección de los datos sobre los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales tanto actuales como futuros hacia el 2022 de los ingenieros químicos en Guatemala. (Ver apéndice 2)

**f) Encuestador:** estudiante tesista Claudia Chang.

### **3.3 El Método Delphi**

Para realizar la identificación de los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales del ingeniero químico hacia el 2022 se utilizó una modificación de la metodología Delphi. Según una entrevista personal con el Licenciado Santiago Urbizo, coordinador de la Maestría en Administración Financiera de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala es válido realizar modificaciones en la metodología del Delphi media vez los resultados obtenidos sean congruentes. La modificación realizada consistió en realizar únicamente dos rondas de encuestas, separadas una de otra por un período de un mes.

El método Delphi consiste en la organización de un diálogo anónimo entre expertos, consultados de manera individual, por medio de cuestionarios, con vistas a obtener un consenso general o al menos los motivos de discrepancias acerca de una problemática determinada. La confrontación de las opiniones se lleva a cabo a través de una serie de cuestionarios sucesivos, a partir de los cuales la información obtenida sufre un procesamiento estadístico-matemático, y donde en cada cuestionario se ofrecen los resultados del cuestionario precedente; esto permite al experto modificar sus respuestas primarias en función de los elementos de información y de juicio aportados por el resto de los encuestados.

El número de rondas de encuestas se determina por la evolución de las curvas de distribución de las respuestas, en la cual, al aparecer uno o varios máximos sin variaciones significativas en el transcurso de algunas iteraciones, se interrumpe el proceso. (1)

Mediante este método se elimina el peligro concreto que representan los especialistas líderes, como silenciadores de la creatividad individual del resto de los expertos reunidos. (1)

Las tres principales características del método son las siguientes:

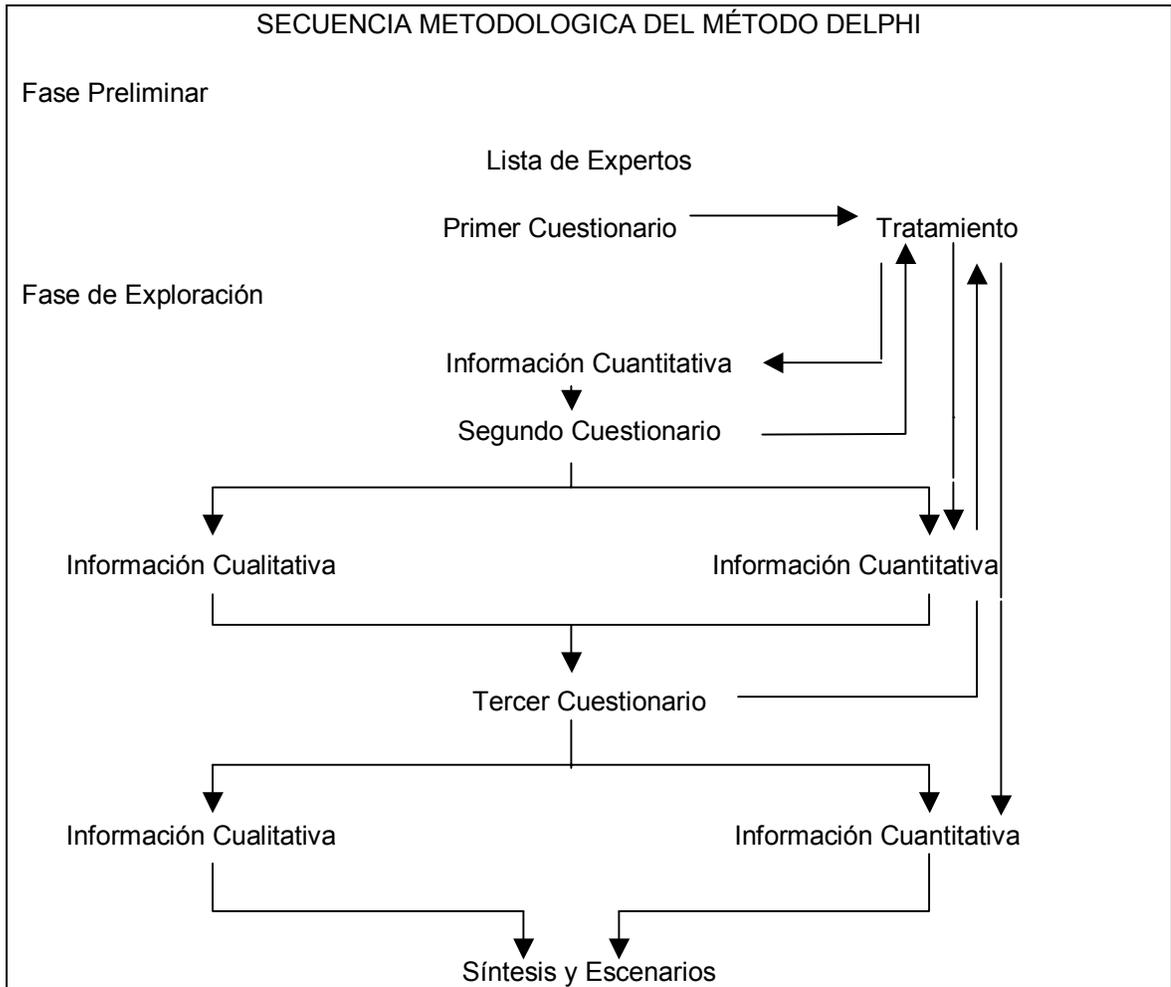
- Anonimato: los miembros del grupo encuestado contestan las preguntas sin confrontarse directamente, e incluso sin conocerse entre sí.
- Retroalimentación controlada: después de cada ronda de preguntas se tabulan las respuestas y se procesan de forma tal, que antes de la siguiente ronda los participantes puedan evaluar los resultados de la ronda anterior. Los encuestados llegan así a un grado de esclarecimiento y confirmación de sus propias opiniones, después de analizar las respuestas de sus compañeros de grupo, lo que aumenta el consenso al transcurrir varias iteraciones.
- Respuesta estadística de grupo: en cada ronda de preguntas, la información obtenida es procesada por medio de técnicas estadístico-matemáticas, las que dotan al investigador de un instrumento objetivo y concreto en el cual puede apoyarse para tomar una decisión final. (1)

