

**UNIVERSIDAD DE SONORA**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**LICENCIATURA EN  
INGENIERÍA QUÍMICA**

Hermosillo, Sonora, México. Diciembre del 2014

## **DIRECTORIO**

Universidad de Sonora

Dr. Heriberto Grijalva Monteverde

Rector

Unidad Regional Centro

Dra. Arminda Guadalupe García de León Peñúñuri

Vicerrectora

División de Ingeniería

Dr. Jesús Leobardo Valenzuela García

Director

Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia

Dr. Martín Antonio Encinas Romero

Jefe del Departamento

Comisión académica:

Dra. Patricia Guerrero Germán (Coordinadora de la Comisión)

Dra. Onofre Monge Amaya

Dr. Luis Carlos Platt Lucero

Dr. Abraham Rogelio Martín García

Dr. Luis Alonso Almazán Holguín

Dr. Martín Antonio Encinas Romero

M.C. Jesús Leonel Servín Rodríguez

M.C. Jaime Varela Salazar

Asesora por parte de la Dirección de Innovación Educativa

M.I.E. Laura Treviño Ruiz

# Contenido

I. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
II. RELEVANCIA SOCIAL Y ACADÉMICA DE LOS OBJETIVOS GENERALES.....	4
2.1. Fundamentación del Plan de Estudios .....	4
2.1.1 Antecedentes del plan de estudios.....	4
2.1.2 La Ingeniería Química en Sonora .....	5
2.1.3 El plan de estudios de la carrera de ingeniería química y sus modificaciones .....	7
2.1.4 Personal académico, organización académica y administrativa.....	11
2.1.5 Características de la población estudiantil potencial .....	15
2.1.6 Características de programas similares .....	15
2.1.7 Conclusión del estudio comparativo.....	27
2.2. Fundamentación Socioprofesional .....	28
2.2.1 Situaciones que están modificando la profesión.....	28
2.2.2 Problemáticas que habrá de enfrentar la profesión en el futuro.....	29
2.2.3 Las nuevas demandas que se le exigirán al profesionista .....	29
2.2.4 Percepción del desarrollo del campo profesional en los próximos cinco, diez, quince y veinte años.....	29
2.2.5 Nivel de especialización que requiere el abordaje de los problemas de la profesión.....	29
2.2.6 Demanda de los empleadores a los egresados, en cuanto a valores, normas, procedimientos, actitudes y aptitudes. ....	29
2.3. Fundamentación Epistemológica de la Profesión .....	30

2.3.1 Disciplinas que nutren el saber-hacer de la profesión.....	30
2.3.2 Relevancia de las disciplinas que conforman el núcleo central del programa académico .....	30
2.3.3 Problemáticas científicas y técnicas que enfrenta el profesional actualmente .....	31
2.3.4 Actitudes, aptitudes y competencias, que se exige a los profesionistas con relación a ciencia y tecnología.....	31
2.3.5 Estructuras conceptuales, enfoques, paradigmas que han edificado y prevalecido en el conocimiento de la disciplina .....	33
2.3.6 Métodos y técnicas más empleadas por las disciplinas para la generación de conocimiento.....	33
2.3.7 Problemas que comúnmente han abordado las disciplinas y a las cuales se enfrenta el profesional actualmente.....	34
2.4. Fundamentación Filosófica .....	34
2.4.1 Concepción de ser humano que se plantea formar en el plan de estudios .....	34
2.4.2 Valores que promueve el plan de estudios.....	35
2.4.3 Concepto de profesor que requiere la operación del programa.....	36
2.4.4 Concepto de estudiante que se formará en el programa.....	36
2.5. Fundamentación Psicopedagógica .....	37
2.5.1 El proceso y las modalidades de enseñanza .....	37
2.5.2 Tipo de conocimiento que se espera transmitir en las asignaturas: procedimental, actitudinal, conceptual .....	37
2.5.3 Ambientes de enseñanza en los que se desarrollará el aprendizaje .....	38
2.5.4 Métodos, técnicas y estrategias de enseñanza .....	38
2.6. Fundamentación Normativa.....	39

2.6.1 Características del modelo curricular de la UNISON que asume el nuevo plan de estudio de Licenciatura en Ingeniería Química.....	39
2.6.2 Medida en que el plan de estudios incorpora las recomendaciones de los organismos acreditadores, las políticas institucionales y las políticas federales dirigidas a la educación superior .....	40
2.7. Fundamentación Metodológica .....	40
2.7.1 Metodología bajo la cual se elaboró el nuevo plan de estudio .....	40
2.7.2 Dictaminadores externos en el diseño del plan de estudio.....	41
2.7.3 Medida en que el programa recupera la experiencia teórica y empírica de autores e instituciones.....	42
2.7.4 Líneas y proyectos de investigación asociados al programa de estudios .....	43
III. PLAN DE ESTUDIOS Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA .....	47
3.1 Objetivos del Plan de Estudios .....	47
3.1.1 Objetivo general.....	47
3.1.2 Objetivos específicos.....	48
3.2. Competencias Específicas.....	48
3.3. Perfil de Ingreso.....	55
3.4. Requisitos de Ingreso.....	56
3.5. Perfil de Egreso .....	57
3.6. Requisitos de Egreso.....	58
3.7. Estructura del Plan de Estudios .....	59
3.8. Asignaturas Optativas.....	66
3.9. Duración del Programa .....	67

3.10. Orientación Didáctica .....	67
3.11. Nivel de Dominio de un Segundo Idioma.....	68
3.12. Modalidades de Titulación .....	68
3.13. Servicio Social.....	69
3.14. Prácticas Profesionales.....	70
3.15. Movilidad.....	70
3.16. Tabla de Equivalencias .....	71
3.17. Estrategias de Seguimiento y Evaluación del Plan de Estudios .....	77
3.18. Mecanismos de Evaluación y Actualización .....	77
IV. INFRAESTRUCTURA.....	79
4.1. Espacios Físicos y Equipo de Cómputo .....	79
4.2. Recursos Bibliográficos .....	80
V. VINCULACIÓN .....	81
VI. ANEXOS	
Anexo 1. Requerimientos de CACEI y CENEVAL.	
Anexo 2. Programas de Asignaturas.	
Anexo 3. Resúmenes Curriculares de la Planta Académica.	
Anexo 4. Dictámenes Externos.	

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b>	Lista de Universidades Seleccionadas.....	15
<b>Tabla 2.</b>	Análisis del Objetivo, perfil de egreso y plan de estudios de las universidades seleccionadas.....	15
<b>Tabla 3.</b>	Comparativo de Similitudes.....	26
<b>Tabla 4.</b>	Comparativo de Diferencias .....	26
<b>Tabla 5.</b>	Relación de conocimientos, habilidades y actitudes requeridas en los ingenieros químicos.....	31
<b>Tabla 6.</b>	Relación de los elementos del campo profesional, conocimientos, actitudes y habilidades del ingeniero químico.....	57
<b>Tabla 7.</b>	Estructura del plan de estudios por ejes .....	59
<b>Tabla 8.</b>	Distribución de créditos por eje en los semestres.....	62
<b>Tabla 9.</b>	Relación de materias y sus requisitos.....	63
<b>Tabla 10.</b>	Mapa curricular de la licenciatura en ingeniería química .....	65
<b>Tabla 11.</b>	Relación de materias optativas y sus requisitos .....	66
<b>Tabla 12.</b>	Áreas de eje especializante .....	67
<b>Tabla 13.</b>	Equivalencias entre las asignaturas del plan 2015-2 con el plan 2005-2 de Ingeniería Química.....	71
<b>Tabla 14.</b>	Equivalencias entre las asignaturas del plan 2015-2 de Ingeniería Química con el plan 2010-2 de Ingeniería Metalúrgica.....	73
<b>Tabla 15.</b>	Equivalencias entre las asignaturas del plan 2015-2 de Ingeniería Química con el plan 2013-2 de Ingeniería en Materiales.....	75

# I. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

**Nombre del proyecto curricular:**

Licenciatura en Ingeniería Química

**Nivel del programa académico:**

Licenciatura

**Modalidad:**

Semipresencial

**Unidad Regional:**

Unidad Regional Centro

**División de adscripción:**

División de Ingeniería

**Departamento:**

Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia

**Departamentos de Servicios:**

Departamento de Física  
Departamento de Matemáticas  
Departamento de Ciencias Químico Biológicas  
Departamento de Letras y Lingüística  
Departamento de Derecho  
Departamento de Ciencia del Deporte y Actividad Física  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Departamento de Economía

**Grado que confiere:**

Ingeniero(a) Químico(a)

**Reconocimiento como Especialista en:**

Alimentos  
Ambiental  
Biotecnología  
Energía

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la educación superior enfrenta varios retos debido al proceso de globalización generado por el desarrollo tecnológico que ha venido a impactar el modo en cómo se hacen las cosas, tanto en los intercambios comerciales como en los netamente económicos. Las tendencias dadas por este proceso abren tanto las fronteras intelectuales como las comerciales de tal forma que de no redefinir sus objetivos corre el riesgo de ser obsoleta y entregar a la sociedad que la sustenta profesionales que no satisfagan las necesidades del mercado de trabajo y que sean incapaces de enfrentar los campos de la economía y de los nuevos marcos legales. Esto obliga a la revisión de los planes de estudio para realizar cambios profundos en todos los niveles, transformar su enfoque actual, proyectarlos hacia el futuro y adecuar el perfil de egreso. Estos cambios incidirán en una mayor correspondencia entre los problemas por resolver y las necesidades existentes. El profesional de la Ingeniería Química que egrese de las universidades requiere además de los conocimientos disciplinarios ya implícitos en su formación, los de comunicación básica, competencia digital, pensamiento crítico y complejo, formación humanística, trabajo colaborativo, la habilidad de comunicarse en un segundo idioma, además de pensar a nivel global para actuar en forma correcta a nivel local.

En el proceso de reestructuración de este Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química se tuvo participación de un grupo interdisciplinario de expertos tanto de la Universidad de Sonora como de otras instituciones nacionales e internacionales, por lo que esta propuesta es incluyente y sensible a las necesidades de la formación del Ingeniero Químico que requiere actualmente la sociedad.

El presente documento se divide en un apartado principal y tres anexos. El apartado principal contiene cinco secciones. La primera presenta la identificación del programa. La segunda incluye la valoración de la relevancia social y académica del proyecto, es decir, los antecedentes, su justificación y su pertinencia así como la revisión de la demanda previsible, la oferta de programas similares, el ámbito potencial de trabajo de los egresados y las líneas y proyectos de investigación asociados al programa. La tercera sección contiene el plan de estudios de la licenciatura, mismo que contiene los objetivos: general y específicos, los perfiles de ingreso-egreso, las competencias específicas de la profesión, la estructura curricular y los aspectos generales de operación, en donde se señala la duración del programa, la orientación didáctica, las líneas de investigación y las modalidades de trabajo para la obtención del grado.

La cuarta sección corresponde a la infraestructura de operación del programa tanto en espacios físicos y de cómputo como de recursos bibliográficos. Por último, la quinta parte corresponde a los proyectos de vinculación.

En la sexta sección se presentan los anexos como se desarrollan a continuación:

Anexo 1: Requerimientos de CACEI y CENEVAL

Anexo 2: Programas de asignatura.

Anexo 3: Resúmenes curriculares de profesores: se presentan en el formato diseñado para estos efectos.

## **II. RELEVANCIA SOCIAL Y ACADÉMICA DE LOS OBJETIVOS GENERALES**

### **2.1. Fundamentación del Plan de Estudios**

#### **2.1.1 Antecedentes del plan de estudios**

El origen de la Ingeniería Química data del siglo XVIII con el surgimiento de la Revolución Industrial, que vino a cambiar drásticamente las formas de producción, nace como respuesta a la necesidad de diseñar, construir y operar plantas de proceso.

Sin embargo, el reconocimiento de la Ingeniería Química como disciplina se ubica a partir de las labores de George Edwards Davis, quien en 1887 impartió el primer curso de Ingeniería Química en la Escuela Técnica de Manchester, Inglaterra. Su libro "Manual del Ingeniero Químico", publicado en 1901, es considerado el primero en la materia.

El avance de los métodos de la Ingeniería Química y su impacto en el desarrollo industrial es notorio y acelerado, a grado tal que ya a principios del siglo XX es identificada por su aplicabilidad al lado de la Ingeniería Militar y la Ingeniería Civil.

En Latinoamérica la primera institución de educación superior que brindó la oportunidad de seguir estudios en Ingeniería Química fue la Universidad Nacional del Litoral, en Santa Fe, Argentina, quien ofreció la carrera en el año 1919.

Por su parte en nuestro país existe la licenciatura en Ingeniería Química desde 1925, año en que comenzó a ofrecerse en la facultad de Química y Farmacia y Escuela Práctica de Industrias Químicas, de la UNAM.

Los egresados de Ingeniería Química "sólo podían pretender ocuparse del control y producción del petróleo, azúcar y alcoholes". La causa de ello es el poco desarrollo industrial del país en aquella época, resaltando que las pocas plantas industriales existentes eran concebidas, diseñadas y construidas por técnicos extranjeros.

Hasta 1938 la actividad principal del Ingeniero Químico, en México, consistió en operar plantas químicas. Aunado a lo señalado líneas atrás, se encuentran actividades en la industria del papel, jabón, tintas y materiales explosivos. En este mismo año, se

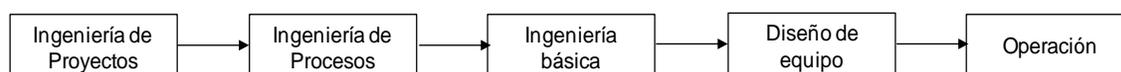
nacionaliza la industria petrolera y durante la década de los cuarenta los Ingenieros Químicos comenzaron a incursionar en actividades de diseño, dirección y decisión técnica.

Con el inicio, en 1950, de la producción de químicos básicos en nuestro país, el Ingeniero Químico se involucra en el montaje y mantenimiento de plantas, ingeniería de detalle y estimación de costos de proyectos. Debido al tamaño de las plantas por instalarse, se contempla también la necesidad de hacer estudios de viabilidad técnico-económica, así como promover el desarrollo económico en general.

En la década de los sesenta nace y se da un gran impulso a la industria petroquímica y el Ingeniero Químico se aboca a la tarea de asimilar y adaptar tecnología extranjera. La industria petroquímica crece y se fortalece con la diversificación de los productos generados durante la década de los setenta (fabricación de plásticos, fibras sintéticas y fertilizantes) y dentro de la Ingeniería Química se desarrolla la llamada Ingeniería de Procesos.

A partir de esta última década, los Ingenieros Químicos disponen de laboratorios e instalaciones en los cuales pueden desarrollar estudios de ingeniería básica experimental. Se abre así la posibilidad de desarrollar tecnología a escala de laboratorio y proyectar su aplicación a escala industrial.

En forma sintética, el siguiente esquema resume el desarrollo de una planta industrial, en nuestro país. La Ingeniería Química ha recorrido un camino inverso al seguido por la creación de plantas industriales de proceso.



Esto nos muestra que el desenvolvimiento industrial del país se ha visto desligado de la evolución de las instituciones de educación superior, lo anterior pone de manifiesto el desfase que ha existido para estas fechas.

### **2.1.2 La Ingeniería Química en Sonora**

Las actividades económicas del Estado de Sonora hasta la década de los 60 fueron casi exclusivamente las correspondientes a las actividades primarias: la minería, la ganadería, la agricultura y en menor escala, la pesca.

Al asumir el gobierno el Lic. Luis Encinas Johnson en la entidad, se plantea como eje central de su mandato transformar al Estado en su actividad económica, proponiendo un

mecanismo que hiciera cambiar el patrón de acumulación del capital, haciendo frente a la difícil situación en el campo por medio de un proceso de industrialización.

En el primer año de su gobierno creó la Dirección de Planeación y Fomento Industrial, quedando a cargo el Ingeniero Químico Manuel Puebla Peralta y cuyo funcionamiento estuvo orientado alrededor de los siguientes 5 programas:

1. Inventario de recursos humanos, naturales y financieros;
2. Factores de localización industrial (mercado, energía, combustibles, agua, transporte, etc.);
3. Proyectos industriales específicos;
4. Industria existente en el Estado e
5. Industria mediana.

A los 5 meses de haberse creado la Dirección de Planeación y Fomento Industrial se organizó el primer congreso industrial de Sonora, en donde el gobernador Luis Encinas señalaba:

"Es decisión inquebrantable del gobierno que presido, crear y mantener un ambiente propicio al desarrollo fabril y habremos de llevar, por todos los medios y todos los caminos, a la mente y voluntad de nuestros coterráneos, al convencimiento de que debemos proceder a programar y trabajar por el logro de la segunda etapa de desenvolvimiento económico de la entidad -la etapa industrial".

Asimismo, apuntaba: "Este congreso [...] tiene por objetivos concretos, analizar los problemas básicos, para la industrialización de los recursos agrícolas, ganaderos, mineros, forestales y marinos de Sonora; determinar las oportunidades de inversión que ofrece este Estado en materia industrial; elaborar el plan de acción para acelerar el desenvolvimiento fabril en nuestro territorio; coadyuvar en la descentralización industrial de la República y crear en nuestra patria chica la mística de la industrialización."

Los trabajos de este congreso fueron recopilados y sistematizados en lo que se conoció como Plan de Industrialización a Diez Años del Estado de Sonora, que entró en vigor en enero de 1963.

Hay que señalar que la formación de recursos humanos no escapó a los planes de Gobierno del estado y ya en el primer congreso de industrialización el Lic. Encinas indicaba:

"Pensando en la necesidad de técnicos, se está edificando ya en la Universidad de Sonora la Facultad de Ciencias Químicas y está siendo vigorizado y reestructurado el Instituto Tecnológico de Cd. Obregón, y atendiéndose a impulsar la Escuela de Artes y Oficios "Jesús García", la Escuela Técnica Industrial y Comercial y a transformar en la medida de lo posible nuestras escuelas secundarias en secundarias técnicas".

En el plan de diez años se retomó esta versión y se incluyó como parte del mismo la creación del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) y de la carrera de Ingeniería Química. Se pretendía con ello la preparación de cuadros que estuvieran en posibilidad de operar las nacientes industrias proyectadas, por una parte, y por otra realizar investigaciones ligadas directamente a la búsqueda de formas de industrialización de los productos agropecuarios, forestales y pesqueros del Estado.

Cabe aclarar que la concepción y planificación tanto del CICTUS como de la carrera de Ingeniería Química estuvo a cargo del Ingeniero Manuel Puebla Peralta, quien sumó a su cargo en la Dirección de Planeación y Fomento Industrial, el de director de la Escuela de Ciencias Químicas en el año de 1962.

### **2.1.3 El plan de estudios de la carrera de ingeniería química y sus modificaciones**

El primer plan, según se consigna en el acta No. 135 del Consejo Universitario, fue aprobado el día 21 de junio de 1962.

Su funcionamiento era anual, con una duración de 5 años y con un total de 45 materias, de 8 a 9 semestres. Esto representaba una carga de trabajo fuerte, pues se estimaba entre teoría y práctica, 39 horas por semana, las cuales, aunadas al tiempo que el estudiante debía dedicar a hacer tareas y a estudiar.

La primera modificación ocurre en el año de 1963 (según consta en el acta No. 148 del Consejo Universitario de fecha 25 de abril de 1963) y consistió esencialmente en el paso de la modalidad anual a la semestral, por lo que el número de materias aumenta a 84, con 8 o 9 por semestre, y en la incorporación del curso de fisicoquímica desde el tercer semestre (en el original se impartía hasta el tercer año, es decir el sexto semestre). Las materias no varían en lo absoluto, siguen siendo los mismos cursos de matemáticas, aunque se aumenta de 3 a 5 horas la matemática correspondiente al tercer y cuarto semestre, razón por la cual la carga de trabajo para el estudiante aumenta ligeramente variando desde 38 hasta 41 horas semanales (de ocho a nueve materias).

Posteriormente, se encuentra una nueva modificación consignada en el acta No. 208 del Consejo Universitario, fechada el 10 de noviembre de 1966, en donde se declara “el propósito que se tiene de que al partir del presente período escolar la carrera de Ingeniero Químico sea fortalecida y consolidada principalmente hacia los renglones de operación de plantas de proceso, diseño y construcción, investigación y en general, todos aquellos aspectos relativos con la técnica del proceso industrial”. Aquí se nota un cambio bastante radical tanto en la carga de trabajo del estudiante (de 25 a 29 horas semanales, con 53 materias en total, 5 por semestre), como en la misma conformación de los semestres. En los dos primeros planes, aparecen materias con contenidos directamente enfocados al quehacer del Ingeniero Químico, mientras que en este pareciera que se dedican a los primeros semestres casi exclusivamente a sentar las bases necesarias para esos conocimientos (los propios del Ingeniero Químico) con asignaturas como: matemáticas, química, física, dibujo, mecánica de materiales, etc.; hay un reacomodo de cursos, dos de matemáticas en el primer semestre. Asimismo, se eliminan algunas materias, por citar un ejemplo, se prescinde de dos cursos de economía, los cuatro cursos de derecho se restringen a uno, cuatro cursos de dibujo se reducen a dos, dos contabilidades se convierten en una, etc.

Después se encuentra que en la reunión de Consejo Universitario de fecha 18 de junio de 1970, se marca una nueva modificación que introduce un nuevo sistema de organización académica; el llamado sistema de créditos o de unidades “ya que representa una medida más justa del trabajo efectuado por los alumnos para aprobar sus asignaturas. La flexibilidad que se pretende obtener con los nuevos planes de estudios requiere un instrumento operativo que permita estimar el trabajo académico de los estudiantes y revele en cifras su situación y su progreso dentro de la escuela”. Además aparecen por primera vez las llamadas opciones o preespecialidades. Se transcribe a continuación un párrafo del oficio No. 70/406 dirigido al Dr. Federico Sotelo Ortiz, en su calidad de presidente del Consejo Universitario, como por el director de la Escuela de Ciencias Químicas de ese entonces del Ing. Fernando Orozco Ferreira: “...Las carreras que la escuela debe ofrecer son: Ingeniería Química, Ingeniería Industrial y Químico. Actualmente se tienen las carreras de Ingeniero Químico, Ingeniero Industrial Administrador, Químico y Químico Biólogo.

Mediante el sistema de créditos se valoraba más justamente el trabajo desarrollado en cada asignatura por los estudiantes, tomando cada uno de ellos mayor responsabilidad y ofreciéndoles la posibilidad de elección. Se ha pensado que, en base a los recursos de esta región del país, a su desarrollo y a sus necesidades, pudieran ofrecerse una serie de cursos optativos, los cuales capacitarán al **Ingeniero Químico** en la **Metalurgia**, en la **Tecnología de Alimentos** o en el de **Ingeniería de Proceso**. En cualquiera de los casos el título a

otorgarse será de Ingeniero Químico, su currículum medular así lo acreditará. Pero además obtendrá algo que podrá denominarse pre-especialización. La duración teórica será: nueve semestres para Ingeniero Químico”.

Desafortunadamente no se cuenta con el listado completo de materias que se cursaban. Sin embargo de la parte que conservamos podemos comentar que nuevamente la carga de trabajo del estudiante tiende a subir, pues debe asistir, entre teoría y práctica, de 28 a 36 horas semanales.

En 1972, se encuentra una nueva modificación al plan de estudios, en la cual se continúa con la tendencia mostrada en la versión anterior, nueve semestres con 6 materias por semestre y cargas de trabajo que varían de 27 a un poco más de 30 horas.

Más adelante, en los archivos de la Escuela de Ciencias Químicas se localiza un plan de estudios con la acotación de que entró en vigor en 1976, aunque desconocemos la fecha de su aprobación formal.

Se nota que se mantienen más o menos los mismos criterios en cuanto a duración y cargas de trabajo. Los cursos de física dejan su nombre genérico (Física I, II, etc.) y toman nombres particulares: mecánica, electricidad, magnetismo y óptica, etc. Además de esto, hay un notorio cambio de orden en las materias y algunas son sustituidas. Por ejemplo, en el primer semestre bibliografía y redacción es cambiada por nomografía y cálculo gráfico, teoría de funciones I y II son sustituidas por cálculo diferencial e integral. Se mantienen los mismos bloques de optativas para las distintas opciones: metalurgia, tecnología de alimentos y diseño y operación de plantas de proceso.

Existen tres versiones de modificación del plan de estudios, que parecen ser propuestas para la primera (en aquel entonces inminente) Departamentalización de la Universidad de Sonora, sistema de organización que, como es ampliamente conocido, vino a aglutinar a todas las carreras de la Universidad de Sonora en los llamados troncos comunes. Para el caso que nos ocupa, la carrera de Ingeniería Química quedó incluida dentro del tronco común de Ciencias e Ingeniería (junto con Ingeniería Industrial, Minas, Civil, Geología, Física y Matemáticas).

Esta versión del plan de estudios es la que corresponde al proceso de la Departamentalización, el cual se puede apreciar en el plan 78-1. Este plan de estudios se encuentra distribuido de la siguiente manera: materias del tronco común, de Ingeniería Química y de Especialidad. El tronco común, se conforma de tres áreas Física, Química y Matemáticas, que comprenden 22 materias. Las materias de Ingeniería Química son el eje central, comprenden áreas como Fenómenos de Transferencia, Fisicoquímica y Diseño,

con 24 materias. Las materias de especialidad están enfocadas a tres áreas, de las cuales el estudiante debe seleccionar una, con un mínimo de 7 materias, éstas son: **Ingeniería de Procesos, Metalurgia y Tecnología de Alimentos**. Para que un alumno sea considerado pasante, ha de cubrir un mínimo de 493 créditos de los cuales corresponden 423 a materias obligatorias y 70 a materias de especialidad. La mayor parte de las materias tienen asignadas horas de laboratorio, por lo cual las cargas de trabajo son alrededor de treinta horas semanales.

La reestructuración del plan de estudios 2005-2 de Ingeniería Química se realizó llevando a cabo las adecuaciones necesarias en el marco de los Criterios para la Formulación, Aprobación de Planes y Programas de Estudios, con el fin de establecer y lograr un Programa renovado e integrado al esquema de la Institución, según los Lineamientos Generales para un Modelo Curricular y que, además, considera las recomendaciones hechas por los organismos de evaluación y acreditación externos, como el Comité Interinstitucional de Evaluación de la Educación Superior (CIEES), el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) y el Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL), que implementa el Examen General de Egreso de la Licenciatura de Ingeniería Química (EGEL-IQ).

Dentro de los cambios propuestos en el plan 2005-2 se incluyen aspectos como:

- Incorporación en el currículo de las características de habilidades (creatividad), actitudes (participación responsable) y valores.
- Se consideran las influencias y tendencias regionales, nacionales y mundiales para conformar un egresado que responda a estándares nacionales e internacionales.
- Ser riguroso en los conceptos básicos y fundamentales pero flexibles para responder a la demanda de nuevas áreas de desarrollo.
- Fomentar la interdisciplinariedad como una estrategia para generar la capacidad de resolución de grandes problemas.
- Permitir eliminar las dificultades de comunicación que actualmente tienen los estudiantes.
- Fomentar el trabajo extracurricular vía la disminución de horas-aula como una estrategia para desarrollar habilidades a través de modalidades novedosas como las tutorías.
- Fomentar el proceso de vinculación con el entorno vía la realización de estancias en empresas.
- Fomentar el uso de sistemas tecnológicos modernos tales como la computación para la resolución de problemas técnicos.
- Facilitar y fomentar el proceso de titulación.

- Promover la adaptación de los cursos con el objeto de buscar soluciones a problemas reales.
- Considerar un replanteamiento de los cursos del tronco común.

El plan 2005-2 está formado por 56 asignaturas, de las cuales 51 son obligatorias y 5 optativas. Todas estas asignaturas se cursarán en un mínimo de 9 semestres y un máximo de 18 semestres.

Examinando las asignaturas de las ciencias básicas: En los primeros cinco semestres se cursan 18 asignaturas básicas de Matemáticas, Física y Química. Para estos cursos se solicita el servicio a los departamentos respectivos.

Las asignaturas propias de la profesión, son 19 cursos impartidos por Académicos del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia.

Las prácticas profesionales están integradas a la formación del estudiante, tanto en el ámbito de la investigación, así como en los diferentes segmentos del campo profesional, por ello se exige que el estudiante cumpla obligatoriamente un mínimo de 300 horas en una estancia industrial o en algún centro de investigación, estas se podrán programar al finalizar el VII semestre. Las experiencias adquiridas por los estudiantes en las prácticas serán compartidas en el espacio educativo Seminario II en el noveno semestre.

El modelo adoptado en el plan 2005-2 es de asignaturas en donde se destacan los siguientes aspectos en la estructura curricular:

- Eje de formación común
- Eje de formación básica
- Eje de formación profesional
- Eje de formación especializante
- Eje Integrador

#### **2.1.4 Personal académico, organización académica y administrativa**

Actualmente, para la reestructuración 2015-2 se considera la planta docente activa en el Departamento de Ingeniería Química y los docentes de servicio de los departamentos que lo aportan.

Para los ejes de formación básica, común e integrador se requieren académicos de las áreas de física, química, matemáticas, humanidades, entre otras.

Para atender los ejes de formación profesional y especializante de este programa, el Departamento cuenta con 40 Profesores de Tiempo Completo, 4 Técnicos Académicos y 1 Técnico Especializado, se muestra en la siguiente tabla, datos vigentes a Diciembre de 2014:

NOMBRE	PRODEP	SNI
DR. ALMAZAN HOLGUIN LUIS ALONSO	X	
DR. ALMENDARIZ TAPIA FRANCISCO JAVIER	X	X
M.A. BALCAZAR MEZA MANUEL	X	
DR. CABANILLAS LOPEZ RAFAEL ENRIQUE	X	
DRA. CARRILLO PEREZ ESTHER		
DRA. CERTUCHA BARRAGAN MARIA TERESA	X	
T.A. CERVANTES SOTO JESUS JAVIER*		
M.C. CORONADO LOPEZ JESUS HUMBERTO	X	
DR. ENCINAS ROMERO MARTIN ANTONIO	X	
M.C. GARCIA NAVARRETE GILBERTO	X	
DR. GOMEZ ALVAREZ AGUSTIN	X	X
DRA. GUERRERO GERMAN PATRICIA	X	X
Q.B. GUTIERREZ VERDUZCO ESTHER MARGARITA		
DR. HERRERA URBINA JOSE RONALDO	X	X
DR. HINOJOSA PALAFOX JESUS FERNANDO	X	X
ING. JIMENEZ RUIZ JUAN ANTONIO		
M.C. LANDAVAZO GRACIA OSVALDO		
DR. LUCERO ACUÑA JESÚS ARMANDO		X
DR. LARIOS RODRIGUEZ EDUARDO**		X
M.C. LOPEZ MAZON SYLVIA LORENIA	X	
DR. MARTIN GARCIA ABRAHAM ROGELIO	X	X
DRA. MARTINEZ MEZA GUADALUPE RAMONA *		
DRA. MONGE AMAYA ONOFRE	X	X
M.C. MONTIEL COTA AGUSTIN	X	
DR. MONTOY NORZAGARAY FCO. ARTURO		
Q.B. MUÑOZ LASTRA LUIS ANGEL		

DRA. NAVARRO ALVARADO PATRICIA		
DR. NORIEGA RODRIGUEZ JUAN ANTONIO	X	
M.C. NUÑEZ ESQUER MARCO ANTONIO		
Q.B. OCHOA LANDIN MARIA ELENA		
DR. PEREZ TELLO MANUEL	X	X
DR. PLATT LUCERO LUIS CARLOS	X	
DRA. PRECIADO FLORES SANDRA LUZ	X	X
Q.B. ROMERO ACOSTA ANGEL ANTONIO*		
M.C. RUBIO NIEBLAS VIRGILIO		
M.C. SALINAS ECHEVERRIA ALEJANDRO		
DR. SANCHEZ CORRALES VICTOR MANUEL	X	
M.C. SERVIN RODRIGUEZ JESUS LEONEL		
Q.B. SOQUI LEON ARTURO*		
DR. TIBURCIO MUNIVE GUILLERMO	X	X
DRA. TRUJILLO CAMACHO MARIA ESPERITA	X	
DR. VALENZUELA GARCIA JESUS LEOBARDO	X	X
DR. VALENZUELA SOTO ALEJANDRO	X	
M.C. VARELA SALAZAR JAIME		
DR. VAZQUEZ VAZQUEZ VICTOR MANUEL	X	X
PORCENTAJES	58	27

\*Técnico Académico    \*\*Técnico Académico Especializado

Del personal académico:

38 Tienen estudios de posgrado (84%).

25 Tienen el Grado de Doctor (56%).

26 Cuentan con Reconocimiento del Perfil Deseable PRODEP (58%).

14 De ellos pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (27%)<sup>1</sup>.

El personal administrativo de apoyo son 9 secretarias, 2 auxiliares de oficina, 5 personal de mantenimiento y 6 conserjes.

<sup>1</sup> Los currículums vitae del personal docente se encuentran en el anexo 3.

El siguiente diagrama muestra la Estructura organizacional administrativa de la División de Ingeniería a la cual está suscrito el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia.



### 2.1.5 Características de la población estudiantil potencial

Las características de la población potencial son: jóvenes entre 18 y 20 años quienes cursaron un bachillerato preferencialmente en el área de físico-matemáticas o químico-biológicas; en alguno de los subsistemas de la entidad o del país como son CETIS, COBACH, CECYTES, CBTIS y otros incorporados. En general la población estudiantil con el potencial de estudiar Ingeniería Química es aquella que posee capacidad de reflexión, análisis y comprensión de información, principios éticos, iniciativa, liderazgo y con interés por los aspectos de la transformación de la materia en productos. Otra característica importante también, se refiere al compromiso que debe poseer el estudiante, con el cuidado del medio ambiente.

### 2.1.6 Características de programas similares

Resultado del estudio comparativo entre las Universidades que ofrecen el programa de la Licenciatura en Ingeniería Química o afines se encontraron pequeñas diferencias, como: asignaturas específicas que se imparten en semestres iniciales, como Fenómenos de transporte en el tercer semestre al mismo tiempo que Ecuaciones diferenciales, entre otras características consideradas. Se analizaron los objetivos del programa, el perfil del egreso y el enfoque que las universidades le dieron a la carrera como las características principales, incluyendo la duración de la carrera y posicionamiento de la Institución, centro, o universidad que oferta el programa. Se consideraron programas de Universidades a nivel nacional como extranjeras.

Se realizó el estudio con 11 universidades nacionales, seleccionadas entre las de mayor posicionamiento a nivel nacional y de la región noroeste. Así mismo se consideraron 6 universidades extranjeras.

**Tabla 1.** Lista de Universidades Seleccionadas.

UNIVERSIDADES NACIONALES	UNIVERSIDADES EXTRANJERAS
Universidad Nacional Autónoma de México	Massachusetts Institute of Technology (MIT)
Universidad Autónoma Metropolitana	Michigan Technological University
Instituto Politécnico Nacional	Universidad de Sao Paulo
Universidad Autónoma de Nuevo León	University of Arizona
Universidad de las Américas, Puebla	Universidad de Buenos Aires, Argentina
Universidad Veracruzana	Universidad Católica de Concepción.