El procesamiento estadístico de la información es quizá la característica más importante del método que lo diferencia del resto de los métodos de pronóstico de base subjetiva, ya que la decisión final que toma el investigador es un criterio fuertemente avalado, tanto por la experiencia y el conocimiento del colectivo consultado como por indicadores objetivos. (1)

El método Delphi se aplica en la determinación perspectiva de la composición de un sistema, ya sea como previsión del comportamiento de variables conocidas o en la búsqueda de posibles variables que compongan dicho sistema. (1)

En general su aplicación tiene una secuencia metodológica ordenada en dos fases: una preliminar, donde se definen los elementos básicos del trabajo y se realizan las primeras rondas de encuesta, y otra de exploración, en la cual se indaga de manera exhaustiva hasta confeccionar los escenarios. (1)

**Figura1. Diagrama de la secuencia metodológica del método Delphi**



Fuente: Abilio Diaz. **Cuba economía planificada.** Pág. 22



## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Clasificación de la industria donde se desenvuelve el ingeniero químico colegiado activo**

#### **4.1.1 Clasificación de la industria donde trabaja el profesional colegiado activo de la carrera de ingeniería química en Guatemala según el Código Industrial Internacional Uniforme**

El ingeniero químico es versátil, ya los ingenieros químicos colegiados entrevistados se desenvuelven en más de ochenta categorías distintas del Código Industrial Internacional Uniforme versión 3, como se muestra en las tablas I a VI. Las tres categorías más recurrentes en orden descendente según se observa en la tabla I son: la enseñanza de las ciencias de la ingeniería química, la venta al por mayor de productos farmacéuticos y medicinales, la producción de azúcar refinada de caña o remolacha, la preparación de perfumes y preparados de tocador y las actividades de asesoramiento empresarial y de materia en cuestión.

**Tabla I. Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo por medio del CIU versión 3.**

Código		Descripción	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
M	8030.01	Enseñanza superior en general (culmina con la obtención de un título universitario o su equivalente).	55	13.01
G	5139.23	Venta al por mayor de productos farmacéuticos y medicinales.	50	11.76
D	1542.01	Producción de azúcar refinada de caña o remolacha.	44	10.35
D	2424.2	Fabricación de perfumes y preparados de tocador.	35	8.24
K	7414.0	Actividades de asesoramiento empresarial y en materia de gestión.	26	6.12
D	2694.0	Fabricación de cemento, cal y yeso.	16	3.76
D	3699.97	Fabricación de velas, cirios y artículos similares.	15	3.53
D	1553	Elaboración de bebidas malteadas y de malta.	11	2.59
D	1810	Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel.	11	2.59
E	4010.00	Generación, captación transmisión y distribución de energía eléctrica para su venta a usuarios residenciales, industriales y comerciales. Esta energía puede ser de origen hidráulico, convencional: térmico, nuclear, geotérmico solar, mareal, etc. Se incluye las centrales de energía eléctrica que venden a terceros, parte importante de la electricidad que generan.	11	2.59
G	5141.01	Venta al por mayor de combustibles líquidos: aceite de petróleo, etc.	11	2.59

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta telefónica

**Tabla II. Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo por medio del CIU versión 3. (Continuación)**

Código		Descripción	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
D	2422.0	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas.	8	1.88
A	01	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicio conexas.	5	1.18
D	1514.0	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal.	5	1.18
D	1541.2	Elaboración de productos secos de panadería.	5	1.18
D	2520.1	Fabricación de artículos de plástico.	5	1.18
G	5121.0	Venta al por mayor de materias primas agropecuarias.	5	1.18
D	1520	Elaboración de productos lácteos.	4	0.94
D	1531.03	Producción de harinas, sémolas y gránulos de cereales de: trigo, centeno, Avena, maíz y otros cereales.	4	0.94
D	1551	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; Producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas.	4	0.94
D	1554.01	Elaboración de bebidas refrescantes (gaseosas).	4	0.94
G	5142	Venta al por mayor de metales y de minerales metalíferos.	4	0.94
D	1600	Elaboración de productos de tabaco.	3	0.71
D	2520.15	Fabricación de envases de plástico: bolsas, sacos, cajones, garrafones, botellas, tanques, etc.	3	0.71
G	5239.05	Venta al por menor de maquinaria y aparatos eléctricos: motores, generadores, transformadores eléctricos, aparatos de distribución, control de energía eléctrica, cables acumuladores y otro material eléctrico.	3	0.71
J	6511.00	Actividades relacionadas con la Banca Central.	3	0.71
M	8021.01	Enseñanza general de nivel secundario elemental.	3	0.71
D	2424.00	Fabricación de glicerina en bruto.	3	0.71