Universidad Autónoma de Chihuahua	
Instituto Tecnológico de Sonora	
Instituto Tecnológico de Los Mochis	
Universidad Autónoma de Baja California	
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)	

**Tabla 2.** Análisis del Objetivo, perfil de egreso y plan de estudios de las universidades seleccionadas.

Universidad		Objetivo	Perfil de egreso	Plan de estudios/Semestres /Créditos
UNAM	Facultad de Química	Formar Ingenieros químicos con una sólida preparación científico-tecnológica y una conciencia social que les permita contribuir al desarrollo nacional sustentable y a incrementar la calidad de vida del ser humano.	El ingeniero químico es un profesionalista con actitud crítica, formado para atender y transformar el sector de la industria química; capaz de participar en la concepción, diseño, construcción, operación y administración de plantas de proceso en las que la materia prima se transforme de una manera económica en productos químicos útiles al ser humano, preservando el medio ambiente; buscando el uso óptimo de los recursos materiales y energéticos y la seguridad de operarios y pobladores.	Plan de estudios semejante al programa IQ UNISON. Duración de 9 semestres y total de 405 créditos.
	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	La licenciatura en Ingeniería Química, forma profesionales que actúan interdisciplinariamente, aplicando sus conocimientos en ciencias de la Ingeniería Química, diseño de equipos,	Profesionista capaz de diseñar, manejar, optimizar, controlar y administrar procesos y proyectos para la transformación física y química de materias	Punto importante: Fenómenos de transporte y ecuaciones diferenciales en el 3er semestre

		diseño de procesos y en evaluación económica de proyectos, que tengan la capacidad de diseñar, optimizar, poner en marcha y controlar procesos de la industria química o petroquímica e industrias relacionadas con transformaciones químicas de las materias primas.	primas para la obtención de productos y servicios útiles a la sociedad.	
	Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	Formar los profesionales de la industria química que, debido a sus conocimientos, habilidades y aptitudes entiendan y sepan resolver todo lo relacionado con la operación y creación de plantas químicas, manteniendo una actitud de superación permanente, que le permita investigar, desarrollar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico en el diseño, instalación, operación, optimización y administración de plantas químicas.	El egresado tiene una visión integral y multidisciplinaria de las funciones que realizan las empresas que componen la industria de la transformación como son: administración y creación de nuevas empresas, ingeniería de procesos y proyectos, prestación de servicios técnicos de calidad y en el campo de la investigación, participa en el diseño e innovación de métodos de producción y obtención de nuevos productos sustentables, contribuyendo así al desarrollo industrial, económico y social del país.	
UAM	Unidad Azcapotzalco	Formar profesionales de la Ingeniería Química con sólidos conocimientos científicos y técnicos, conscientes de la importancia de la cultura y su papel en la sociedad, así como en el desarrollo personal y profesional, capaces de contribuir a la satisfacción de las necesidades sociales y al desarrollo de la industria del país.  Propiciar que el alumno desarrolle la capacidad para innovar, aprender por sí mismo y adquiera habilidades de pensamiento crítico, de análisis		Duración 10 a 12 trimestres, total de 405 créditos. distribuidos en a) formación propedéutica, b) formación básica, c) formación profesional, d) formación complementaria
	Unidad Iztapalapa			

		y síntesis.		
Instituto Politécnico Nacional Ingeniería química petrolera (IQP)e Ingeniero químico industrial (IQI) (programas similares a ingeniería química)	Ingeniería Química Industrial: Formar ingenieros que participen en el desarrollo social, económico e industrial del país, mediante la aplicación de la tecnología y la ciencia, en la resolución de los problemas relacionados con: la producción de bienes de consumo, el sector de servicios y el cuidado del medio ambiente, principalmente en las industrias con procesos de transformación que involucran cambios químicos y fisicoquímicos de los materiales.	Conocimientos sólidos en Ciencias Básicas y de la Profesión, cuenta también con un manejo amplio de sistemas y medios informáticos, diseña, opera y administra Plantas Químicas, a través de procesos sustentables; desarrolla tecnología enfocada a nuevos productos; aplica la simulación de procesos de forma intensiva. Con la formación que obtiene a través de los laboratorios, logra un excelente manejo de los conceptos e interpreta de mejor manera los fenómenos químicos y físicos. Tiene habilidades de liderazgo, capacidad organizacional, capacidad de adaptación, pensamiento estratégico, capacidad analítica, trabajo en equipo, facilidad para comunicarse, integración y análisis de información; con valores entre los que destacan la ética, honradez y la responsabilidad. Está formado para atender con seriedad las demandas sociales, tiene	Modelo educativo centrado en el alumno, flexible, por competencias, y que compromete al estudiante hacia una actitud responsable, ética y tolerante. Total de 430 créditos en IQP y 451 IQI.	

		un amplio conocimiento y respeto por la vida y un pensamiento de actualización y formación permanente.	
Universidad Autónoma de Nuevo León	Formar recursos humanos competentes para el diseño, operación y administración de procesos de la industria de la transformación, capaz de utilizar ética, racional y eficientemente la materia y la energía con especial cuidado del medio ambiente, contribuyendo al desarrollo sustentable de la sociedad.	Es una profesión para desempeñarse en forma totalmente práctica en la operación de procesos de la industria química y en general de la industria de la transformación, sustentando siempre sus decisiones en las leyes de la naturaleza, en general dictadas por la Física, la Cinética Química, la Termodinámica, la Conservación de la Materia y la Energía, entre otras.	Plan de estudios de 10 semestres, materias y distribución semejante al Plan IQ Unison, distribuidos en unidades de aprendizaje. Materia Ética sociedad y profesión en el 10mo semestre. Modelo educativo centrado en el aprendizaje. 3 cursos optativos. Total de 424 créditos.
Universidad de las Américas, Puebla	El egresado de Ingeniería Química, cuenta con un amplio conocimiento en los campos de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería, para desenvolverse e innovar de forma exitosa en un mundo plural y globalizado. Además, capacitado para diseñar y conducir experimentos propios de su actividad, para el planteamiento de sistemas, componentes y procesos de elaboración de nuevos productos químicos.	Creatividad para plantear sistemas, componentes y procesos de elaboración de nuevos productos químicos. Eficiencia para identificar, formular y resolver los diversos problemas de la ingeniería química. Preparación necesaria para entender el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global y social.	Duración de 8 semestres y total de 301 créditos.
Universidad Veracruzana	Formar profesionistas con conocimientos, habilidades y actitudes con un alto valor social, que les permita desarrollarse en un plano competitivo dentro de un marco global, a través de las funciones de docencia, investigación, difusión de la cultura y extensión de los servicios universitarios, con competencias inherentes al		Semejante al plan IQ UNISON en cuanto a las asignaturas. Diferente en cuanto al programa de la asignatura (experiencia educativa EE), el contenido está distribuido en saberes teóricos,

	<p>desarrollo de procesos en diferentes áreas de la Ingeniería Química, vinculados son los sectores productivos, social y de servicios con el propósito de influir en la solución de sus problemas y plantear alternativas que propicien el desarrollo sustentable.</p>		<p>heurísticos (habilidades) y axiológicos (valores); indica las estrategias metodológicas de aprendizaje y de enseñanza; indica la evaluación del desempeño dividida en evidencia del desempeño, criterios de desempeño, campo de aplicación y porcentaje. Duración de 7 semestres y total de 350 créditos.</p>
<p>Universidad Autónoma de Chihuahua</p>		<p>Opera y administra plantas industriales en donde se realizan transformaciones físicas o químicas de materias primas a productos alimenticios o agroindustriales, tomando en cuenta rentabilidad, seguridad y sustentabilidad. Diseña equipo y adapta procesos químicos que involucren transferencia de masa y calor, con conocimiento y respeto al medio ambiente.</p>	<p>UACH a partir de 1998, incorpora el Modelo Educativo por Competencias y Centrado en el Aprendizaje, en cada uno de sus programas educativos El plan de estudios incluye 3 cursos de inglés, no tiene materias optativas. Programa de la materia por competencias. Duración de 9 semestres y total de 245 créditos.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Sonora</p>	<p>Formar recurso humano de manera integral, capaz de desarrollar y/o aplicar tecnología para administrar procesos de transformación de la materia y sistemas de gestión de calidad que garanticen un desarrollo sustentable.</p>	<p>Ingeniero Químico será capaz de diseñar, desarrollar y administrar los procesos de transformación de la materia. Para ello utilizará un conjunto de procedimientos que mantengan la rentabilidad del proceso, apoyándose en sistemas</p>	<p>Plan de estudios semejante al IQ UNISON. Los programas de los cursos distribuidos en unidades de competencia. Duración de 8 semestres.</p>

		de gestión de calidad para mejorar el desempeño de los sistemas productivos y la óptima calidad del medio ambiente.	
Instituto Tecnológico de Los Mochis	Formar profesionistas con competencias para investigar, generar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico, que le permita identificar y resolver problemas en el diseño, operación, adaptación, optimización y administración en Industrias químicas y de servicios, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente, cumpliendo el código ético de la profesión, participando en el bienestar del país.		Plan de 9 a 12 semestres, los programas de asignatura por competencias.
Universidad Autónoma de Baja California		El egresado actúa interdisciplinariamente, con la aplicación de las ciencias de la ingeniería química, las operaciones básicas de procesos, el diseño, la evaluación y el análisis económico, para la obtención de productos de valor agregado en el marco de nuevos escenarios mundiales en beneficio del hombre y la sociedad, protegiendo el medio ambiente y procurando el uso eficiente de la energía y el agua.	El plan de estudios lo divide en 5 Áreas, con optativas cada una. Duración de 8 semestres y total de 350 créditos.
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) Departamento de Ingenierías Ingeniería Química Industrial	Formar profesionales en la Ingeniería Química que, además de estar al día en los últimos adelantos de la profesión, mediante una formación tecnológica sólida y profunda, tengan conocimientos de las	Interés en el estudio de las ciencias básicas y poseer habilidades para el razonamiento lógico. Capacidad de análisis e interés para dar soluciones prácticas a los	Los planes de estudio de la UPAEP, están en continua actualización. La carga académica definitiva de cada

	necesidades industriales, sociales y económicas, que contribuyan a resolver los problemas actuales y del desarrollo futuro aprovechando al máximo los recursos de la región y del país en un entorno competitivo y sin dañar al medio ambiente. Todo ello en congruencia con nuestra Misión Institucional de respeto a la persona humana en su dignidad y libertad. Los profesionales de la Ingeniería Química tendrán un alto grado de responsabilidad y congruencia en el pensar, decir y hacer y que crean y vivan valores como la verdad, la solidaridad, la honestidad, el amor y la justicia.	<p>problemas.</p> <p>Ingenio para identificar y resolver problemas.</p> <p>Gusto para realizar trabajo de laboratorio.</p> <p>Facilidad de cálculo cualitativo y cuantitativo.</p> <p>Habilidad en el uso de las matemáticas</p> <p>Habilidad para la química</p> <p>Creatividad y actitud crítica.</p> <p>Sentido de organización.</p> <p>Habilidad para manejar sus relaciones personales con miembros de un grupo de trabajo.</p> <p>Aptitud para la investigación científica</p> <p>Disciplina.</p>	<p>alumno estará en función de los resultados obtenidos en los exámenes de ubicación, de tal manera que podrá ser diferente al número de unidades indicadas en el 1er. semestre. La carrera consta de 9 semestres.</p>
--	---	---	--

#### Universidades extranjeras

	OBJETIVO	PERFIL DE EGRESO	Plan de estudios
Massachusetts Institute of Technology	Preparar a los estudiantes para dominar procesos físicos, químicos y biológicos, diseño de ingeniería y las habilidades de síntesis; modelar y resolver problemas complejos, como la traducción de la información molecular en nuevos productos y procesos; y ejercer el liderazgo en la industria, la academia y el gobierno en cuanto a las cuestiones tecnológicas, económicas y sociales. La ingeniería química ocupa una posición única en la interface entre las ciencias moleculares y la ingeniería.	Para hacer frente a los problemas complejos del mundo real, los ingenieros químicos desarrollan fuertes habilidades analíticas y en síntesis.	El programa inicia con el conocimiento fundamental de la química, la biología, la física y las matemáticas. Desde esta base, conocimientos básicos de la termodinámica de ingeniería, procesos de transporte, y la cinética química y de amplia aplicación del conocimiento molecular así como la resolución de problemas de ingeniería.
Michigan Technological University	Educación de alta calidad para preparar a los graduados para asumir posiciones de liderazgo	El egresado está capacitado para diseñar un equipo seguro,	Programas de las materias no están por competencias

	<p>dentro de la industria química Fomenta y promueve la búsqueda de nuevos conocimientos y erudición innovadora en ciencias químicas y de ingeniería</p>	<p>sostenible y económico para las plantas químicas y de fabricación biológica a gran escala. Los ingenieros químicos trabajan con frecuencia para proteger el medio ambiente mediante la invención de tecnologías más limpias o modelar los impactos ambientales de los procesos químicos.</p>	
<p>Universidad de Sao Paulo</p>		<p>Se preparan ingenieros químicos especialmente para trabajar en los campos de la investigación, el desarrollo y el diseño, lo que lo diferencia de otras escuelas de profesionales. Toda la teórica y práctica desarrollada en la escuela se complementa con prácticas en empresas asociadas. El ingeniero químico puede trabajar en muchas industrias, incluyendo la industria química, petroquímica y alimentaria</p>	<p>El programa se divide en materias y módulos de formación en estancias. La educación cooperativa es una metodología de enseñanza que promueve el aprendizaje continuo a través de las clases y el aprendizaje basado en el trabajo. Este modelo integra las empresas y las instituciones educativas en la formación de profesionales capacitados para hacer frente a la dinámica del mercado de trabajo, lo que requiere la función de ajuste rápido y conocimientos actualizados, con los que tratan las innovaciones tecnológicas del mercado de</p>

			<p>trabajo.</p> <p>En el programa se imparten los conceptos avanzados de Química y desarrolla experiencia en procesos industriales y operaciones, la simulación de situaciones que se produjeron en las fábricas.</p>
University of Arizona		<p>Los ingenieros químicos se basan en el conocimiento de las matemáticas y la ciencia, especialmente la química, para superar los problemas técnicos de manera segura y económica. Y, por supuesto, y se basan en aplicar sus conocimientos de ingeniería para resolver cualquier desafío técnico que se encuentran.</p>	<p>El programa es de 8 semestres. Son de 5 a 6 materias por semestre. Se ofrecen materias similares a las de la Unison como las básicas y las profesionalizantes. Excepto a que se incluyen:</p> <p>Diseño de Plantas, Microbiología, biorremediación, corrosión y degradación. Ing. de procesos Biológicos. Ing. de células y tejidos, Simulación de sistemas biológicos. Ing. del agua y ambiental, Química del agua</p>
Universidad de Buenos Aires, Argentina		<p>El ingeniero químico podrá desarrollar su profesión en un amplio campo de acción dentro del sector productivo:</p> <p>Prospección, extracción, transporte y distribución de gas y petróleo.</p> <p>. Procesos de generación</p>	<p>Un Ciclo Básico Común (CBC), de duración de un año, después se cursan los cinco años de la carrera en tres ciclos:</p> <p>. El ciclo inicial: matemática, física y química;</p>

		<p>de energía convencionales y no convencionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Prevención y control de la contaminación ambiental.</li> <li>. Actividades en ingeniería petroquímica.</li> <li>. Industria química fina, alimenticia, bioquímica, metalúrgica, cosmetológica, papelera, servicios, laboratorios de control de calidad, de investigación y desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. El ciclo de ciencias de la ingeniería: termodinámica, electrotecnia, mecanismos, mecánica de fluidos.</li> <li>. El ciclo profesional</li> </ul>
<p>Universidad Católica de Concepción. Departamento de Ingeniería Química. Ingeniería Civil Química</p>	<p>El prestigio adquirido en 91 años asegura a sus estudiantes un conocimiento reconocido en Chile y el extranjero, y la posibilidad de desempeñarse en destacados centros industriales que aprecian la formación y aporte de nuestros profesionales.</p> <p>El Ingeniero Civil Químico es un profesional orientado fundamentalmente a la ingeniería de procesos, definida como la transformación de materias primas en productos terminados, mediante el uso de materiales, de energía y de recursos financieros.</p>	<p>Diseñar productos y procesos industriales que digan relación con la búsqueda y evaluación de alternativas para una planta determinada. El diseño incluye el cálculo, dimensionamiento y evaluación económica y ambiental de procesos químicos.</p> <p>Analizar procesos, lo que incluye el conocimiento de la operación de equipos, la simulación, el control y la optimización de plantas químicas.</p> <p>Administrar personal, bienes y servicios.</p> <p>Aplicar la computación e informática en su campo específico</p>	<p>El programa de estudios tiene una duración de 6 años, divididos en tres ciclos que se nutren de las disciplinas esenciales para los requerimientos futuros: Ciencias Básicas como la matemática, la física y la química; Ciencias de la Ingeniería, como las transformaciones de la energía y de la materia; Ciclo Final de Cursos Profesionales, como la formulación de proyectos, administración, economía y memoria de título.</p>

Las universidades norteamericanas se manejan un tanto diferentes y tienen la característica de ser muy flexibles, la comparación en ese sentido no es del todo factible.

En cuanto a las sudamericanas no se manejan por sistema de créditos.