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta telefónica

**Tabla III. Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo por medio del CIU versión 3. (Continuación)**

Código		Descripción	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
N	8512	Actividades de médicos y odontólogos.	3	0.71
D	1513.02	Elaboración y conservación de compotas, mermeladas, jaleas y puré de frutas.	2	0.47
D	1541.21	Elaboración de galletas, crocantes, bizcochos, etc.	2	0.47
D	1543	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería.	2	0.47
D	1544	Elaboración de macarrones, fideos, alcuzczuz y productos farináceos similares.	2	<b>0.47</b>
D	261	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio.	<b>2</b>	<b>0.47</b>
D	2610.20	Fabricación de fibras de vidrio y artículos de fibra de vidrio (incluso lana de vidrio).	<b>2</b>	<b>0.47</b>
F	4520.00	Construcción de edificios completos o partes de edificios, se incluyen las obras nuevas, las ampliaciones, reformas y reparaciones, la erección de estructuras o edificios prefabricados en situ, y la construcción de obras de índole temporal: construcción de viviendas, edificios para oficinas, locales para almacenes y otros edificios públicos y de servicios, locales agropecuarios, etc.	<b>2</b>	<b>0.47</b>
G	5050.00	Venta al por menor de combustibles para automotores y motocicletas, en gasolineras: carburantes, gasolina, incluso lubricantes.	<b>2</b>	<b>0.47</b>
G	5122.02	Venta al por mayor de azúcar y especias.	<b>2</b>	<b>0.47</b>
G	5122.09	Venta al por mayor de otros alimentos n.c.p.	<b>2</b>	<b>0.47</b>
G	5131.04	Venta al por mayor de productos textiles.	<b>2</b>	<b>0.47</b>
G	5150.09	Venta al por mayor de maquinaria y equipo para otros usos: equipo médico, equipo de refrigeración, calefacción, seguridad, equipo para imprenta, etc., incluso partes, piezas y materiales conexos.	<b>2</b>	<b>0.47</b>
G	5239.02	Venta al por menor de libros, periódicos, revistas y artículos de papelería.	<b>2</b>	<b>0.47</b>

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta telefónica

**Tabla IV. Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo por medio del CIU versión 3. (Continuación)**

Código		Descripción	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
G	5190.00	Venta al por mayor de una variedad de productos que no reflejan una especialización particular y productos no abarcados en ninguna de las clases anteriores.	2	0.47
G	5139.02	Venta al por mayor de artículos de cristalería, porcelana y cerámica.	2	0.47
H	5510.04	Servicios de hospedaje en hoteles.	2	0.47
J	6603.00	Planes de seguros y reaseguros generales (distintos de los seguros de vida): seguros contra accidentes, contra incendios, contra pérdidas de capital, de inmuebles, de responsabilidad civil, vehículos, embarcaciones, aeronaves, transporte, seguro médico, etc.	2	0.47
L	7513.02	Regulación de actividades de servicios administrativos en general: administración de actividades de servicios relacionados con el comercio al por mayor y al por menor, fomento del turismo, hotelería, restaurantes y proyectos de objetivos múltiples, regulación, concesión de licencias e inspección relacionadas con sectores comerciales	2	0.47
M	8022.00	Enseñanza secundaria técnica y profesional de nivel inferior a la universidad.	2	0.47
O	92	Actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas	2	0.47
A	0200.00	Explotación de madera en pie: plantación, replante, trasplante, aclareo y Conservación de bosques y zonas forestales.	1	0.24
C	1110	Extracción de petróleo crudo y de gas natural.	1	0.24
D	1511.01	Producción de carne de aves de corral.	1	0.24
D	1531.10	Elaboración de alimentos a base de tostado o insuflación de cereales.		0.24
D	1531.11	Elaboración de alimentos mediante el maceramiento, hojaldrado o pulimento De granos y cereales partidos, triturados o aplastados.	1	0.24

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta telefónica

**Tabla V. Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo por medio del CIU versión 3. (Continuación)**

Código		Descripción	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
D	1533.01	Elaboración de piensos preparados principalmente para animales de granja, Incluso mezclas preliminares o piensos concentrados.	1	0.24
D	1533.01	Elaboración de piensos preparados principalmente para animales de granja, Incluso mezclas preliminares o piensos concentrados.	1	0.24
D	1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas: Embotellado de agua mineral.	1	0.24
D	1554.02	Embotellado de aguas minerales o de manantial, purificadas o artificiales.	1	0.24
D	171	Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles.	1	0.24
D	1721	Fabricación de artículos confeccionados con materias Textiles, excepto prendas de vestir.	1	0.24
D	1810	Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel.	1	0.24
D	2221.0	Actividades de impresión.	1	0.24
D	2411.00	Fabricación de aire líquido o comprimido (oxígeno), acetileno, gases refrigerantes, gases industriales, mezcla de gases industriales (gases carbónicos), incluso gases elementales.	1	0.24
D	2412.0	Fabricación de abonos	1	0.24
G	5010.01	Venta al por mayor y menor de camiones, remolques y semiremolques, nuevos y usados.	1	0.24
G	5050.01	Venta al por menor de lubricantes, refrigerantes y productos de limpieza, para todo tipo de vehículos automotores (excepto en gasolineras).	1	0.24
G	5121.09	Venta al por mayor de otras materias primas agropecuarias.	1	0.24
G	5122.03	Venta al por mayor de frutas, verduras y cereales.	1	0.24

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta telefónica

**Tabla VI. Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo por medio del CIU versión 3. (Continuación)**

Código		Descripción	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
G	5122.08	Venta al por mayor de carnes, aves y productos de caza.	1	0.24
G	5139.16	Venta al por mayor de productos de limpieza.	1	0.24
G	5211.00	Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco, principalmente y diversos artículos como: aparatos de uso doméstico, artículos de ferretería, muebles, prendas de vestir, cosméticos, etc., en almacenes no especializados (supermercados, tiendas de abarrotes, etc.).	1	0.24
G	5220.09	Venta al por menor de otros productos alimenticios en almacenes especializados.	1	0.24
G	5239.02	Venta al por menor de libros, periódicos, revistas y artículos de papelería.	1	0.24
I	6021.00	Servicios regulares de transporte, urbano, suburbano e interurbano, de pasajeros utilizando autobuses, tranvías, trolebuses, trenes subterráneos, etc.	1	0.24
I	641	Actividades postales y de correo.	1	0.24
K	7010.00	Actividades de acondicionamiento, urbanización (por cuenta de terceros), fraccionamiento de terrenos en solares, venta de terrenos, así como de lotes en cementerios y explotación de apartamentos con servicio de hotel.	1	0.24
K	7020.00	Actividades de compra-venta, alquiler, Administración y tasación de bienes inmuebles a cambio de una retribución o por contrata	1	0.24
K	7113.00	Alquiler de equipo de transporte por vía aérea: aeroplanos sin tripulación, a corto y largo plazo, con o sin mantenimiento.	1	0.24
Total			425	100

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta telefónica

#### **4.1.2 Clasificación de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo en Guatemala según su ubicación geográfica**

El 78.32% de los profesionales guatemaltecos colegiados activos entrevistados de la carrera de ingeniería química trabajan en el departamento de Guatemala, mientras que un 21.39% se encuentra trabajando en el interior de la república. Únicamente el 0.29% se encuentra trabajando en el exterior del país. Tal como se indica en la tabla VII.

**Tabla VII. Clasificación geográfica de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo en Guatemala.**

Ubicación Geográfica	Porcentaje
Departamento de Guatemala	78.32
Interior de la república	21.39
Extranjero	0.29
Total	100

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta telefónica

#### **4.1.3 Sectorización de la industria donde trabaja el ingeniero químico colegiado activo en Guatemala**

Como lo indica la tabla VIII el 80.99% de los profesionales miembros del Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala entrevistados trabaja en el sector privado lucrativo, el 13.01% trabaja en el sector académico, el 5.85% labora en el sector público y el 0.15% restante lo hace en el sector privado no lucrativo.

**Tabla VIII. Sectores de la industria de procesamiento de materiales donde labora el profesional de la carrera de ingeniería química en Guatemala**

Sector	Porcentaje
Privado lucrativo	80.99
Privado no lucrativo	0.15
Público	5.85
Académico	13.01
Total	100

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta telefónica

## **4.2 Campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales de la ingeniería química**

Se entiende como campo de acción el sector de actividad económica que supone la movilización de un encadenamiento productivo significativo por su capacidad de generar productos, ingresos y empleos. El rol ocupacional se refiere al conjunto de actividades realizadas por los trabajadores dentro de la empresa. La posición que ocupa cada trabajador dentro de la organización es el puesto laboral. (3)

### **4.2.1 Campos de acción actuales de la ingeniería química en Guatemala**

Los ingenieros químicos en Guatemala se desarrollan en varios campos de acción de manera no exclusiva, ya que la mayoría los combinan. Los campos de acción más recurrentes son: consultoría, procesos y asesoramiento; investigación, desarrollo e innovación; administración de empresas; diseño, cálculo y montaje de equipos y procesos y en el manejo y control de la producción como se observa en la tabla IX. Ya que la muestra la compusieron catedráticos universitarios, la enseñanza de las ciencias de la ingeniería química, también es un campo de acción en el que se desenvuelven los ingenieros químicos además de los ya mencionados. Por lo observado en a través de las encuestas, el ingeniero químico no necesariamente se desarrolla en un solo campo de acción, sino que, es versátil ya que trabaja en dos o tres de ellos simultáneamente.

**Tabla IX. Campos de acción donde se desarrollan actualmente los ingenieros químicos en Guatemala**

Campos de acción	Frecuencia	Frecuencia relativa %
Diseño, cálculo de montaje y procesos	6	8.70
Investigación, desarrollo e innovación	13	18.84
Manejo y control de la producción	5	7.25
Consultoría, proyectos y/o asesoramiento	20	28.97
Administración de empresas	12	17.39
Gestión tecnológica para el desarrollo industrial	4	5.80
Gestión total de la calidad	3	4.35
Mantenimiento industrial	4	5.80
Mercadeo, logística y finanzas	2	2.90
Total	69	100

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta de opinión

#### **4.2.2 Roles Ocupacionales actuales de la ingeniería química en Guatemala**

El ingeniero químico en Guatemala al trabajar en distintos campos ocupacionales no desempeña un rol exclusivo. Como se muestra en la tabla X, los roles más desempeñados en orden descendente son: el de administrador, el de director, el de asesor/consultor, y el rol de coordinador, además del rol de catedrático universitario explícito por la naturaleza de la muestra.

**Tabla X. Roles desempeñados por los ingenieros químicos en Guatemala**

Roles	Frecuencia	Frecuencia Relativa %
Dirección	18	23.08
Administración	32	41.03
Coordinación	11	14.10
Asesoría	17	21.79
Total	78	100

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta de opinión

#### **4.2.3 Puestos laborales actuales de los ingenieros químicos en Guatemala**

La tabla XI indica que los ingenieros químicos encuestados ocupa al menos un puesto de gerente general en un 22.50% , otro 22.50% ocupa un puesto de director de investigación y desarrollo, otro 21.25% ocupa un puesto de asesor/consultor, el 17.50% ocupa un puesto de jefe de departamento, un 11.25% ocupa un puesto de coordinador de programas de investigación, el 2.50% ocupa un puesto coordinador de líneas de tratamiento de agua y el 2.50% restante ocupa un puesto de coordinador de profesorados científicos, además de un puesto de catedrático universitario.

**Tabla XI. Los puestos laborales que ocupan actualmente los ingenieros químicos en Guatemala**

Puesto laboral	Frecuencia	Frecuencia relativa %
Coordinador de programas de investigación	9	11.25
Coordinador de líneas de tratamiento de agua	2	2.50
Asesor / consultor	17	21.25
Gerente general	18	22.50
Director de investigación y desarrollo	18	22.50
Jefe de departamento	14	17.50
Coordinador de profesorado científicos	2	2.50
Total	80	100

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta de opinión

#### **4.2.4 Futuros campos de acción para la ingeniería química en Guatemala**

Según muestra la tabla XII los ingenieros químicos encuestados opinaron que los campos de acción en orden descendente para la ingeniería química del 2022 en Guatemala serán: con un 14.94% el desarrollo de bioprocesos, con 12.99% la producción limpia, con 11.69% el diseño de plantas, equipos y procesos y también el desarrollo de nanoprocesos; a estos le siguen con 9.74% la enseñanza de la ingeniería química, con 9.09% la gestión total de la calidad y productividad, con 7.14% la asesoría y consultoría, con 5.84% la automatización de procesos, con 5.19% el control y manejo de la producción y con 1.95% la ingeniería ambiental y el desarrollo de procesos químicos industriales.