**Tabla 3. Comparativo de Similitudes**

Objetivo del Programa	Perfil del Egresado	Enfoque
<p>Formar los profesionales de la industria química que, debido a sus conocimientos, habilidades y aptitudes entiendan y sepan resolver todo lo relacionado con la operación y creación de plantas químicas, manteniendo una actitud de superación permanente, que le permita investigar, desarrollar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico en el diseño, instalación, operación, optimización y administración de plantas químicas.</p> <p>Formar Ingenieros químicos con una sólida preparación científico-tecnológica y una conciencia social que les permita contribuir al desarrollo nacional sustentable y a incrementar la calidad de vida del ser humano.</p>	<p>Creatividad para plantear sistemas, componentes y procesos de elaboración de nuevos productos químicos.</p> <p>Eficiencia para identificar, formular y resolver los diversos problemas de la ingeniería química.</p> <p>Preparación necesaria para entender el impacto de las soluciones de la ingeniería en un contexto global y social.</p> <p>Ingeniero Químico será capaz de diseñar, desarrollar y administrar los procesos de transformación de la materia.</p> <p>Profesionista capaz de diseñar, manejar, optimizar, controlar y administrar procesos y proyectos para la transformación física y química de materias primas para la obtención de productos y servicios útiles a la sociedad.</p> <p>Actividades en la industria química fina, alimenticia, bioquímica, metalúrgica, cosmetológica, papelera, servicios, laboratorios de control de calidad, de investigación y desarrollo, prevención y control de la contaminación ambiental.</p>	<p>Acercamiento al modelo de competencias con el programa de estudios agrupando las materias en ejes o ciclos y los contenidos de los cursos distribuidos en unidades de aprendizaje</p>

**Tabla 4. Comparativo de Diferencias**

Objetivo del Programa	Perfil del Egresado	Enfoque
<p>Preparar a los estudiantes para dominar procesos físicos, químicos y biológicos, diseño de ingeniería y las habilidades de síntesis; modelar y resolver problemas complejos, como la traducción de la información molecular en nuevos productos y procesos; y ejercer el liderazgo en la industria, la academia y el gobierno en cuanto a las cuestiones tecnológicas, económicas y sociales. La ingeniería química ocupa una posición única en la interface entre las ciencias moleculares y la</p>	<p>El egresado está capacitado para diseñar un equipo seguro, sostenible y económico para las plantas químicas y de fabricación biológica a gran escala.</p> <p>El ingeniero químico podrá desarrollar su profesión en un amplio campo de acción dentro del sector productivo: Prospección, extracción, transporte y distribución de gas y petróleo.</p>	<p>El programa se divide en materias y módulos de formación en estancias en la industria. La educación cooperativa es una metodología de enseñanza que promueve el aprendizaje continuo a través de las clases y el aprendizaje basado en el trabajo.</p> <p>Este modelo integra las empresas y las instituciones educativas en la formación de profesionales capacitados para hacer frente a la dinámica del mercado de trabajo, lo que requiere la función de ajuste</p>

ingeniería.		rápido y conocimientos actualizados, con los que tratan las innovaciones tecnológicas del mercado de trabajo. En el programa se imparten los conceptos avanzados y desarrollan experiencias en procesos industriales y operaciones, la simulación de situaciones que se produjeron en las fábricas.
-------------	--	---

### 2.1.7 Conclusión del estudio comparativo

En términos generales como resultado del análisis - diagnóstico, se obtuvo lo siguiente:

#### Perfil de egreso de programas similares

En cuanto al perfil del egresado, se encontraron muchas semejanzas tanto en los programas nacionales como extranjeros, siendo lo más coincidente: Conocimientos sólidos en Ciencias Básicas y de la Profesión, diseña y opera Plantas Químicas, a través de procesos sustentables; desarrolla tecnología enfocada a nuevos productos; aplica la simulación de procesos de forma intensiva. Con la formación que obtiene a través de los laboratorios, logra un excelente manejo de los conceptos e interpreta de mejor manera los fenómenos químicos y físicos. Tiene habilidades de liderazgo, capacidad organizacional, capacidad de adaptación, pensamiento estratégico, capacidad analítica, trabajo en equipo, facilidad para comunicarse, integración y análisis de información; con valores entre los que destacan la ética, honradez y la responsabilidad.

Las diferencias que se pueden identificar son en el sentido de la administración de procesos y el estudio de procesos biológicos y las interacciones de a nivel molecular para predecir las propiedades macro.

#### Objetivos de los programas analizados

En cuanto a los objetivos de los programas analizados, se encontraron semejanzas tanto en los programas nacionales como extranjeros, siendo lo más coincidente: El egresado actúa interdisciplinariamente, con la aplicación de las ciencias de la ingeniería química, las operaciones básicas de procesos, el diseño, la evaluación y el análisis económico, para la

obtención de productos de valor agregado en el marco de nuevos escenarios mundiales en beneficio del hombre y la sociedad, protegiendo el medio ambiente y procurando el uso eficiente de la energía y el agua. En cuanto a diferencias con los programas analizados, no se encontraron, excepto en una institución internacional que considera el estudio de procesos biológicos y las interacciones de a nivel molecular para predecir las propiedades macro.

Criterios para el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) y organismo acreditador el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI)

En esta sección se desglosan los aspectos temáticos mínimos e indispensables que el campo profesional de Ingeniería Química requiere, según los criterios de CACEI y CENEVAL y se comparan con los contenidos de las materias que ofrece el Plan de Estudios vigente de Ingeniería Química en la Universidad de Sonora.

De acuerdo a los requerimientos temáticos dados tanto por CACEI como por CENEVAL, los programas de las materias del plan de ingeniería química los tienen contemplados en su mayoría.

## **2.2. Fundamentación Socioprofesional**

En la perspectiva socioprofesional se consideran las formas sociales y profesionales que configuran la realidad cultural, de donde se rescatan las problemáticas relevantes.

En atención a este aspecto se realizó un análisis del ejercicio profesional de la Ingeniería Química, en el entorno de la situación económica y social del Estado de Sonora, en el cual se considera la opinión de empleadores y expertos de la profesión. Con esta finalidad se organizaron 2 actividades: un foro de empleadores y encuestas enviadas y respondidas por expertos. Las opiniones ahí vertidas son importantes para reflexionar en el la fundamentación del plan de estudios.

### **2.2.1 Situaciones que están modificando la profesión**

Las situaciones laborales y sociales que modifican la profesión están relacionadas con los desarrollos en las nuevas tecnologías de la información, tendencias globales de cuidado de medio ambiente, energías renovables, nuevos desarrollos tecnológicos en alimentos, estudios de nuevos materiales y procesos biotecnológicos. Los expertos y empleadores de la región opinan que es necesaria una formación especializarte en un área de la Ingeniería Química, que tengan capacidad para relacionarse, asimismo mencionan la importancia de contar en su formación, con conocimientos administrativos y económicos.

### **2.2.2 Problemáticas que habrá de enfrentar la profesión en el futuro**

En las encuestas aplicadas a expertos en ingeniería química, ellos opinaron que a futuro la profesión, deberá enfrentarse al desarrollo de nuevas tecnologías anticontaminantes, tecnología para la biorremediación de agua y suelo, desarrollo de tecnología para producir materiales biodegradables, administración de recursos humanos, materiales y económicos, lo cual se encuentra incluido en este nuevo plan de estudios.

### **2.2.3 Las nuevas demandas que se le exigirán al profesionista**

Los expertos opinan que el profesionista necesitará experiencia para desarrollar el trabajo, proponen que se realicen estancias profesionales en la industria antes de salir al campo laboral, debido a que el egresado no posee experiencia para realizar un trabajo de calidad como se está solicitando en este mundo globalizado.

### **2.2.4 Percepción del desarrollo del campo profesional en los próximos cinco, diez, quince y veinte años**

Los expertos opinan que el campo profesional en los próximos años es hacia el desarrollo tecnológico de nuevos procesos y productos que tengan menor impacto ambiental. El desarrollo de tecnología es una actividad que debe ser fomentada con mayor énfasis además resolver problemas ambientales.

### **2.2.5 Nivel de especialización que requiere el abordaje de los problemas de la profesión.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas a los expertos en el área y al resultado del Foro de empleadores, se puede notar que es cada vez más importante la necesidad de cubrir un cierto grado de especialización que le permita al profesionista un mejor desempeño en sus funciones.

### **2.2.6 Demanda de los empleadores a los egresados, en cuanto a valores, normas, procedimientos, actitudes y aptitudes.**

En el I Foro de Empleadores realizado con autoridades de la industria regional, se discutieron y analizaron los requerimientos de los empleadores hacia los egresados. Consideraron que es prioritario que el egresado tenga habilidad en manejar y aplicar sus conocimientos, ya que opinan que egresa bien preparado, sin embargo le falta práctica. También es importante que tenga habilidad de relacionarse con el personal y desarrollar trabajo en equipo. Así mismo reflexionaron sobre la importancia de los valores, así como la

buena actitud de la persona además de las aptitudes, son requisitos indispensables para la contratación.

### **2.3. Fundamentación Epistemológica de la Profesión**

Se considera la naturaleza y estructura de los contenidos curriculares, para indagar en la fundamentación epistemológica del Ingeniero Químico.

En ese sentido, podemos establecer en forma clara que la epistemología se encarga de abordar la filosofía y el conocimiento a través de la respuesta a diversas preguntas de vital importancia como las siguientes:

#### **2.3.1 Disciplinas que nutren el saber-hacer de la profesión**

Las disciplinas que nutren el saber-hacer de la Ingeniería Química son la Física, Química y Matemáticas. El estudiante de Ingeniería Química, debe tener los saberes de: física (por ejemplo: Ley de movimiento de Newton, Ley de Boyle- Mariotte, Ley de Charles y Ley de Gay Lussac), química (por ejemplo: cálculos estequiométricos, balanceo de ecuaciones, propiedades de los elementos, tipos de reacciones, grupos funcionales orgánica e inorgánica) matemáticas (por ejemplo: conceptualización del cálculo integral y diferencial, resolución gráfica, métodos numéricos, vectores y análisis matricial) para poder integrar estos saberes en las materias de termodinámica, balance de materia y energía, equilibrio y cinética química, fenómenos de transporte, análisis matemático y simulación de procesos, así como transferencia de masa, calor y momentum y operaciones difusionales.

Además de saber comunicarse de forma oral y escrita, con principios gramaticales y buena ortografía, saber trabajar en equipo y ser asertivo, saber tomar decisiones, capacidad de enfrentar retos, así como autorealización, una buena actitud, disciplinado, ser organizado, tener innovación e inventiva, tolerancia, además de tener habilidad en idiomas, computación y manejo de software.

#### **2.3.2 Relevancia de las disciplinas que conforman el núcleo central del programa académico**

Dentro de las disciplinas que conforman el núcleo central del programa académico de la Ingeniería Química se encuentran: la fisicoquímica, balance de masa y energía, fenómenos de transporte, transferencia de masa, calor y momentum, operaciones unitarias, ingenierías de reactores, ingeniería de procesos, análisis y síntesis de procesos, instrumentación, dinámica y control de procesos. Las cuales permiten al ingeniero químico

obtener una formación integral para resolver problemas relacionados con la transformación de la materia prima en productos útiles y sustentables.

### 2.3.3 Problemáticas científicas y técnicas que enfrenta el profesional actualmente

El profesional actualmente se enfrenta a la problemática relacionada al manejo de desechos industriales, reciclaje de materiales, agotamientos de recursos naturales, como agua, minerales, alimentos, suelos.

El profesional se enfrenta a un vertiginoso desarrollo tecnológico y en ocasiones al manejo de procesos alternos que incidan en ahorro de recursos, con lo que le da oportunidad a desarrollar nuevas tecnologías, como por ejemplo, de sistemas anticontaminantes, tratamientos de aguas, diseño de equipo con ahorro de energía, aportes en el área de la genética y biomédica, nuevas tecnologías para alimentos, energías alternativas, tecnologías para producir nuevos pesticidas, nanotecnología, biotecnología y tecnología de nuevos materiales.

### 2.3.4 Actitudes, aptitudes y competencias, que se exige a los profesionistas con relación a ciencia y tecnología

**Tabla 5.** Relación de conocimientos, habilidades y actitudes requeridas en los ingenieros químicos.

CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES
Fundamentos físicos y químicos que permitan el desarrollo de la disciplina, cambios de la materia y /o energía, diseño de equipo, diseño de reactores, fenómenos de transporte, termodinámica, equilibrio y cinética.	Divulgar sus conocimientos por medio de la comunicación oral y escrita. Resolver favorablemente situaciones donde se involucren transformaciones de la materia y/o la energía.	Adaptación para ser interdisciplinario y/o en equipo. Ser asertivo Innovación e inventiva Motivación
Conocimientos matemáticos que le permitan modelar y simular las operaciones Operaciones y/o Procesos unitarios	Diseñar procesos y desarrollar técnicas para la aplicación en la solución de problemas de las plantas de productos y procesos. Computación y otro (s) idiomas Abstracción	Adquirir nuevos conocimientos, adaptarse y enfrentarse a los cambios de la tecnología aplicada a la disciplina. Priorizar y toma de decisión Resiliencia Autorealización

		Homeostasis Abstracción.
Fundamentos fisicoquímicos (Termodinámica, equilibrio, cinética), así como el desarrollo de balance de materia y energía en los procesos	Diseño y/o selección de equipo	Iniciativa, ética y liderazgo Asertivo
Análisis de procesos	Formular Reglas algorítmicos o heurísticas	Razonamiento, análisis y comprensión de la información técnica
Fenómenos de transferencia de momentum, masa y energía.	Formular, Interpretar y Evaluar modelos de transporte	Trabajo en equipo Ser asertivo Priorizar y toma de decisión Resiliencia Autorrealización Homeostasis
Procesos y operaciones unitarias	Diseñar equipo y diseño de procesos y desarrollar técnicas para la aplicación en la solución de problemas de las plantas de procesos.	Priorizar y toma de decisión Resiliencia Autorrealización Homeostasis Trabajo en equipo Ordenado y/sistemático, fondo y forma Ser asertivo
Normatividad y legislación en la ingeniería química	Capacidad de implementar en los diseños la normatividad	Tolerancia, pueden ser las mencionadas anteriormente
Legislación, gestión, economía, ciencias sociales, Remediación (área medio ambiente)	Planteamiento y resolución de problemas. Manejo de software.	Visión integradora, eficaz, priorizar y toma de decisiones
Bioquímica, microbiología, nutrición, control de calidad (área alimentos)	Planteamiento y resolución de problemas. Manejo de software.	Visión integradora, eficaz, priorizar y toma de decisiones
Síntesis de procesos, diseño de equipo, resistencia de materiales, selección de materiales, operaciones mecánicas (área diseño de quipo)	Planteamiento y resolución de problemas. Manejo de software.	Visión integradora, eficaz, priorizar y toma de decisiones
Conocimientos de ingeniería económica, escalamiento e ingeniería de procesos (económico administrativa)	Planteamiento y resolución de problemas. Manejo de software.	Visión integradora, eficaz, priorizar y toma de decisiones
Energías renovables, energías convencionales y no convencionales (energía)	Planteamiento y resolución de problemas. Manejo de software.	Visión integradora, eficaz, priorizar y toma de decisiones

Biotecnología, bioquímica, cultivo celular (biotecnología)	Planteamiento y resolución de problemas. Manejo de software.	Visión integradora, eficaz, priorizar y toma de decisiones
--	--	--

### **2.3.5 Estructuras conceptuales, enfoques, paradigmas que han edificado y prevalecido en el conocimiento de la disciplina**

La ingeniería química tiene los saberes de: Química, física y matemáticas, integrando los conocimientos de termodinámica, balance, equilibrio químico, fenómenos de transporte, modelos matemáticos y simulación, así como transferencia de masa y calor, operaciones y procesos unitarios, operaciones disfuncionales, considerando los aspectos económicos, sustentables y cuidado del medio ambiente, para la producción de bienes y servicios.

Para formar un profesionalista con la preparación tal que le permita desarrollarse en espacios diversos, será un reto mantener la calidad académica de la planta de profesores adscritos al programa, incrementar la vinculación con los sectores gubernamentales y privados, y con las asociaciones de profesionistas como La Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ) y al Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQU).

Uno de los retos más importantes será introducir en el plan curricular del Ingeniero Químico conocimientos que consideren las tendencias presentes y futuras de la profesión y sus campos de trabajo, en cuanto a los procesos y a los productos, como a las herramientas que tiene a su alcance, entre estos se encuentran: la industria de procesos bioquímicos, 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 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.

### **2.3.6 Métodos y técnicas más empleadas por las disciplinas para la generación de conocimiento**

La ingeniería química, se nutre de manera importante en disciplinas como la química (orgánica e inorgánica), física y matemáticas; además de disciplinas profesionalizantes como la termodinámica, balance de materia y energía, la cinética química, fenómenos de transporte, diseño de reactores, transferencia de calor y masa, entre otras. Los métodos y

técnicas en los que se apoyan estas disciplinas son: el análisis del problema, modelación matemática, experimentación, verificación del modelo con datos experimentales y desarrollo e implementación de técnicas analíticas. El programa propuesto, permitirá que los alumnos adquieran las habilidades, capacidad de análisis, y creatividad, debido a que la mayoría de las materias del área básica y profesionalizante incluyen un componente práctico en el cual se desarrollan métodos que los alumnos tienen que practicar. En particular, en las materias del área profesionalizante, se tiene que integrar el conocimiento adquirido en los semestres previos, lo que le da un valor agregado al conocimiento adquirido.

### **2.3.7 Problemas que comúnmente han abordado las disciplinas y a las cuales se enfrenta el profesional actualmente**

Los problemas que han abordado las disciplinas son la producción de materia prima de la micro escala a gran escala, donde los problemas de uso eficiente de energía y materia han sido resueltos para minimizar residuos y consumos de energía; cumpliendo con aspectos económicos y normativos del sector productivo.

Hoy en día se requiere de profesionistas con una preparación más completa en adaptación, automatización y desarrollo de los procesos industriales, así como el manejo eficiente de los recursos humanos y económicos. El ingeniero químico debe abordar la comprensión, el control y la transformación de la naturaleza que es la razón de ser de la Ingeniería, proponer una formación en ciencias que promueve la apropiación de conceptos y contenidos axiológicos, el desarrollo de pensamientos creativo y matemático, y procesos de abstracción, creatividad y metacognición necesarios para la formación de profesionales autónomos y competentes, que pueda tener el profesional y/o empresario, capaces de adaptarse y aprender en los entornos globalizados y competitivos en los que está incursionando nuestro país en su desarrollo tecnológico, social y económico.

## **2.4. Fundamentación Filosófica**

### **2.4.1 Concepción de ser humano que se plantea formar en el plan de estudios**

El plan de estudios de Ingeniero Químico plantea formar un profesional íntegro en su profesión con los conocimientos básicos y aplicados de actualidad en la ingeniería química y las habilidades, actitudes y valores necesarios, complementados con áreas de formación como las ciencias exactas, las ciencias sociales, las humanidades y las económico administrativas así como el estudio de una segunda lengua, su incorporación al deporte y la

cultura, las cuales le ampliarán la perspectiva y lo convertirán en un ciudadano y profesionalista capaz de desenvolverse en la sociedad.

#### **2.4.2 Valores que promueve el plan de estudios**

El plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química tiene como características filosóficas los valores plasmados en la visión 2025 de la Universidad de Sonora, del Plan de Desarrollo Institucional 2013-2017. Los cuales contribuyen a alcanzar los fines propuestos:

##### ***Honestidad***

Compromiso de los universitarios de conducirse en sus ideas y expresiones con base en la verdad, y obrar con rectitud y probidad en el ejercicio de sus funciones, que se expresa, además, en el buen uso y cuidado de los recursos de la Institución.

##### ***Respeto y tolerancia***

Reconocimiento y aceptación de la existencia de la diversidad en las formas de pensar y hacer de los universitarios, y de la disponibilidad para encontrar y desarrollar las coincidencias que permitan el logro de los objetivos institucionales.