**Tabla XII. Campos de acción del ingeniero químico en Guatemala para el 2022**

<b>Campos de acción futuros</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuencia relativa %</b>
Desarrollo de procesos químicos industriales	3	1,95
Diseño de plantas y equipo de procesos	18	11,96
Investigación y desarrollo	5	3,25
Desarrollo de bioprocesos	23	14,94
Desarrollo de nanoprocesos	18	11,69
Producción limpia	20	12,99
Desarrollo de nuevos materiales	7	4,55
Automatización de procesos	9	5,84
Consultoría, asesoramiento	11	7,14
Ingeniería ambiental	3	1,95
Manejo y control de la producción	8	5,19
Gestión total de la calidad	14	9,09
Enseñanza de las ciencias de la ingeniería química	15	9,74
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta de opinión

#### **4.2.5 Roles ocupacionales de los ingenieros químicos en Guatemala para el 2022**

Como se observa en la tabla XIII el año 2022 los roles en los cuales se estarán desarrollando los ingenieros químicos en Guatemala según los resultados de las encuestas serán: acreditador de calidad con un 18.97%, diseñador de equipos, procesos y plantas con un 13.79%, asesor/ consultor con un 10.34%, también con un 10.34% se encuentra el rol de administrador, a éste le siguen: con 8.62% los roles de director, de investigador y de supervisor, con 5.17% el rol de coordinador, y con 1.72% los roles de vendedor técnico y capacitador de personal.

**Tabla XIII. Roles ocupacionales para la ingeniería química en Guatemala en el 2022**

Roles Ocupacionales	Frecuencia	Frecuencia relativa %
Controlador de producción	6	10.34
Supervisión	5	8.62
Administrador	6	10.34
Coordinador	3	5.17
Acreditador de Calidad	11	18.97
Diseñador de equipos, procesos y plantas	8	13.79
Director	5	8.62
Asesor/consultor	7	12.07
Investigador	5	8.62
Capacitador de personal	1	1.72
Vendedor técnico	1	1.72
Total	58	100

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta de opinión

#### 4.2.6 Especialidades de los ingenieros químicos en Guatemala para el 2022

Las especialidades que necesitará el ingeniero químico en Guatemala en el 2022 para poder desarrollarse en los campos de acción según los ingenieros químicos encuestados se observan en la tabla XIV: con 13.84% la genética, el 12.30% corresponde a la biotecnología, la tecnología de los alimentos con un 16.92%, con un 10.84% la calidad y el mejoramiento continuo, con 9.23% se encuentran la planificación y diseño de procesos y el diseño de equipos, la ciencia de los materiales con un 7.69%, con un 6.15% la legislación ambiental aplicada, con un 4.62% la automatización de procesos, con 4.75% la biología molecular, la termodinámica con un 3.07%.

**Tabla XIV. Especialidades que necesitarán los ingenieros químicos en el 2022 en Guatemala**

Especialidades	Frecuencia	Frecuencia relativa %
Biotecnología	8	12.30
Planificación de procesos	6	9.23
Automatización de procesos	3	4.62
Calidad y mejoramiento continuo	7	10.84
Empaque y embalaje	1	1.56
Tecnología de alimentos	11	16.92
Genética	9	13.84
Ciencia de los materiales	5	7.69
Legislación ambiental aplicada	4	6.15
Diseño de equipos	6	9.23
Biología molecular	3	4.75
Termodinámica	2	3.07
Total	65	100%

Fuente: elaboración propia a partir de encuesta delphi

## CONCLUSIONES

1. Los ingenieros químicos en Guatemala se desenvuelven en varios campos laborales a la vez, los cinco campos de acción donde existe mayor recurrencia por parte de éstos son: consultoría, procesos y asesoramiento; investigación, desarrollo e innovación; administración de empresas; diseño, cálculo y montaje de equipos y procesos; y en el manejo y control de la producción.
2. El ingeniero químico en Guatemala es versátil, ya que no desempeña un rol laboral exclusivo. Los roles más desempeñados en orden descendente son: el de asesor/consultor, el de administrador, el de director y el rol de coordinador.
3. Los ingenieros químicos en Guatemala ocupan mayoritariamente, aunque no exclusivamente uno solo, los puestos laborales siguientes: asesor/ consultor, gerente general y director de investigación y desarrollo.

4. Existe un consenso entre los profesionales de la carrera de ingeniería química, acerca de las tendencias de los campos de acción de la carrera para el año 2022; dichos campos de acción posiblemente serán: desarrollo de bio y nano procesos, diseño de plantas, equipos y procesos; nuevos materiales, producción limpia, la automatización de procesos, gestión total de la calidad y productividad, enseñanza de las ciencias de la ingeniería química, control y manejo de la producción, y la ingeniería ambiental.
  
5. Los posibles roles ocupacionales de los ingenieros químicos en Guatemala en el año 2022 son: acreditador/supervisor de calidad, diseñador de equipos, procesos y plantas, asesor/ consultor, administrador, director de investigación y coordinador.
  
6. Para poder desempeñar los posibles futuros roles ocupacionales, el ingeniero químico en Guatemala deberá contar con numerosas especialidades, las cuales posiblemente serán: genética, biotecnología, tecnología de los alimentos, normas internacionales de calidad y mejoramiento continuo, planificación y diseño de procesos y de equipos, ciencia de los materiales, legislación ambiental aplicada, automatización de procesos y la biología molecular.

7. Las cuatro categorías del Código Industrial Internacional (CIIU) para la industria de procesamiento de materiales, con mayor recurrencia por parte de los profesionales colegiados activos, de la carrera de ingeniería química entrevistados son: la venta al por mayor de productos farmacéuticos y medicinales, la producción de azúcar refinada de caña o remolacha, la fabricación de perfumes y preparados de tocador, y las actividades de asesoramiento empresarial y materia en cuestión, y además la enseñanza superior en general.
  
8. La industria de procesamiento de materiales en donde trabaja el ingeniero químico, se encuentra centralizada en el departamento de Guatemala, ya que únicamente el 21.31% de los profesionales miembros del Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala, trabaja en el interior de la república.
  
9. El profesional colegiado activo de la carrera de ingeniería química entrevistado trabaja, en su mayoría, en el sector privado lucrativo de la industria guatemalteca.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar periódicamente estudios prospectivos acerca de las tendencias de la carrera de ingeniería química, para poder construir los escenarios futuristas, y así orientar la formación de manera que el ingeniero químico sea útil y demandado como un elemento de apoyo y transformación en el desarrollo del país.
2. Realizar estudios de opinión sobre los campos de actuación laboral a nivel macro y micro, para identificar las competencias profesionales de la ingeniería química en Guatemala, que sirvan de base para definir futuros perfiles de egreso de los estudiantes en las universidades públicas y privadas.
3. Realizar estudios periódicos acerca de los campos de acción, roles ocupacionales y puestos laborales que ocupan los egresados de la carrera de ingeniería química, para poder tener una percepción de la situación actual de los mismos dentro de la industria guatemalteca.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Díaz Abilio; Oñate, Norma; Ramos, Lázaro. “El método Delphi: resultados preliminares de la estructuración política”, **Cuba Economía Planificada**, (4): 9-11. 1989.
2. Carballo, Luis; Francisco Varela. **Prospectiva tecnológica en ingeniería química**. [www.icfes.gov.co/revistas/ingeinve/no37/art7](http://www.icfes.gov.co/revistas/ingeinve/no37/art7)  
Descargado el 01/13/2006
3. Franklin, B. **Organización de Empresas, Análisis, diseño y estructura**. México, D.F.: McGraw Hill, 1988. p. 58.
4. Tapias García, Heberto. **Ingeniería Química: escenario futuro y dos nuevos paradigmas**.  
[www.jaibana.udea.edu.co/producciones/heberto\\_t/ingenieria\\_quimica](http://www.jaibana.udea.edu.co/producciones/heberto_t/ingenieria_quimica)  
Descargado el 01/13/2006
5. Zunino, Miguel. **Ingeniería Química: notas sobre su origen y evolución**. [www.aiqu.org.uy/historia/evolucion](http://www.aiqu.org.uy/historia/evolucion) Descargado el 01/13/2006



## BIBLIOGRAFÍA

1. Díaz Arnesto, Abilio; Norma Oñate Martínez; Lázaro Ramos Morales. Utilización del método Delphi en la pronosticación: una experiencia inicial. **Cuba economía planificada**. La Habana, Cuba (4): 9.1988.
2. Diaz Arnesto, Abilio; Norma Oñate Martínez; Lázaro Ramos Morales. El Método Delphi: resultados preliminares en la estructuración de una política. **Cuba economía planificada**. La Habana, Cuba (4): 21.1989.
3. Franklin, B. **Organización de Empresas, Análisis, diseño y estructura**. México, D.F: McGraw Hill, 1998. 356pp.
4. Gómez, L. *et. al.* **Dirección y Gestión de Recursos Humanos**. 3ª ed. Barcelona, España: Prentice Hall, 2001. 278pp.
5. Chiavenato, I. **Administración de Recursos Humanos**. 5ª ed. Santa Fe de Bogotá: McGraw Hill, 2000. 250pp.
6. Tapias García, Heberto. Ingeniería Química: escenario futuro y dos nuevos paradigmas.  
[www.jaibana.udea.edu.co/producciones/heberto\\_t/ingenieria\\_quimica](http://www.jaibana.udea.edu.co/producciones/heberto_t/ingenieria_quimica)  
Descargado el 01/13/2006.

7. Carballo, Luis; Francisco Varela. Prospectiva tecnológica en ingeniería química. [www.icfes.gov.co/revistas/ingeinve/no37/art7](http://www.icfes.gov.co/revistas/ingeinve/no37/art7) Descargado el 01/13/2006.
  
8. Zunino, Miguel. Ingeniería Química: notas sobre su origen y evolución. [www.aiqu.org.uy/historia/evolucion](http://www.aiqu.org.uy/historia/evolucion) Descargado el 01/13/2006.
  
9. Anónimo ¿Qué es la ingeniería química?  
[www.aiqu.org.uy/ingeniero%20quimico/la%20ingenieria%20quimica](http://www.aiqu.org.uy/ingeniero%20quimico/la%20ingenieria%20quimica)  
Descargado el 01/13/2006.

## APÉNDICE

### 1. Instrumento de muestreo para la clasificación de las industrias de procesamiento de materiales

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química  
Unidad de Investigación y Vinculación

#### **Clasificación de las industrias de procesamiento de materiales (IPM)**

1. ¿Trabaja algún ingeniero químico en la empresa?
2. ¿Cuál es la actividad principal de la empresa?
3. ¿A qué sector pertenece la empresa?
4. ¿En dónde se encuentran ubicados?

## 2. Instrumento de muestreo para el estudio Delphi y encuesta de opinión

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química  
Unidad de Investigación y Vinculación

### ESTUDIO PROSPECTIVO SOBRE LA INGENIERÍA QUÍMICA EN GUATEMALA (UTILIZANDO EL MÉTODO DELPHI) Cuestionario No.1

Instrucciones: a continuación encontrará una serie de preguntas de opción múltiple relacionadas con los desafíos, retos y campos de acción de la ingeniería química, si considera alguna otra opción, por favor complete en los espacios proporcionados.