##### ***Responsabilidad social***

El ejercicio de las funciones sustantivas por parte de los universitarios, que se realiza con la participación de los actores sociales, responde a las necesidades de la sociedad y tiene efectos positivos sobre ella.

##### ***Ética***

Disposición de un conjunto de normas morales, principios y valores que orientan el desarrollo de la Universidad y que guían las ideas y acciones de sus integrantes en el ejercicio de sus funciones, teniendo como fin último el bien común.

##### ***Responsabilidad***

Los universitarios asumen la obligación de cumplir sus compromisos y deberes, y de responder por sus efectos y resultados, y, en su caso, corregirlos.

##### ***Solidaridad***

Es compromiso de todos los universitarios la adopción de causas, problemas y retos de otros individuos y grupos sociales, particularmente de los más vulnerables, así como la participación en su atención y resolución.

### ***Justicia***

En el desarrollo cotidiano de la Universidad, las diversas decisiones que se toman, se realizan invariablemente tomando en cuenta la normatividad, la razón y la equidad.

### ***Autonomía***

Capacidad de la Universidad para autogobernarse y definir la orientación académica a seguir, tomando en cuenta los requerimientos del entorno, particularmente de la sociedad sonorense, a la cual se le rinde cuentas, tanto en términos financieros como en los resultados del quehacer institucional.

### ***Equidad***

La Universidad ofrece igualdad de oportunidades a los estudiantes en el acceso a una formación de calidad y realiza acciones que limitan las situaciones de exclusión social.

### ***Compromiso con la naturaleza***

La Universidad está fuertemente comprometida con el mejoramiento de su entorno y con el cuidado de la naturaleza, formando conciencia ecológica y contribuyendo mediante la propuesta de soluciones a problemas ambientales para posibilitar e impulsar un desarrollo sostenible.

### ***Libertad de cátedra e investigación***

La libertad en el ejercicio docente y en la generación y aplicación de conocimientos, practicada dentro del marco institucional de manera congruente con los objetivos, normas y programas que la Universidad establece.

#### **2.4.3 Concepto de profesor que requiere la operación del programa**

Los Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora señalan un perfil de estudiante que demanda un profesor comprometido con la formación integral: disciplinar, social y profesional del estudiante. Por ello el programa de Licenciatura en Ingeniería Química está consciente de la necesidad de formación y actualización permanente de su personal docente tanto en lo disciplinar como en lo didáctico.

#### **2.4.4 Concepto de estudiante que se formará en el programa**

Los Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora señalan un perfil de estudiante con sentido de actualización y actitud de autoaprendizaje, capaz, competente, proclive a la interdisciplinariedad y al trabajo en equipo, responsable,

consciente de sus deberes y exigente en compartir actitudes, habilidades y conocimientos cada vez más certificados y acreditados.

## **2.5. Fundamentación Psicopedagógica**

### **2.5.1 El proceso y las modalidades de enseñanza**

En el plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química se establece con una estructura de formación de acuerdo a lo que marcan los Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora, es decir a partir de ejes formativos. De tal manera que los procesos y las modalidades de enseñanza se adecúan a la formación que se pretende en cada eje.

El proceso de diseño del plan de estudios se llevó a cabo a través del enfoque por competencias con una metodología propia de la Universidad de Sonora de acuerdo a su normativa y necesidades, pero basada en las teorías y metodologías como las propuestas por el proyecto Tuning, y los autores Perrenoud y Jonnaert, principalmente.

Los métodos de enseñanza están orientados a promover el aprendizaje y el autoaprendizaje así como la educación en línea a partir de las distintas modalidades como son asignaturas, talleres, seminarios, laboratorios, prácticas profesionales y sociales y prácticas y actividades deportivas y artísticas.

### **2.5.2 Tipo de conocimiento que se espera transmitir en las asignaturas: procedimental, actitudinal, conceptual**

Las características propias del programa de licenciatura en Ingeniería Química requieren de una formación sólida básica que le proporcionen las herramientas que le permitan adaptarse a los cambios propios del desarrollo del conocimiento. Por ello hay un balance entre lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal.

El conceptual le da las herramientas teóricas que permiten el abordaje científico que añaden pertenencia a los sistemas conceptuales organizados de la profesión en tanto a hechos, fenómenos, principios, leyes, modelos.

El procedimental está constituido por los contenidos heurísticos que permiten desarrollar la capacidad del saber hacer y requiere la reiteración de acciones que lleven a dominar dichos conocimientos.

El conocimiento actitudinal son los contenidos referentes a la forma de actuar en la profesión y que se encuentran presentes tanto de manera vertical como horizontal en el plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química y lo constituyen actitudes, valores y normas tanto propias de la profesión como los que le permiten la convivencia social.

### **2.5.3 Ambientes de enseñanza en los que se desarrollará el aprendizaje**

El ambiente de enseñanza en el aula será enriquecido con el uso de computadora, acoplado a un equipo de proyección, utilizando presentaciones audio-visuales y/o videos que despliegan imágenes con variados grados de movimiento y color, acompañadas o no de sonido. Este ambiente será impulsado por el facilitador y en el cual participa de manera importante el estudiante a través de exposiciones. El ambiente de aprendizaje en los talleres integrará los conocimientos teóricos/conceptuales con los metodológicos a través del desarrollo de metodologías y generación de competencia técnicas, estudiando los procesos de la ingeniería química a través de experiencias y en la resolución de problemas científicos a través de investigaciones.

### **2.5.4 Métodos, técnicas y estrategias de enseñanza**

En la Licenciatura en Ingeniería Química es necesario que se cubran las demandas de multidisciplinariedad, investigación, planeación, innovación, gestión, derecho, certificación que el área demande, entre otras; por lo que la formación del profesional en ingeniería química se sustenta en el enfoque educativo constructivista, en el cual se han desarrollado algunas escuelas teóricas que sustentan a las disciplinas.

Para desarrollar las capacidades del ingeniero químico, la formación de estos profesionales debe de ser transversal, es decir, adquirir y apropiarse del conocimiento de otras disciplinas que pertenecen a otras ciencias para conformar una sola unidad de conocimiento multidisciplinar, con un aprendizaje y formación integral.

En la construcción del modelo curricular de enseñanza se estructuró un plan de estudio basado en cinco ejes: el de formación común, de formación básica, de formación profesional, de formación especializante y el integrador. Sin embargo, al elaborarse el programa docente, no hay que olvidar que las competencias que persigue un proceso educativo son de tres tipos: de conocimientos, de habilidades y de actitudes y valores. Para conseguir este proceso hay que cumplir con un plan docente que se ajuste a una enseñanza específica que puede basarse en distintos métodos, como los tradicionales, métodos audiovisuales, aula interactiva, multimedia, desarrollo de proyectos, dinámicas, estudios de caso, salidas de campo, investigación activa, resolución de problemas, identificación de errores, resolución de conflictos y problemas situacionales apegados a la

realidad del temas de estudio, así como de lección magistral, clases prácticas, trabajo y debate en grupo, de seminario, tutorías, aprendizaje basado en modelos de simulación y laboratorios. Estos métodos se pueden complementar con actividades como las conferencias de profesionales, foros, congresos, encuentros, simposios, visitas a empresas, prácticas en empresas, programas de intercambio, entre otras.

En el mismo contexto, se puede considerar que el egresado de la Licenciatura de Ingeniería Química de la Universidad de Sonora, será competente para identificar y desarrollar dentro del sector oportunidades, amenazas, debilidades, será un agente de cambio en el territorio, cambio basado en la capacidad de adquirir conocimiento, desarrollar habilidades y expresarlas en ideas creativas, innovadoras y acordes a las necesidades no solo de la nueva demanda, sino a las potencialidades de la región, conocimientos que solo pueden adquirirse, mediante los métodos, técnicas y estrategias de enseñanza - aprendizaje diversas, que el docente aplique en su quehacer para transmitir el conocimiento de la Ingeniería Química.

## **2.6. Fundamentación Normativa**

### **2.6.1 Características del modelo curricular de la UNISON que asume el nuevo plan de estudio de Licenciatura en Ingeniería Química**

El plan de estudios de Licenciatura en Ingeniería Química asume las características de los Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora, las cuales a su vez están basadas en lo que establece el modelo académico basado en una estructura divisional y departamental:

- Propiciar que los servicios educativos y de investigación respondan con oportunidad, flexibilidad y pertinencia a las exigencias sociales.
- Ofrecer servicios de docencia y de investigación, de carácter multidisciplinario, sustentándose en la conjugación de recursos humanos, materiales y de infraestructura que poseen los distintos departamentos y divisiones de la institución.
- Identificarse con el cultivo y desarrollo de las disciplinas y ramas que integran el conocimiento y no con las profesiones y carreras universitarias.

### **2.6.2 Medida en que el plan de estudios incorpora las recomendaciones de los organismos acreditadores, las políticas institucionales y las políticas federales dirigidas a la educación superior**

El presente documento retoma la estrategia de la Universidad de Sonora de estimular la actualización constante de sus programas de licenciatura y la creación de nuevas ofertas educativas que lleven a las nuevas generaciones de jóvenes a atender las demandas sociales. Por esta razón, el diseño curricular atiende el conjunto de normas, políticas y programas que a nivel federal, estatal e internacional establecen el marco que orienta y regula la creación, desarrollo y consolidación de programas académicos de educación superior.

En este sentido, la propuesta mantiene congruencia con los objetivos estratégicos establecidos en planes estatales y nacionales de educación que plantean la necesidad de ampliar, diversificar y fortalecer la oferta educativa de licenciatura como condición básica para promover el desarrollo social y educativo del país y de sus regiones.

Además se han tomado en cuenta las recomendaciones de formación que propone el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI) para los programas de formación en ingeniería.

Para la elaboración del plan de estudios de Ingeniería Química 2015-2 se consideraron las áreas y subáreas que evalúa el examen de egreso del Centro Nacional de Evaluación (Egel-CENEVAL) para ingeniería química.

## **2.7. Fundamentación Metodológica**

### **2.7.1 Metodología bajo la cual se elaboró el nuevo plan de estudio**

El plan de estudios de Licenciatura en Ingeniería Química 2015-2 se elaboró siguiendo la metodología curricular con un enfoque por competencias profesionales.

- Se analizaron y abordaron las diferentes dimensiones y aspectos del currículo, desde enfoques conceptuales sólidos y de amplia potencialidad explicativa.
- Se incorporaron críticamente los avances teóricos y las propuestas innovadoras del campo curricular.

- Se construyó el currículo de Licenciatura en Ingeniería Química partiendo de análisis complejos de nuestra realidad que a su vez propiciaran la visualización de escenarios futuros viables que permitieran resolver los problemas más acuciantes que demanda la profesión no sólo en su aspecto disciplinar sino también inter y transdisciplinar.
- Se partió de plantear preguntas amplias y estimulantes (referidas a los fines de la educación) más que de cuestionamientos técnicos estrechos.
- Se impulsó el diseño de estrategias curriculares que surgieran del trabajo colegiado de los académicos que forman parte de la Licenciatura en Ingeniería Química y que promuevan en los estudiantes una sólida formación teórica, técnica y ética, que les permita participar en la creación de nuevas utopías para la construcción de un mundo más justo, humano, fraterno y solidario.

### 2.7.2 Dictaminadores externos en el diseño del plan de estudio

**Dra. Gretchen T. Lapidus Lavine.** Es licenciada en Ingeniería Química, con doctorado en la misma área. Ha sido profesora de titular del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica de Universidad Autónoma Metropolitana, de México desde 1978. Tiene experiencia docente en diversas instituciones nacionales y extranjeras. De igual manera tiene un amplio trabajo de investigación en el área, mismas que se ven reflejadas en publicaciones internacionales. (Se adjunta CV completo en el Anexo 3).

La Dra. Lapidus Lavine al revisar cuidadosamente el proyecto, mencionó que abarca los múltiples aspectos de la fundamentación e implementación del plan de estudios de la carrera, encontró que cumple no solo con todos los requerimientos solicitados de una licenciatura en Ingeniería Química por los organismos nacionales, sino el programa plantea características de clase mundial. La Dra. Lapidus Lavine también mencionó que la Ingeniería Química, como profesión, incide cada día en más campos de la vida, la formación del alumno debe centrarse en los fundamentos y paradigmas de la Ingeniería, sobre todo lo concerniente a los balances de materia y energía, la termodinámica, los fenómenos de transporte y cinética para integrarse en los aspectos del diseño de reactores y los procesos de separación, culminando en el diseño y operación de procesos y nuevos productos. En general, los conceptos descritos en los documentos logran plasmar dichas ideas y la metodología planteada para lograr los objetivos es adecuada. La Dra. Lapidus Lavine detectó como debilidades del plan de estudios propuesto, lo siguiente:

1. Número elevado de horas clase/taller/laboratorio en algunos semestres; lo que hace suponer que no deje tiempo suficiente para el aspecto analítico.

2. El séptimo semestre es un semestre es sumamente crítico y pesado; ya que en este semestre está programadas materias fundamentales de ingeniería química como lo son Mecánica de fluidos, Transferencia de Calor y Transferencia de Masa.

**Dr. Manuel Rodríguez Hernández.** Es licenciado en Ingeniería Industrial, con doctorado en Ingeniería Química, es profesor titular del Departamento de Ingeniería Química Industrial y Medio Ambiente de la Escuela Técnica Superior (ETS) de Ingenieros Industriales de Madrid desde marzo del 2000. Tiene experiencia docente también en las carreras de Ingeniero Industrial e Ingeniero Químico, Grado en Ingeniería Química y Máster Universitario en Ingeniería Química, ha dirigido más 70 proyectos de fin de carrera y tesis de Master, ha fungido como coordinador del Grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM): Educational Innovation in Chemical Engineering (EiChE), entre otros. (Se adjunta CV completo en el Anexo 3).

El Dr. Rodríguez Hernández después de revisar el proyecto menciona que es un programa bien fundamentado, equilibrado y que recoge las competencias fundamentales que necesitan los ingenieros químicos egresados para su incorporación al mercado laboral. Los programas de las asignaturas son muy completos, presentando no sólo el contenido en conocimientos sino la metodología docente y los objetivos y subobjetivos que se buscan.

El Dr. Rodríguez Hernández también comenta lo siguiente, respecto al plan de estudios:

1. En el bloque básico quizá hay un exceso de créditos asignados a física y que tal vez haría falta algún conocimiento básico, que pudiera ser importante, como es el dibujo industrial (útil en todas las asignaturas relacionadas con la ingeniería, el control el diseño y la fabricación).
2. También indica que se echan de menos en el perfil Profesionalizante, alguna asignatura como: Ingeniería del medioambiente, Optimización de procesos, Seguridad de procesos, Química industrial.

La mayoría de los comentarios de ambos revisores externos fueron considerados y se reflejan en el plan de estudios propuesto.

### **2.7.3 Medida en que el programa recupera la experiencia teórica y empírica de autores e instituciones**

Para la elaboración del nuevo plan de estudios se tomaron en cuenta los avances en el área de la ingeniería química, las tendencias actuales en el mercado y en las modificaciones curriculares en diferentes universidades con programas académicos afines al de Ingeniero Químico.

Este programa retoma la experiencia de asociaciones y organismos internacionales así como a autores para la actualización de algunos contenidos de materia y modificación de la pertinencia de materias dentro del programa.

#### **2.7.4 Líneas y proyectos de investigación asociados al programa de estudios**

##### **Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)**

Los 5 Cuerpos Académicos adscritos al Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia (Bioprocesos y Tecnología Enzimática; Metalurgia, Materiales y Medio Ambiente; Energías Renovables; Ingeniería de Materiales; Medio Ambiente y Biotecnología) y un Grupo Disciplinario (Ingeniería y Tecnología de Procesos), desarrollan las siguientes Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento:

- Ingeniería de Bioprocesos
- Tecnología Enzimática
- Energías Renovables
- Biotecnología Ambiental
- Tecnología e Ingeniería de Alimentos
- Optimización de Procesos
- Calidad de Agua, Suelo y Aire
- Ingeniería Metalúrgica
- Ingeniería de Materiales

Los proyectos de investigación asociados al Programa de Ingeniería Química son los siguientes:

1. Biorremediación en aguas residuales para reducir la concentración de metales en el Rio San Pedro, Sonora, México.
2. Producción de etanol y biodiesel a partir de flora regional sonoreense.
3. Propuesta de diseño de una planta de agua potable para desarrollo económico en la zona costera del municipio de Caborca.

4. Reutilización de llantas de desecho en la tecnología de pavimentos.
5. Aprovechamiento de las lluvias en base a la permeabilidad de suelos y obras, en el Estado de Sonora.
6. Escalamiento de una planta desaladora.
7. Análisis económico y optimización de planta desaladora
8. Construcción de un filtro portátil para la desinfección de agua.
9. Adsorción de trihalometanos de una solución acuosa con adsorbentes modificados con un surfactante.
10. Anteproyecto de diseño de planta de energía nuclear en el litoral del estado de sonora para desalar agua de mar y producir energía eléctrica.
11. Tratamiento de efluentes contaminados con metales pesados con bacterias aerobias aisladas del rio San Pedro.
12. Remoción de iones cromo con wollastonita natural a partir de soluciones sintéticas de cromo (VI) en medio ácido.
13. Tratamiento de aguas residuales para reducir la concentración de metales pesados utilizando un reactor anaerobio.
14. Evaluación de la eficiencia de remoción de manganeso en agua potable para consumo humano, de la Ciudad de Navojoa, Sonora, utilizando zeolita natural.
15. Análisis comparativo de cinco isotermas de adsorción para la remoción de flúor en agua potable.
16. Estudio de la solubilidad y bioactividad de biocerámicos sinterizados de wollastonita natural en fluidos fisiológicos simulados.
17. Evaluación técnico-económica del proyecto novillo-desaladora.
18. Comparación del proyecto de desaladora "El Cochori" y "Bahía de Kino"
19. Comparación técnico-económica del uso de energías para plantas desaladoras en el litoral sonorenses.

20. Síntesis y caracterización de materiales compuestos de hidroxiapatita-wollastonita-kitosana.
21. Reducción de los niveles de flúor en las fuentes de abasto de agua de Hermosillo, Sonora. (Etapa I: investigación científica básica).
22. Mejoramiento de la textura de tortilla de harina de maíz extrudida con adición de hemicelulasa.
23. Cinética de inmovilización de biomasa anaerobia acidogénica en un reactor empacado con zeolita.
24. Tratamiento de aguas residuales con alto contenido de nitrógeno empleando reactores anaerobios de alta tasa.
25. Propuesta de diseño y selección óptima de equipo de presión y de asientos de volutas a la desalación de agua de mar.
26. Selección óptima de membranas para desalación de agua de mar.
27. Determinación de la calidad del aire respecto de partículas suspendidas totales y metales pesados en seis ciudades del Estado de Sonora, durante un período anual.
28. Adsorción de arsénico en una columna empacada con zeolita pre-tratada
29. Evaluación de la redisolución de metales pesados (Cu, Fe, Mn, Pb, Zn) en sedimentos de la presa Abelardo L. Rodríguez, Sonora, México, utilizando un modelo cinético de lixiviación.
30. Caracterización de la producción de etanol a partir de *Ipomoea arborecens* (palo blanco).
31. Reducción electroquímica de selenio en soluciones generadas en el procesamiento de lodos anódicos de refinación de cobre.
32. Proceso de producción de DNA plasmídico purificado y cuantificación de producto en cada etapa por HPLC-HIC.
33. Estabilización en escoria de vanadio presente en el catalizador agotado, generado en las plantas de ácido sulfúrico en el Complejo Metalúrgico "La Caridad" en Nacozari de García, Sonora.

34. Biosorción de Cu y Fe con biomasa anaerobia acidogénica inmovilizada en clinoptilolita.
35. Diseño de sistemas para el tratamiento del agua hipersalada y la energía proporcionada por la misma, a la desalación de agua de mar. Primera parte.
36. Prototipo para el tratamiento de aguas residuales domésticas y diseño de equipo". Primera y segunda parte.
37. Efecto (modelos) de la rugosidad y propuestas para disminuirla en las paredes de poros en membranas para desalar agua de mar. Primera parte.
38. Estudio de la dinámica poblacional de bacterias aisladas de aguas contaminadas con metales pesados en el proceso de biosorción.
39. Análisis de pruebas respirométricas utilizando un bodtraktm II para la determinación de la DBO5 de diferentes tipos de aguas residuales.
40. Construcción, arranque y operación de un biodigestor anaeróbico experimental para estiércol de ganado vacuno proveniente de ordeñas rurales.
41. Monitoreo de calidad del aire respecto a PM10 y PM2.5 en la estación Hermosillo, ubicada en el Campus de la Unidad Centro de la UNISON, de septiembre de 2011 a diciembre de 2012.
42. Desarrollo de un proceso estructurado y sustentable de biolixiviación para el incremento de la recuperación de cobre en terreros/producción biomasa para biolixiviación.
43. Evaluación de la biodisponibilidad y movilidad de metales pesados en residuos sólidos minero-metalúrgicos.
44. Síntesis, caracterización y evaluación de las propiedades biológicas, de biocompuestos de hidroxiapatita-wollastonita, preparados mediante una técnica sol-gel alternativa.
45. Diseño, construcción y caracterización de un reactor enzimático de lecho empacado para la síntesis de lípidos estructurados.
46. Estudio de la recuperación y purificación de DNA plasmídico (pDNA) por membranas: ultrafiltración tangencial y cromatografía de intercambio iónico.

47. Novedosas nanopartículas Fe-C funcionalizadas para remover  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{Zn}^{2+}$  en aguas residuales de la industria minera metalúrgica de la zona noroeste de México
48. Diseño de sistemas para el tratamiento del agua hipersalada y la energía proporcionada por la misma, a la desalación de agua de mar. Segunda parte.
49. Obtención de químicos a partir de agua hipersalada y su industrialización. Primera parte.
50. Producción de lodos anódicos de calidad fisicoquímica óptima para perfeccionar la electrorefinación de cobre.
51. Estudio comparativo de la cinética de adsorción de metales potencialmente tóxicos en biomasa aerobia y anaerobia.
52. Estudio teórico-experimental de los mecanismos de fragmentación de partículas sulfurosas en condiciones de fusión instantánea.
53. Desarrollo de receptores térmicos para sistemas termosolares de enfoque puntual.
54. Recuperación de oro y plata de soluciones cianuradas usando el proceso de electrocoagulación con electrodos de aluminio.
55. Optimización de la producción de biomasa para la biolixiviación de minerales de cobre de baja ley en sistema batch.

### **III. PLAN DE ESTUDIOS Y OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA**

#### **3.1 Objetivos del Plan de Estudios**

##### **3.1.1 Objetivo general**

Formar profesionistas con un perfil integral, competentes en el ámbito de la Ingeniería Química, orientados al aprendizaje permanente, con calidad humana y socialmente responsables con el propósito de que atiendan la problemática de los Procesos Físicos y/o Químicos, su modelación y simulación, monitoreo y control de sus parámetros, su diseño y análisis económico.

### 3.1.2 Objetivos específicos

- Promover el desarrollo del pensamiento lógico, crítico y creativo con una actitud de aprendizaje permanente, capacidad de interpretar y analizar problemas, habilidad de comunicación oral y escrita, que le permitan al estudiante en formación, la generación y adquisición de nuevos saberes relativos a química, física, matemáticas y los conocimientos propios de la profesión, entre los que se pueden citar, balance de materia y energía, fisicoquímica, diseño de reactores, fenómenos de transporte, procesos unitarios, factibilidad de proyectos de inversión, con la finalidad de resolver las problemáticas con actitudes innovadoras y emprendedoras, éticas y competitivas.
- Propiciar la formación de actitudes honestas, responsables, solidarias, respetuosas, empáticas, tolerantes, con disponibilidad e integridad que denoten la internalización de valores que facilitan el crecimiento personal en sus dimensiones emocional, humanista y física.
- Contribuir al fortalecimiento de los valores y las actitudes que le permiten al profesionista relacionarse, convivir con otros y trabajar en equipo en forma responsable, ética, empático, colaborativo, proactivo, comprometida y tolerante, propiciando la sensibilización, cubriendo las expectativas sociales y profesionales.
- Proporcionar al estudiante en formación las experiencias educativas que permitan el desarrollo de los saberes teóricos, heurísticos y axiológicos que sustentan el saber hacer de la profesión de la Ingeniería Química y que requerirá para su inserción en los diversos ámbitos de su profesión.

### 3.2. Competencias Específicas

**Competencia 1:** Identifica, analiza y diagnostica el efecto o impacto de las variables de un proceso físico y/o químico.

Basados en leyes y modelos son identificados y analizados los efectos de la temperatura, presión y composición en los procesos físicos y químicos. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son listadas a continuación:

Algebra

Análisis Químico Aplicado

Análisis Instrumental Aplicado

Balance de Materia y Energía

Calculo Diferencial e Integral I

Calculo Diferencial e Integral II

Cinética Química  
Diseño de Equipo  
Equilibrio Químico  
Física I  
Física II  
Física III  
Ingeniería de Costos  
Ingeniería de Proyectos  
Ingeniería Eléctrica  
Ingeniería Térmica  
Instrumentación y Control  
Laboratorio de Ingeniería Química I  
Laboratorio de Ingeniería Química II  
Laboratorio de Ingeniería Química III  
Laboratorio de Ingeniería Química IV  
Mecánica de Fluidos  
Operaciones Mecánicas  
Operaciones Unitarias I  
Operaciones Unitarias II  
Optativa Integradora de Investigación  
Probabilidad y Estadística  
Programación de Computadoras  
Química General e Inorgánica  
Química Orgánica  
Termodinámica I  
Termodinámica II  
Transferencia de Masa  
Transferencia de Calor

**Competencia 2:** Analiza y resuelve problemas relacionados con los cambios fisicoquímicos de materia y energía.

Mediante el uso de leyes, modelos y principios son analizados y resueltos problemas relacionados con los cambios fisicoquímicos de materia y energía; donde son caracterizados la cantidad de energía asociada a cambios físicos y químicos, el porcentaje de masa que reacciona en un proceso químico y el porcentaje de energía que se transforma de una energía a otra. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son las siguientes:

Algebra  
Análisis de Procesos I  
Análisis Químico Aplicado  
Análisis Instrumental Aplicado

Balance de Materia y Energía  
Calculo Diferencial e Integral I  
Calculo Diferencial e Integral II  
Calculo Diferencial e Integral III  
Cinética Química  
Ecuaciones Diferenciales  
Equilibrio Químico  
Fenómenos de Transporte  
Física I  
Geometría Analítica  
Ingeniería Térmica  
Laboratorio de Ingeniería Química I  
Laboratorio de Ingeniería Química II  
Laboratorio de Ingeniería Química III  
Métodos Numéricos  
Operaciones Unitarias I  
Operaciones Unitarias II  
Química General e Inorgánica  
Termodinámica I  
Termodinámica II

**Competencia 3:** Diseña e implementa mejoras para el desarrollo óptimo de un proceso físico y/o químico.

Mediante leyes y modelos diseña e implementa mejoras en la realización óptima de procesos físicos o químicos seleccionando temperatura, presión y composición del sistema objetivo. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son listadas a continuación:

Algebra  
Balance de Materia y Energía  
Calculo Diferencial e Integral I  
Calculo Diferencial e Integral II  
Cinética Química  
Diseño de Equipo  
Ecuaciones Diferenciales  
Equilibrio Químico  
Fenómenos de Transporte  
Física I  
Ingeniería de Procesos  
Ingeniería de Proyectos

Ingeniería de Reactores  
Ingeniería Térmica  
Laboratorio de Ingeniería Química I  
Laboratorio de Ingeniería Química II  
Laboratorio de Ingeniería Química III  
Laboratorio de Ingeniería Química IV  
Métodos Numéricos  
Operaciones Unitarias I  
Operaciones Unitarias II  
Probabilidad y Estadística  
Programación de Computadoras  
Química General e Inorgánica  
Termodinámica II

**Competencia 4:** Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones, relacionándolos con la teoría para explicar los fenómenos físicos y/o químicos.

Mediante herramientas matemáticas interpreta y evalúa datos obtenidos mediante observaciones y mediciones y los relaciona con leyes, modelos y principios teóricos para explicar los fenómenos físicos y/o químicos. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son las siguientes:

Algebra  
Análisis Químico Aplicado  
Análisis Instrumental Aplicado  
Balance de Materia y Energía  
Cálculo Diferencial e Integral I  
Cálculo Diferencial e Integral II  
Calculo Diferencial e Integral III  
Cinética Química  
Diseño de Equipo  
Ecuaciones Diferenciales  
Equilibrio Químico  
Fenómenos de Transporte  
Física I  
Física II  
Física III  
Geometría Analítica  
Ingeniería Eléctrica  
Instrumentación y Control  
Laboratorio de Ingeniería Química I  
Laboratorio de Ingeniería Química II

Laboratorio de Ingeniería Química III  
Laboratorio de Ingeniería Química IV  
Mecánica de Fluidos  
Métodos Numéricos  
Operaciones Unitarias I  
Operaciones Unitarias II  
Probabilidad y Estadística  
Programación de Computadoras  
Química General e Inorgánica  
Química Orgánica  
Termodinámica I  
Termodinámica II  
Transferencia de Calor  
Transferencia de Masa

**Competencia 5:** Emplea conocimientos y herramientas económico-administrativos para analizar cambios y transformaciones en plantas industriales con respecto a nuevos productos y servicios.

Mediante conocimientos y herramientas económico-administrativas selecciona condiciones de temperatura, presión y composición de procesos que satisfacen las condiciones impuestas por parámetros económico-administrativos y por parámetros del desarrollo óptimo de un proceso. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son listadas a continuación:

Algebra  
Calculo Diferencial e Integral I  
Calculo Diferencial e Integral II  
Ecuaciones Diferenciales  
Ingeniería de Costos  
Ingeniería de Proyectos  
Métodos Numéricos  
Probabilidad y Estadística  
Producción  
Programación de Computadoras

**Competencia 6:** Aplica técnicas de simulación y optimización para determinar los valores más convenientes de las variables de interés en un proceso físico y/o químico.

Mediante el uso de leyes, modelos y principios, lenguajes de programación y técnicas matemáticas son desarrollados e implementados algoritmos de simulación y optimización de procesos en los cuales se obtendrán las variables de interés para los procesos físicos y/o

químicos como son temperatura, presión y composición. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son las siguientes:

Algebra  
Análisis de Procesos I  
Balance de Materia y Energía  
Cálculo Diferencial e Integral I  
Calculo Diferencial e Integral II  
Cinética Química  
Diseño de Equipo  
Ecuaciones Diferenciales  
Equilibrio Químico  
Fenómenos de Transporte  
Geometría Analítica  
Ingeniería de Reactores  
Instrumentación y Control  
Laboratorio de Ingeniería Química I  
Laboratorio de Ingeniería Química II  
Laboratorio de Ingeniería Química III  
Laboratorio de Ingeniería Química IV  
Mecánica de Fluidos  
Métodos Numéricos  
Operaciones Unitarias I  
Operaciones Mecánicas  
Operaciones Unitarias II  
Probabilidad y Estadística  
Programación de Computadoras  
Termodinámica I  
Transferencia de Calor  
Transferencia de Masa

**Competencia 7:** Diseña sistemas de instrumentación y control para mantener el comportamiento óptimo de un proceso físico y/o químico.

Mediante técnicas de instrumentación y control diseña sistemas con actuadores para lograr ciertas condiciones de temperatura, presión, composición, flujos y niveles para mantener el comportamiento óptimo de un proceso físico y/o químico. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son listadas a continuación:

Algebra  
Análisis de Procesos  
Balance de Materia y Energía

Calculo Diferencial e Integral I  
Calculo Diferencial e Integral II  
Materiales en Ingeniería  
Cinética Química  
Diseño de Equipo  
Ecuaciones Diferenciales  
Equilibrio Químico  
Fenómenos de Transporte  
Geometría Analítica  
Ingeniería de Reactores  
Ingeniería Térmica  
Instrumentación y Control de Procesos  
Laboratorio de Ingeniería Química IV  
Mecánica de Fluidos  
Métodos Numéricos  
Operaciones Mecánicas  
Operaciones Unitarias I  
Operaciones Unitarias II  
Probabilidad y Estadística  
Programación de Computadoras  
Termodinámica II  
Transferencia de Calor  
Transferencia de Masa

**Competencia 8:** Conocimiento de las fronteras de la investigación en la Ingeniería Química y sus aplicaciones.

Mediante seminarios, investigaciones y consultas en revistas especializadas de aspectos de Ingeniería Química serán conocidas los desarrollos y tendencias de la Ingeniería Química; actuales y futuras. Las asignaturas relacionadas con esta competencia son las siguientes:

Algebra  
Análisis de Procesos  
Análisis Químico Aplicado  
Análisis Instrumental Aplicado  
Balance de Materia y Energía  
Calculo Diferencial e Integral III  
Materiales en Ingeniería  
Cinética Química  
Diseño de Equipo  
Ecuaciones Diferenciales  
Equilibrio Químico

Fenómenos de Transporte  
Física I  
Física II  
Física III  
Ingeniería de Procesos  
Ingeniería de Proyectos  
Ingeniería de Reactores  
Ingeniería Térmica  
Métodos Numéricos  
Operaciones Unitarias I  
Operaciones Unitarias II  
Probabilidad y Estadística  
Programación de Computadoras  
Química General e Inorgánica  
Química Orgánica  
Seminario I  
Seminario II  
Termodinámica I  
Termodinámica II  
Transferencia de Calor  
Transferencia de Masa

### **3.3. Perfil de Ingreso**

El perfil de ingreso que deben de cubrir los futuros alumnos de la Licenciatura en Ingeniería Química incluye:

#### **Conocimientos**

- Sólidos en matemáticas, física y química.
- Comunicación oral y escrita.
- Métodos y procedimientos de las ciencias básicas.

#### **Aptitudes**

- Capacidad de razonamiento, análisis, síntesis y creatividad.
- Facilidad para el trabajo en equipo.

#### **Actitudes y valores**

- Disposición para coordinar y trabajar en grupo.
- Ética en la responsabilidad que implica el desarrollo de la ingeniería.

- Disposición para el trabajo científico.
- Disposición para desarrollar una actitud crítica y autocrítica.
- Incorporar la autoformación y actualización como forma de superación.
- Capacidad para autoaprendizaje.
- Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.

### **3.4. Requisitos de Ingreso**

1. Haber concluido íntegramente los estudios de bachillerato en las áreas de física, química y matemáticas.
2. Presentar examen de conocimientos básicos en la fecha indicada.
3. Para la selección de aspirantes se considerará: El 60% del resultado del examen de conocimientos básicos y el 40% del promedio registrado de bachillerato.
4. Obtener una calificación mínima de 60 como promedio ponderado.
5. Y los requisitos de acuerdo a la convocatoria vigente de la Dirección de Servicios Escolares.

### 3.5. Perfil de Egreso

El egresado de la licenciatura en Ingeniería Química de la Universidad de Sonora es un profesionista con competencias en el ámbito industrial, investigativo del medio ambiente, alimentos, biotecnología y energía capaz de aplicar los conocimientos multidisciplinares promoviendo el desarrollo sustentable del entorno y con una formación integral que le permite desarrollarse a sí mismo.

**Tabla 6.** Relación de los elementos del campo profesional, conocimientos, actitudes y habilidades del ingeniero químico.

ELEMENTOS	
Campo profesional	Puede desempeñarse en la industria de la transformación, investigación, empresas privadas y gubernamentales cuidando las normas de protección del ambiente y energía. Así mismo, como profesional independiente y de servicios en consultorías y asesorías.
Conocimientos	Posee una formación multidisciplinar en la que convergen las áreas de matemáticas, físicas, químicas, ambientales, económicas-administrativas y sociales aplicadas en los procesos de transformación.
Actitudes	Posee una actitud de servicio y de respeto a las diversas culturas, convive y trabaja en forma colaborativa, responsable, ética, empática, proactivo, comprometido y tolerante.
Habilidades	Adquiere habilidades para: a) Comunicarse de forma oral y escrita en español e inglés; b) El manejo de las tecnologías de la información y la comunicación en el área de ingeniería química.