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ No. Colegiado: \_\_\_\_\_

Edad: Menor de 20 años ( ) 20 – 30 ( ) 31 – 40 ( ) 41 – 50 ( )  
51 – 60 ( ) 61 – 70 ( ) 71 en adelante ( )

Grado Académico: Profesional ( ) Titulado Colegiado ( )  
Titulado no Colegiado ( ) Master ( )  
Doctor ( ) Estudiante ( )  
Pendiente de examen público y/o Privado ( )

Otro, especifique: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué actividad realiza usted actualmente?  
( ) Diseño, cálculo y montaje de equipos y proceso  
( ) Investigación, desarrollo e innovación de productos y procesos  
( ) Manejo y control de la producción en plantas de industria de procesamiento de materiales  
( ) Consultoría, proyectos y/o asesoramiento técnico  
( ) Administración de empresas y/o industrias de procesos  
( ) Gestión tecnológica para el desarrollo industrial  
( ) Gestión total de la calidad y productividad  
( ) Enseñanza de las ciencias de la ingeniería química y sus tecnologías de aplicación  
( ) Mantenimiento industrial  
( ) Mercadeo, logística y finanzas  
( ) Otros, especifique: \_\_\_\_\_
2. ¿Qué puesto ocupa usted en este momento?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Conoce usted acerca de las nuevas tendencias de la ingeniería química?  
( ) Si ( ) No

4. ¿Cuáles cree que serán los retos y desafíos para la ingeniería química del siglo XXI?

- ( ) Desarrollo de bioprocesos
- ( ) Desarrollo de nuevos materiales
- ( ) Desarrollo y producción de nuevos y mejores medicamentos
- ( ) Diseño de plantas flexibles multiproductos
- ( ) Desarrollo de nuevas fuentes de energía
- ( ) Desarrollo y producción de químicos avanzados
- ( ) Otros, especifique: \_\_\_\_\_

5. De los retos y desafíos anteriores, ¿Cuáles cree que se desarrollarán en Guatemala?  
Califíquelos en escala 0 = menos a 10 = Más Probable

- ( ) Desarrollo de bioprocesos
- ( ) Desarrollo de nuevos materiales
- ( ) Desarrollo y producción de nuevos y mejores medicamentos
- ( ) Diseño de plantas flexibles multiproductos
- ( ) Desarrollo de nuevas fuentes de energía
- ( ) Desarrollo y producción de químicos avanzados
- ( ) Otros, especifique: \_\_\_\_\_

**ESTUDIO PROSPECTIVO SOBRE LA INGENIERÍA QUÍMICA EN GUATEMALA  
(UTILIZANDO EL MÉTODO DELPHI)**  
Cuestionario No 1.2

Instrucciones: a continuación encontrará una serie de preguntas relacionadas con los campos de acción y roles ocupacionales de los ingenieros químicos en Guatemala. Favor ver anexo donde encontrará ejemplos de los mismos.

Nombres y apellidos: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

1. ¿Conoce usted los campos de acción del ingeniero químico en Guatemala?

\_\_\_\_\_ Si      \_\_\_\_\_ No

2. ¿Cuáles cree que serán los campos de acción para la ingeniería química del año 2022?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles cree usted que serán las especialidades con que deberá contar el ingeniero químico para desarrollarse en los campos de acción de la pregunta anterior?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_

4. ¿Cuáles cree que serán los roles ocupacionales de los ingenieros químicos en Guatemala en el año 2022?

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_

## ANEXO

**Tabla I. Código CIIU de la industria donde se desarrolla el Ingeniero  
Químico en Guatemala**

A	01	Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicio conexas.
A	0200.00	Explotación de madera en pie: plantación, replante, trasplante, aclareo y conservación de bosques y zonas forestales.
C	1110	Extracción de petróleo crudo y de gas natural.
D	1511.01	Producción de carne de aves de corral.
D	1513.02	Elaboración y conservación de compotas, mermeladas, jaleas y puré de frutas.
D	1514.0	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal.
D	1520	Elaboración de productos lácteos.
D	1531.03	Producción de harinas, sémolas y gránulos de cereales de: trigo, centeno, avena, maíz y otros cereales.
D	1531.10	Elaboración de alimentos a base de tostado o insuflación de cereales.
D	1531.11	Elaboración de alimentos mediante el maceramiento, hojaldrado o pulimento de granos y cereales partidos, triturados o aplastados.
D	1533.01	Elaboración de piensos preparados principalmente para animales de granja, incluso mezclas preliminares o piensos concentrados.
D	1541.2	Elaboración de productos secos de panadería.
D	1541.21	Elaboración de galletas, crocantes, bizcochos, etc.
D	1542.01	Producción de azúcar refinada de caña o remolacha.
D	1543	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería.
D	1544	Elaboración de macarrones, fideos, alcuzcuz y productos farináceos similares.

**Tabla II. Código CIIU de la industria donde se desarrolla el Ingeniero  
Químico en Guatemala (Continuación)**

D	1551	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas.
D	1553	Elaboración de bebidas malteadas y de malta.
D	1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas: embotellado de agua mineral.
D	1554.01	Elaboración de bebidas refrescantes (gaseosas).
D	1554.02	Embotellado de aguas minerales o de manantial, purificadas o artificiales.
D	1600	Elaboración de productos de tabaco.
D	171	Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles.
D	1721	Fabricación de artículos confeccionados con materias textiles, excepto prendas de vestir.
D	1810	Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel.
D	1810.02	Fabricación de accesorios de vestir con todo tipo de material: calzado confeccionado con material textil, sin suela aplicada, chales, corbatas, corbatines, guantes, cinturones, partes para accesorios de vestir, redecillas para el cabello, sombreros, gorros y tocados, de cualquier material.
D	2221.0	Actividades de impresión.
D	2411.00	Fabricación de aire líquido o comprimido (oxígeno), acetileno, gases refrigerantes, gases industriales, mezcla de gases industriales (gases carbónicos), incluso gases elementales.
D	2412.0	Fabricación de abonos
D	2422.0	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas.
D	2422.00	Fabricación de pinturas, barnices, esmaltes y lacas.
D	2424.00	Fabricación de glicerina en bruto.
D	2424.2	Fabricación de perfumes y preparados de tocador.
D	2520.1	Fabricación de artículos de plástico.