### **3.6. Requisitos de Egreso**

1. Cumplir con la totalidad de los créditos del programa.
2. Haber obtenido un resultado de al menos 900 puntos en el el Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) del CENEVAL.
3. Haber acreditado el idioma inglés a partir de alguna de las siguientes opciones:
  - El nivel V de inglés del Departamento de Lenguas Extranjeras.
  - La obtención de al menos 400 puntos en el examen TOEFL.
  - Estancia internacional en idioma inglés de tres meses como mínimo.
  - Al menos una asignatura aprobada que haya sido impartida en idioma inglés y que sea a nivel superior.
4. Cumplir con el servicio social.
5. Cumplir con las prácticas profesionales.

### 3.7. Estructura del Plan de Estudios

El plan de estudios de Licenciatura en Ingeniería Química comprende un total de 63 materias, de las cuales 6 corresponden al Eje Común, 17 al Eje Básico, 28 al Eje Profesionalizante, 7 al Eje Integrador y 5 al Eje Especializante.

**Tabla 7.** Estructura del plan de estudios por ejes

EJE	ASIGNATURAS	TOTAL ASIGNATURAS	CRÉDITOS	TOTAL DE CRÉDITOS
COMÚN	Estrategias para aprender a aprender <sup>(4)</sup>	6	3	16
	Características de la sociedad actual <sup>(8)</sup>		3	
	Nuevas tecnologías de la información y la comunicación <sup>(1)</sup>		3	
	Ética y desarrollo profesional <sup>(5)</sup>		3	
	Culturest		2	
	Deportes <sup>(6)</sup>		2	
BÁSICO	Física I <sup>(1)</sup>	17	10	134
	Calculo Diferencial e Integral I <sup>(2)</sup>		8	
	Química general e Inorgánica <sup>(3)</sup>		9	
	Algebra <sup>(2)</sup>		8	
	Física II <sup>(1)</sup>		10	
	Calculo Diferencial e Integral II <sup>(2)</sup>		8	
	Química orgánica <sup>(3)</sup>		9	
	Geometría Analítica <sup>(2)</sup>		8	
	Probabilidad y estadística <sup>(2)</sup>		8	
	Física III <sup>(1)</sup>		10	
	Calculo Diferencial e Integral III <sup>(2)</sup>		8	
	Ecuaciones diferenciales <sup>(2)</sup>		8	
	Sustentabilidad en la ingeniería <sup>(7)</sup>		4	
	Análisis químico aplicado		8	
	Métodos numéricos <sup>(2)</sup>		8	
	Programación de computadoras		6	
Cultura emprendedora <sup>(7)</sup>	4			
PROFESIONAL	Introducción a la ingeniería química	28	2	160
	Análisis instrumental aplicado		8	
	Materiales en Ingeniería		6	
	Optativa Profesionalizante I		3	
	Optativa Profesionalizante II		3	
	Ingeniería eléctrica		6	
	Equilibrio químico		6	
	Balance de materia y energía		6	
	Ingeniería de costos		6	

	Diseño de equipo		6	
	Producción <sup>(7)</sup>		6	
	Cinética química		6	
	Termodinámica I		6	
	Termodinámica II		6	
	Fenómenos de transporte		6	
	Operaciones mecánicas		6	
	Análisis de procesos I		6	
	Ingeniería de reactores		6	
	Transferencia de calor		6	
	Mecánica de fluidos		6	
	Transferencia de masa		6	
	Operaciones unitarias I		6	
	Análisis de procesos II		6	
	Instrumentación y control de procesos		6	
	Ingeniería térmica		6	
	Ingeniería de proyectos		6	
	Ingeniería de procesos		6	
	Operaciones unitarias II	6		
	INTEGRADOR	Laboratorio de Ing. Química I	7	4
Laboratorio de Ing. Química II		4		
Laboratorio de Ing. Química III		4		
Laboratorio de Ing. Química IV		4		
Seminario I		2		
Seminario II		2		
Prácticas profesionales		20		
ESPECIALIZANTE	Monitoreo Ambiental *	5	6	30
	Bioquímica General **		6	
	Introducción a la Energía ***		6	
	Bioquímica de Alimentos ****		6	
	Optativa 1 *****		6	
	Optativa 2 *****		6	
	Optativa 3 *****		6	
	Optativa 4 *****		6	

Departamentos de Servicio que ofrecen las asignaturas

- (1) Departamento de Física
- (2) Departamento de Matemáticas
- (3) Departamento de Ciencias Químico Biológicas
- (4) Departamento de Letras y Lingüística
- (5) Departamento de Derecho
- (6) Departamento de Ciencia del Deporte y Actividad Física
- (7) Departamento de Ingeniería Industrial
- (8) Departamento de Economía

- \* Obligatoria para el área de especialidad en Ambiental
- \*\* Obligatoria para el área de especialidad en Biotecnología
- \*\*\* Obligatoria para el área de especialidad en Energía
- \*\*\*\* Obligatoria para el área de especialidad en Alimentos
- \*\*\*\*\* Las optativas corresponderán a la especialidad elegida

En el caso de las asignaturas obligatorias para las áreas de especialidad, los alumnos al momento de inscribirse al VI semestre les aparecerán en el sistema las asignaturas obligatorias de todas las áreas de especialidad; sin embargo, solo podrán elegir la correspondiente a la de una especialidad y al momento de inscribirse en ésta, desaparecerán del sistema las materias obligatorias del resto de las especialidades. Una vez aprobada dicha materia obligatoria, podrán seleccionar el resto de las materias optativas de la especialidad elegida.

La normativa requiere cumplir con lo siguiente: el eje común 16 créditos; eje básico 35% mínimo; eje profesional 40% máximo; eje integrador 5% mínimo; eje especializante 15% máximo.

En la siguiente tabla se muestra la distribución de créditos por eje y por semestre, cumpliendo con la normativa.

**Tabla 8.** Distribución de créditos por eje en los semestres

SEM	EJE COMÚN	EJE BÁSICO	EJE PROFESIONAL	EJE INTEGRADOR	EJE ESPECIALIZANTE	TOTAL
I	8	35	2	0	0	45
II	8	43	0	0	0	51
III	0	44	6	0	0	50
IV	0	12	29	0	0	41
V	0	0	33	4	0	37
VI	0	0	30	4	6	40
VII	0	0	24	2	6	32
VIII	0	0	18	4	12	34
IX	0	0	18	6	6	30
Prácticas profesionales	0	0	0	20	0	20
Total	16	134	160	40	30	380
%	4	35	42	11	8	100%

La carga en créditos por semestres es: como mínimo 20 créditos, los créditos normales serán los correspondientes al semestre, y como máximos serán los correspondientes al semestre más 10 créditos.

**Tabla 9.** Relación de materias y sus requisitos

Sem.	Clave	Asignatura	Horas			Créditos	Requisito
			Teoría	Lab.	Taller		
I	0120	Estrategias para aprender a aprender	0	0	3	3	
	0123	Nuevas tecnologías de la información y la comunicación	0	0	3	3	
	6885	Física I	3	2	2	10	
	6881	Cálculo diferencial e integral I	3	0	2	8	
	Q01	Química general e inorgánica	3	2	1	9	
	8980B	Introducción a la ingeniería química	0	0	2	2	
	6880	Álgebra	3	0	2	8	
0119	Deporte	0	0	2	2		
II	0121	Características de la sociedad actual	0	0	3	3	
	0124	Ética y desarrollo profesional	0	0	3	3	
	8242	Física II	3	2	2	10	6885
	6884	Cálculo diferencial e integral II	3	0	2	8	6881
	Q02	Química orgánica	3	2	1	9	Q01
	Q03	Química analítica aplicada	3	2	0	8	Q01
	6886	Geometría analítica	3	0	2	8	6880
0119	Culturest	0	0	2	2		
III	8985B	Termodinámica I	2	0	2	6	8242
	6890	Probabilidad y estadística	3	0	2	8	6884
	8253	Física III	3	2	2	10	8242
	6889	Cálculo diferencial e integral III	3	0	2	8	6884
	6895	Ecuaciones diferenciales	3	0	2	8	6884
	8983B	Programación de computadoras	1	0	4	6	6880
	6893	Sustentabilidad en la ingeniería	1	0	2	4	
IV		Optativa Profesionalizante I	0	0	3	3	100 créditos
	8239B	Métodos numéricos	3	0	2	8	6895
	8987B	Equilibrio Químico	2	0	2	6	8985B
	IQ04	Análisis instrumental aplicado	3	2	0	8	Q03
	IQ05	Materiales en ingeniería	2	0	2	6	Q01
	8988B	Balace de materia y energía	2	0	2	6	8985B, 6895
	6906	Cultura Emprendedora	1	0	2	4	100 créditos
V		Optativa Profesionalizante II	0	0	3	3	150 créditos
	IQ06	Ingeniería Eléctrica	3	0	0	6	8253
	8990B	Cinética Química	2	0	2	6	8985B
	8993B	Termodinámica II	2	0	2	6	8988B
	8992B	Fenómenos de Transporte	2	0	2	6	8988B
	IQ07	Diseño de Equipo	2	0	2	6	IQ05
	8989	Laboratorio de Ingeniería Química I	0	4	0	4	8987B, 8988B
VI	IQ08	Producción	3	0	0	6	200 créditos
	8997	Laboratorio de Ingeniería Química II	0	4	0	4	8989, 8990B, 8992B, 8993B
	8996B	Transferencia de Calor	2	0	2	6	8993B

	8995B	Transferencia de Masa	2	0	2	6	8992B
	9027	Ingeniería de Costos	2	0	2	6	200 créditos
	6941	Operaciones Mecánicas	2	2	0	6	IQ07
		Especializante Obligatoria	2	2	0	6	200 créditos
VII	9001B	Análisis de Procesos I	2	0	2	6	8992B
	9002B	Ingeniería de Reactores	2	0	2	6	8990B
	IQ09	Mecánica de Fluidos	2	0	2	6	8992B
	IQ10	Ingeniería Térmica	2	0	2	6	8993B
	9007B	Seminario I	0	0	2	2	250 créditos
		Optativa Especializante I	2	2	0	6	
VIII	9000B	Operaciones Unitarias I	2	0	2	6	8995B, 8996B
	9008	Laboratorio de Ingeniería Química III	0	4	0	4	8997, 9002B, IQ09, 8995B,8996B
	9005B	Análisis de Procesos II	2	0	2	6	9001B
	IQ11	Instrumentación y Control de Procesos	2	0	2	6	9001B
		Optativa Especializante II	2	2	0	6	
		Optativa Especializante III	2	2	0	6	
IX	IQ12	Laboratorio de Ingeniería Química IV	0	4	0	4	9005B, 9008, IQ11
	9006B	Ingeniería de Proyectos	2	0	2	6	9027
	9010B	Ingeniería de Procesos	2	0	2	6	9000B,9002B
	9011B	Seminario II	0	0	2	2	9007B
	9004B	Operaciones Unitarias II	2	0	2	6	9000B
		Optativa Especializante IV	2	2	0	6	

Tabla 10. Mapa curricular de la licenciatura en ingeniería química (Ver Anexo 5)

I				II				III				IV				V				VI				VII				VIII															
Módulos para egresar a egresar				Fundamentos de la ciencia de los materiales				Tecnologías I				HjI P I				HjI P II				Prácticas				Bases de Procesos I				Ejercicios Bases I				Introducción a Ingeniería Química I											
120	3	3	C	121	3	3	C	0400	3	6	P	0	3	3	P	0	3	3	P	1000	0	6	P	0001	3	6	P	0000	3	6	P	0000	3	6	P	1012	4	4	I				
0			NI	0			NI	3	0342	01	0	100	HjI	0	100	HjI	3	300	01	3	0420	01	3	0400, 0406	01	3	0400, 0406	01	0	0400, 1011, 0400	01												
Bases tecnológicas e introducción a la licenciatura				Módulos de bases prácticas				Prácticas e actividades				Módulos avanzados				Ingeniería Básica				Introducción a Ingeniería Química II				Ingeniería de Materiales				Introducción a Ingeniería Química III				Ingeniería de Procesos											
122	3	3	C	124	3	3	C	0400	3	0	0	0220	3	0	0	1006	0	6	P	0402	4	4	I	0020	3	6	P	0000	4	4	I	0000	3	6	P	0000	3	6	P				
0			NI	0			NI	3	0004	01	3	0000	01	3	0000	01	3	0202	01	0	0405, 0406, 0400, 0402	01	3	0400	01	3	0020, 1004, 0400, 0406, 0402	01	3	0027	01												
Base I con Introducción				Base II con Introducción				Base III con Introducción				Bases Avanzadas				Cálculo Básico				Tecnologías de Base				Módulos de Info				Bases de Procesos II				Ingeniería de Procesos											
0400	4	10	0	0242	4	10	0	0202	4	10	0	0420	3	6	P	0400	3	6	P	0400	3	6	P	1004	3	6	P	0000	3	6	P	0000	3	6	P	0000	3	6	P	0000	3	6	P
3			NI	3			NI	3	0242	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3											
Cálculo Básico e algebra I				Cálculo Básico e algebra II				Cálculo Básico e algebra III				Bases tecnológicas especiales				Tecnologías II				Tecnologías de Base				Ingeniería Básica				Introducción a Cálculo de Procesos				Bases II											
0401	3	0	0	0404	3	0	0	0404	3	0	0	1004	3	0	P	0420	3	6	P	0400	3	6	P	1010	3	6	P	1011	3	6	P	0010	3	6	P	0010	3	6	P	0010	3	6	P
3			NI	3			NI	3	0404	01	3	3	002	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0400	01	3	0010	01	3										
Bases físicas e introducción				Bases químicas				Bases tecnológicas I				Módulos de ingeniería				Fundamentos de Tecnología				Ingeniería de Cálculo				Bases I				HjI B III				Ejercicios Bases II											
001	3	4	0	002	3	4	0	0400	3	0	0	1000	3	6	P	0420	3	6	P	0027	3	6	P	0020	3	3	I	3	300	01	3	0000	3	6	P	0000	3	6	P				
3			NI	3			NI	3	0404	01	3	3	001	01	3	0400	01	3	0400	01	3	300	01	0	300	01	3	0000	01	3	0000	01	3										
Introducción a ingeniería química				Bases de bases físicas				Fundamentos de tecnologías				Bases de bases químicas				Bases de bases tecnológicas				Ejercicios Bases				HjI B II				HjI B III				HjI B IV											
0400	3	3	P	002	3	0	0	0420	4	6	0	0400	3	6	P	1007	3	6	P	0401	3	6	P	3	3	6	P	3	3	6	P	3	3	6	P	3	3	6	P	3	3	6	P
0			NI	0			NI	1	0000	01	3	0400	01	3	0400, 0400	01	3	1000	01	3	1007	01	3	3	3	6	P	3	3	6	P	3	3	6	P								
Bases				Cálculo avanzado				Bases tecnológicas de ingeniería				Cálculo de bases tecnológicas				Introducción a Ingeniería Química I				Bases I																							
0400	3	0	0	0404	3	0	0	0402	3	4	0	0406	3	4	0	0404	4	4	I	3	3	6	P																				
3			NI	3			NI	1			01	1	100	01	0	0405, 0406	01	3	300	HjI																							
Bases				Cálculo																																							
114	3	3	C	114	3	3	C																																				
0			NI	0			NI																																				
40				01				00				41				27				40				22				24				20											

Cálculo de Cálculo	16
Cálculo de Bases	124
Cálculo de Prácticas	160
Cálculo de Ejercicios	20
Cálculo de Tecnologías	20
Cálculo de Bases Prácticas	20
Cálculo Total	300

### 3.8. Asignaturas Optativas

Las asignaturas optativas están divididas en dos de los cinco ejes de formación: el profesionalizante y el especializante.

**Tabla 11.** Relación de materias optativas y sus requisitos

Clave	Asignaturas	Créditos	Horas			Eje	Requisitos
			Teoría	Lab.	Taller		
QN	Metodología de la Investigación	3	0	0	3	P	100 créditos
8981B	Redacción	3	0	3	3	P	100 créditos
3909B	Relaciones Humanas	3	0	0	3	P	150 créditos
9003B	Legislación Industrial	3	0	0	3	P	150 créditos
9015	Monitoreo Ambiental	6	2	0	2	E	200 créditos
9017	Calidad del Suelo	6	2	0	2	E	9015
IQAMB1	Manejo integral de la calidad del aire	6	2	0	2	E	9015
IQAMB2	Diseño de plantas de tratamiento de aguas	6	2	0	2	E	9015
9016	Administración y Gestión Ambiental	6	2	0	2	E	9015
6969	Bioquímica General	6	2	0	2	E	200 créditos
IQBIOT1	Cultivo Celular	6	2	0	2	E	6969
6967	Biotecnología de Procesos	6	2	0	2	E	6969
IQBIOT2	Bioprocesos	6	2	0	2	E	6969
IQBIOT3	Tópicos de Biotecnología	6	2	0	2	E	6969
6972	Introducción a la Energía	6	2	0	2	E	200 créditos
6973	Electricidad e Industria Eléctrica	6	2	0	2	E	6972
6977	Fuentes renovables de Energía	6	2	0	2	E	6972
6975	Energía y Desarrollo Sustentable	6	2	0	2	E	6972
6976	Administración de la Energía	6	2	0	2	E	6972
6974	Energéticos Convencionales	6	2	0	2	E	6972
6978	Bioquímica de	6	2	0	2	E	200 créditos

	Alimentos						
6979	Microbiología Industrial	6	2	0	2	E	6978
6937	Tecnología de Alimentos	6	2	0	2	E	6978
IQALIM1	Ingeniería de Alimentos	6	2	0	2	E	6978
6936	Seminario de Tópicos de Alimentos	6	2	0	2	E	6978
IQ13	Control Estadístico de Procesos	6	2	0	2	E	6978

**Área de Acentuación:** El eje de formación Especializante incluye 4 áreas de conocimiento.

**Tabla 12.** Áreas de eje especializante

ÁREA DE FORMACIÓN DEL EJE ESPECIALIZANTE	ASIGNATURAS					
<b>Ambiental</b>	Monitoreo Ambiental	Química del Suelo	Manejo integral de la calidad del aire	Diseño de plantas de tratamiento de aguas	Administración y Gestión Ambiental	
<b>Biotecnología</b>	Bioquímica General	Cultivo Celular	Biotecnología	Bioprocesos	Tópicos de Biotecnología	
<b>Energía</b>	Introducción a la Energía	Electricidad e Industria Eléctrica	Fuentes Renovables de Energía	Energía y Desarrollo Sustentable	Administración de la Energía	Energéticos Convencionales
<b>Alimentos</b>	Bioquímica de Alimentos	Microbiología Industrial	Tecnología de Alimentos	Ingeniería de Alimentos	Seminario de Tópicos de Alimentos	Control Estadístico de Procesos

Los estudiantes que realicen Veranos de la Ciencia o Estancias de investigación se les acreditarán 10 créditos del total del plan de estudios, que pueden ser equivalentes con materias optativas.

### 3.9. Duración del Programa

La duración normal prevista del programa de Licenciatura en Ingeniería Química es de 9 semestres y el plazo máximo para cursarlo será de 20 semestres.

### 3.10. Orientación Didáctica

La licenciatura se impartirá en la modalidad de semipresencial. El profesor como mediador del aprendizaje deberá:

- Fomentar la formación de grupos *colaborativos*. Hoy, el aprendizaje *colaborativo* es considerado como la nueva forma de aprender. A través del trabajo colegiado, los estudiantes aprenden a confrontar opiniones, a aceptar sus dificultades, a ser solidarios y apoyarse mutuamente, a trabajar en proyectos comunes, a generar sus propias normas y a cumplir responsablemente con los compromisos aceptados y adoptados por el colectivo.
- Promover la participación activa de cada uno de sus estudiantes, garantizando así, el derecho a la intervención y la cooperación entre los integrantes del curso.
- Incentivar las discusiones grupales. Concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje como una entidad articulada e indisociable, en donde el estudiante es una persona dinámica, responsable y partícipe de su propio aprendizaje y el docente es el promotor de condiciones que favorecen el aprendizaje de sus alumnos.
- Respetar las opiniones y propuestas de los alumnos aunque no las comparta.
- Evitar imponer sus ideas y perspectivas personales.
- Prescindir de la enseñanza solamente verbalista.

### **3.11. Nivel de Dominio de un Segundo Idioma**

Se requiere de un manejo de lectura y comprensión de inglés, que se puede demostrar por la obtención de, al menos, 400 puntos en el examen TOEFL, o bien, el nivel V otorgado por el Departamento de Lenguas Extranjeras de la Universidad de Sonora. También se puede cumplir con los criterios de alguna de las opciones equivalentes aprobadas por el H. Colegio Académico de la Universidad de Sonora.

### **3.12. Modalidades de Titulación**

Son las establecidas por la Universidad de Sonora en su Reglamento Escolar vigente. Una vez que el pasante cumpla con los requisitos generales para la obtención del título profesional los cuales son:

- I. Haber aprobado la totalidad del plan de estudios del programa correspondiente.
- II. Haber cumplido el Servicio Social Universitario.

III. Haber satisfecho los requerimientos específicos establecidos para la opción de titulación seleccionada.

IV. Acreditar al menos el nivel V de inglés conforme a los niveles establecidos por el Departamento de Lenguas Extranjeras de la Universidad.

V. No tener adeudos con la Universidad.

VI. Realizar los trámites correspondientes ante la Dirección de Servicios Escolares.

Las opciones para la titulación son:

- Por promedio.
- Examen nacional de calidad profesional.
- Tesis profesional.
- Trabajo profesional.
- Servicio social comunitario.
- Prácticas profesionales.
- Otras que apruebe el H. Colegio Académico de la Universidad de Sonora.

### **3.13. Servicio Social**

El Servicio Social es aquella actividad académica, de carácter temporal y obligatorio, que realizan los estudiantes como parte de su formación profesional, en beneficio de la comunidad y en estrecha relación con la problemática que plantea el desarrollo de la región y del país. Esta actividad permite al estudiante aplicar sus conocimientos en una problemática social concreta, con el fin de conocerla y transformarla.

Requisitos:

- Haber cubierto como mínimo el 70% de los créditos académicos del Plan de Estudios correspondientes.
- Contar con la disponibilidad de 4 horas diarias para la realización del servicio social, hasta completar 480 horas.

### **3.14. Prácticas Profesionales**

Son un conjunto de actividades y quehaceres propios de la formación profesional del estudiante, que le permite relacionarse con el medio laboral donde se desempeñará y le da la oportunidad de aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas a través de su formación académica.

Las prácticas profesionales están integradas a la formación del estudiante, tanto en el ámbito de la investigación, así como en los diferentes segmentos del campo profesional, por ello se exige que el estudiante cumpla obligatoriamente un mínimo de 320 horas en una estancia industrial o en algún centro de investigación, estas se podrán programar al finalizar el VI semestre. Las experiencias adquiridas por los estudiantes en las prácticas serán compartidas en el espacio educativo Seminario II en el noveno semestre.

Tener como mínimo 260 créditos académicos aprobados del Plan de Estudios correspondientes.

### **3.15. Movilidad**

Para estudiantes de la Universidad de Sonora interesados en el programa de movilidad estudiantil, las condiciones son:

1. Haber cubierto el 50% de los créditos del plan de estudios, al momento de solicitar su ingreso al programa de Movilidad Estudiantil y no estar cursando el último semestre de estudios.
2. El estudiante deberá ser un alumno regular.
3. Tener un promedio global igual o mayor a 90 o, en su defecto, un promedio igual o mayor a 85 y 10.0 puntos por arriba del promedio medio de la carrera.
4. No tener adeudos de ningún tipo con la Universidad de Sonora.
5. El estudiante deberá cursar al menos 4 materias equivalentes en la Universidad destino.
6. La participación en el programa de movilidad es de un periodo escolar y podrá solicitarse participar en un segundo periodo si el alumno ha cumplido satisfactoriamente con su plan de trabajo del primer periodo y realizar las comprobaciones y gestiones establecidas para el segundo período.

### 3.16. Tabla de Equivalencias

**Tabla 13.** Equivalencias entre las asignaturas del plan 2015-2 con el plan 2005-2 de Ingeniería Química

Clave	PLAN 2015-2	Clave	PLAN 2005 -2
6881	Cálculo Diferencial e Integral I	6881	Cálculo Diferencial e Integral I
6880	Algebra	6880	Algebra
Q01	Química General e Inorgánica	6883	Química I
8980B	Introducción a la Ing. Química	8980	Introducción a la Ing. Química
0123	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación	0123	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación
0120	Estrategias para Aprender a Aprender	0120	Estrategias para Aprender a Aprender
6885	Física I / Lab.	6885	Física I / Lab.
0119	Deporte	0119	Deporte
0121	Características de la Sociedad Actual	0121	Características de la Sociedad Actual
0124	Ética y Desarrollo Profesional	0124	Ética y Desarrollo Profesional
8242	Física II / Lab.	8242	Física II / Lab.
6884	Cálculo Diferencial e Integral II	6884	Cálculo Diferencial e Integral II
Q02	Química Orgánica	8984	Química Orgánica
Q03	Análisis Químico Aplicado	8982	Química Industrial I
6886	Geometría Analítica	6886	Geometría Analítica
0119	Cultura	0119	Cultura
	Optativa Profesionalizante I		
6890	Probabilidad y Estadística	6890	Probabilidad y Estadística
8253	Física III / Lab.	8253	Física III / Lab.
6889	Cálculo Diferencial e Integral III	6889	Cálculo Diferencial e Integral III
6895	Ecuaciones Diferenciales	6895	Ecuaciones Diferenciales
IQ04	Análisis Instrumental Aplicado	8982	Química Industrial II
6893	Sustentabilidad en las Ingenierías	6893	Sustentabilidad en las Ingenierías
	Optativa Profesionalizante II		
8239B	Métodos Numéricos para Ingeniería	8239	Métodos Numéricos para Ingeniería
8985B	Termodinámica I	8985	Termodinámica I
8983B	Programación de Computadoras en Ingeniería	8983	Programación de Computadoras en Ingeniería
IQ05	Materiales en Ingeniería	8991	Ciencia de los Materiales
6906	Cultura Emprendedora	6906	Cultura Emprendedora
IQ06	Ingeniería Eléctrica		
8987B	Equilibrio Químico	8987	Equilibrio Químico
8988B	Balance de Materia y Energía	8988	Balance de Materia y Energía
9027	Ingeniería de Costos		
IQ07	Diseño de Equipo		
IQ08	Producción		
8989	Laboratorio de Ing. Química I	8989	Laboratorio de Fundamentos de Ing. Química I

8990B	Cinética Química	8990	Cinética Química
8993B	Termodinámica II	8993	Termodinámica II (I.Q.)
8992B	Fenómenos de Transporte	8992	Fenómenos de Transporte
6941	Operaciones Mecánicas		
	Optativa Especializante I		Optativa I
9001B	Análisis de Procesos I	9001	Análisis de Procesos I
9002B	Ingeniería de Reactores	9002	Ingeniería de Reactores
8996B	Transferencia de Calor	8996	Transferencia de Calor
IQ09	Mecánica de Fluidos	8999	Flujo de Fluidos
8995B	Transferencia de Masa	8995	Transferencia de Masa
8997	Laboratorio de Ing. Química II	8997	Laboratorio de Fundamentos de Ing. Química II
	Optativa Especializante II		Optativa II
9029	Prácticas Profesionales	9029	Prácticas Profesionales
9000B	Operaciones Unitarias I	9000	Operaciones Unitarias I
9008	Laboratorio de Ing. Química III	9008	Laboratorio de Fundamentos de Ing. Química III
9007B	Seminario I	9007	Seminario I
9005B	Análisis de Procesos II	9005	Análisis de Procesos II
IQ11	Instrumentación y Control de Procesos	9009	Dinámica y Control de Procesos
IQ10	Ingeniería Térmica		
	Optativa Especializante III		Optativa III
IQ12	Laboratorio de Ing. Química IV	9008	Lab. de Dinámica y Control de Procesos
9006B	Ingeniería de Proyectos	9006	Ingeniería de Proyectos
9010B	Ingeniería de Procesos	9010	Ingeniería de Procesos
9011B	Seminario II	9011	Seminario II
9004B	Operaciones Unitarias II	9004	Operaciones Unitarias II
	Optativa Especializante IV		Optativa IV
	Optativa Especializante V		Optativa V

**Tabla 14.** Equivalencias entre las asignaturas del plan 2015-2 de Ingeniería Química con el plan 2010-2 de Ingeniería Metalúrgica.

<b>Clave</b>	<b>PLAN 2015-2</b>	<b>Clave</b>	<b>PLAN 2010-2 DE INGENIERIA METALURGICA</b>
6881	Cálculo Diferencial e Integral I	6881	Cálculo Diferencial e Integral I
6880	Algebra	6880	Algebra
Q01	Química General e Inorgánica		
8980B	Introducción a la Ing. Química		
0123	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación	0123	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación
0120	Estrategias para Aprender a Aprender	0120	Estrategias para Aprender a Aprender
6885	Física I / Lab.	6885	Física I / Lab.
119	Deporte		Deporte
0121	Características de la Sociedad Actual	0121	Características de la Sociedad Actual
0124	Etica y Desarrollo Profesional	0124	Etica y Desarrollo Profesional
8242	Física II / Lab.	8242	Física II / Lab.
6884	Cálculo Diferencial e Integral II	6884	Cálculo Diferencial e Integral II
Q02	Química Orgánica	8984	Química Orgánica
Q03	Análisis Químico Aplicado		
6886	Geometría Analítica	6886	Geometría Analítica
119	Cultura		Cultura
	Optativa Profesionalizante I		
6890	Probabilidad y Estadística	6890	Probabilidad y Estadística
8253	Física III / Lab.		
6889	Cálculo Diferencial e Integral III	6889	Cálculo Diferencial e Integral III
6895	Ecuaciones Diferenciales	6895	Ecuaciones Diferenciales
IQ04	Análisis Instrumental Aplicado		
6893	Sustentabilidad en las Ingenierías	6893	Sustentabilidad en las Ingenierías
	Optativa Profesionalizante II		
8239B	Métodos Numéricos para Ingeniería	8239	Métodos Numéricos para Ingeniería
8985B	Termodinámica I	8985	Termodinámica I
8983B	Programación de Computadoras en Ingeniería	8983	Programación de Computadoras en Ingeniería
IQ05	Materiales en Ingeniería		
6906	Cultura Emprendedora	6906	Cultura Emprendedora
IQ06	Ingeniería Eléctrica		
8987B	Equilibrio Químico		
8988B	Balance de Materia y Energía	8988	Balance de Materia y Energía
9027	Ingeniería de Costos		
IQ07	Diseño de Equipo		
IQ08	Producción		
8989	Laboratorio de Ing. Química I		
8990B	Cinética Química		
8993B	Termodinámica II		
8992B	Fenómenos de Transporte		

6941	Operaciones Mecánicas		
	Optativa Especializante I		
9001B	Análisis de Procesos I		
9002B	Ingeniería de Reactores		
8996B	Transferencia de Calor		
IQ09	Mecánica de Fluidos		
8995B	Transferencia de Masa		
8997B	Laboratorio de Ing. Química II		
	Optativa Especializante II		
9029	Prácticas Profesionales		
9000B	Operaciones Unitarias I		
9008B	Laboratorio de Ing. Química III		
9007B	Seminario I		
9005B	Análisis de Procesos II		
IQ11	Instrumentación y Control de Procesos		
IQ10	Ingeniería Térmica		
	Optativa Especializante III		
IQ12	Laboratorio de Ing. Química IV		
9006B	Ingeniería de Proyectos		
9010B	Ingeniería de Procesos		
9011B	Seminario II		
9004B	Operaciones Unitarias II		
	Optativa Especializante IV		
	Optativa Especializante V		

**Tabla 15.** Equivalencias entre las asignaturas del plan 2015-2 de Ingeniería Química con el plan 2013-2 de Ingeniería en Materiales.

<b>Clave</b>	<b>PLAN 2015-2</b>	<b>Clave</b>	<b>PLAN 2013-2 DE INGENIERIA EN MATERIALES</b>
6881	Cálculo Diferencial e Integral I	6881	Cálculo Diferencial e Integral I
6880	Algebra	6880	Algebra
Q01	Química General e Inorgánica	6883	Química I
8980B	Introducción a la Ing. Química		
0123	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación	0123	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación
0120	Estrategias para Aprender a Aprender	0120	Estrategias para Aprender a Aprender
6885	Física I / Lab.	6885	Física I / Lab.
119	Deporte		Deporte
0121	Características de la Sociedad Actual	0121	Características de la Sociedad Actual
0124	Etica y Desarrollo Profesional	0124	Etica y Desarrollo Profesional
8242	Física II / Lab.	8242	Física II / Lab.
6884	Cálculo Diferencial e Integral II	6884	Cálculo Diferencial e Integral II
Q02	Química Orgánica		
Q03	Análisis Químico Aplicado		
6886	Geometría Analítica	6886	Geometría Analítica
119	Cultura		Cultura
	Optativa Profesionalizante I		
6890	Probabilidad y Estadística	6890	Probabilidad y Estadística
8253	Física III / Lab.		
6889	Cálculo Diferencial e Integral III	6889	Cálculo Diferencial e Integral III
6895	Ecuaciones Diferenciales	6895	Ecuaciones Diferenciales
IQ04	Análisis Instrumental Aplicado		
6893	Sustentabilidad en las Ingenierías	6893	Sustentabilidad en las Ingenierías
	Optativa Profesionalizante II		
8239B	Métodos Numéricos para Ingeniería	8239	Métodos Numéricos para Ingeniería
8985B	Termodinámica I	8985	Termodinámica I
8983B	Programación de Computadoras en Ingeniería	8983	Programación de Computadoras en Ingeniería
IQ05	Materiales en Ingeniería		
6906	Cultura Emprendedora	6906	Cultura Emprendedora
IQ06	Ingeniería Eléctrica		
8987B	Equilibrio Químico		
8988B	Balance de Materia y Energía	8988	Balance de Materia y Energía
9027	Ingeniería de Costos		
IQ07	Diseño de Equipo		
IQ08	Producción		
8989	Laboratorio de Ing. Química I		
8990B	Cinética Química		
8993B	Termodinámica II		
8992B	Fenómenos de Transporte	8992	Fenómenos de Transporte

6941	Operaciones Mecánicas		
	Optativa Especializante I		
9001B	Análisis de Procesos I		
9002B	Ingeniería de Reactores		
8996B	Transferencia de Calor		
IQ09	Mecánica de Fluidos		
8995B	Transferencia de Masa		
8997	Laboratorio de Ing. Química II		
	Optativa Especializante II		
9029	Prácticas Profesionales		
9000B	Operaciones Unitarias I		
9008	Laboratorio de Ing. Química III		
9007B	Seminario I		
9005B	Análisis de Procesos II		
IQ11	Instrumentación y Control de Procesos		
IQ10	Ingeniería Térmica		
	Optativa Especializante III		
IQ12	Laboratorio de Ing. Química IV		
9006B	Ingeniería de Proyectos		
9010B	Ingeniería de Procesos		
9011B	Seminario II		
9004B	Operaciones Unitarias II		
	Optativa Especializante IV		
	Optativa Especializante V		

### **3.17. Estrategias de Seguimiento y Evaluación del Plan de Estudios**

Con la implementación del nuevo plan de estudios de Ingeniería Química en la Universidad de Sonora, es importante contemplar un proceso de seguimiento y evaluación de la misma, a través de estrategias que permitan el buen desarrollo de la formación de los estudiantes y el desempeño óptimo de los docentes de acuerdo a las necesidades que marca la propuesta curricular. Lo anterior podrá lograrse mediante el desarrollo de exámenes departamentales, mismos que ya se aplican en algunas áreas del programa; así como también, mediante la implementación de una estrategia en la cual se trabajará en un formato para la presentación de la calendarización de los temas a cubrir por asignatura de forma semanal, y el desarrollo de una metodología para evaluación de cumplimiento de dichos contenidos calendarizados durante el semestre.

El proceso puede ser llevado a cabo a través de mecanismos sencillos de evaluación del proceso aprendizaje enseñanza mismos que servirán para llevar a cabo adecuaciones