**Tabla III. Código CIIU de la industria donde se desarrolla el Ingeniero  
Químico en Guatemala (Continuación)**

D	2520.15	Fabricación de envases de plástico: bolsas, sacos, cajones, garrafones, botellas, tanques, etc.
D	261	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio.
D	2610.20	Fabricación de fibras de vidrio y artículos de fibra de vidrio (incluso lana de vidrio).
D	2694.0	Fabricación de cemento, cal y yeso.
D	3699.97	Fabricación de velas, cirios y artículos similares.
E	4010.00	Generación, captación transmisión y distribución de energía eléctrica para su venta a usuarios residenciales, industriales y comerciales. Esta energía puede ser de origen hidráulico, convencional, térmico, nuclear, geotérmico solar, mareal, etc. Se incluye las centrales de energía eléctrica que venden a terceros, parte importante de la electricidad que generan.
F	4520.00	Construcción de edificios completos o partes de edificios, se incluyen las obras nuevas, las ampliaciones, reformas y reparaciones, la erección de estructuras o edificios prefabricados en el lugar, y la construcción de obras de índole temporal: construcción de viviendas, edificios para oficinas, locales para almacenes y otros edificios públicos y de servicios, locales agropecuarios, etc.
G	5010.01	Venta al por mayor y menor de camiones, remolques y semi-remolques, nuevos y usados.
G	5050.00	Venta al por menor de combustibles para automotores y motocicletas, en gasolineras: carburantes, gasolina, incluso lubricantes.
G	5050.01	Venta al por menor de lubricantes, refrigerantes y productos de limpieza, para todo tipo de vehículos automotores (excepto en gasolineras).
G	5121.0	Venta al por mayor de materias primas agropecuarias.
G	5121.09	Venta al por mayor de otras materias primas agropecuarias.
G	5122.02	Venta al por mayor de azúcar y especias.
G	5122.03	Venta al por mayor de frutas, verduras y cereales.
G	5122.08	Venta al por mayor de carnes, aves y productos de caza.
G	5122.09	Venta al por mayor de otros alimentos n.c.p.

**Tabla IV. Código CIIU de la industria donde se desarrolla el Ingeniero  
Químico en Guatemala (Continuación)**

G	5131.04	Venta al por mayor de productos textiles.
G	5139.02	Venta al por mayor de artículos de cristalería, porcelana y cerámica.
G	5139.16	Venta al por mayor de productos de limpieza.
G	5139.23	Venta al por mayor de productos farmacéuticos y medicinales.
G	5141.01	Venta al por mayor de combustibles líquidos: aceite de petróleo, etc.
G	5142	Venta al por mayor de metales y de minerales metalíferos.
G	5150.09	Venta al por mayor de maquinaria y equipo para otros usos: equipo médico, equipo de refrigeración, calefacción, seguridad, equipo para imprenta, etc., incluso partes, piezas y materiales conexos.
G	5190.00	Venta al por mayor de una variedad de productos que no reflejan una especialización particular, y productos no abarcados en ninguna de las clases anteriores.
G	5211.00	Venta al por menor de alimentos, bebidas y tabaco, principalmente, y diversos artículos como: aparatos de uso doméstico, artículos de ferretería, muebles, prendas de vestir, cosméticos, etc., en almacenes no especializados (supermercados, tiendas de abarrotes, etc.).
G	5220.09	Venta al por menor de otros productos alimenticios en almacenes especializados.
G	5234.00	Venta al por menor especializada de artículos de ferretería.
G	5239.02	Venta al por menor de libros, periódicos, revistas y artículos de papelería.
G	5239.05	Venta al por menor de maquinaria y aparatos eléctricos: motores, generadores, transformadores eléctricos, aparatos de distribución, control de energía eléctrica, cables acumuladores y otro material eléctrico.
H	5510.04	Servicios de hospedaje en hoteles.
I	6021.00	Servicios regulares de transporte, urbano, suburbano e interurbano, de pasajeros utilizando autobuses, tranvías, trolebuses, trenes subterráneos, etc.

**Tabla V. Código CIU de la industria donde se desarrolla el Ingeniero  
Químico en Guatemala (Continuación)**

I	641	Actividades postales y de correo.
J	6511.00	Actividades relacionadas con la Banca Central.
J	6603.00	Planes de seguros y reaseguros generales (distintos de los seguros de vida): seguros contra accidentes, contra incendios, contra pérdidas de capital, de inmuebles, de responsabilidad civil, vehículos, embarcaciones, aeronaves, transporte, seguro médico, etc.
K	7010.00	Actividades de acondicionamiento, urbanización (por cuenta de terceros), fraccionamiento de terrenos en solares, venta de terrenos, así como de lotes en cementerios y explotación de apartamentos con servicio de hotel.
K	7020.00	Actividades de compra-venta, alquiler, administración y tasación de bienes inmuebles a cambio de una retribución o por contrata
K	7113.00	Alquiler de equipo de transporte por vía aérea: aeroplanos sin tripulación, a corto y largo plazo, con o sin mantenimiento.
K	7414.0	Actividades de asesoramiento empresarial y en materia de gestión.
L	7513.02	Regulación de actividades de servicios administrativos en general: administración de actividades de servicios relacionados con el comercio al por mayor y al por menor, fomento del turismo, hotelería, restaurantes y proyectos de objetivos múltiples, regulación , concesión de licencias e inspección relacionadas con sectores comerciales
M	8021.01	Enseñanza general de nivel secundario elemental.
M	8022.00	Enseñanza secundaria técnica y profesional de nivel inferior a la universidad.
M	8030.01	Enseñanza superior en general (culmina con la obtención de un título universitario o su equivalente).
N	8512	Actividades de médicos y odontólogos.
O	92	Actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas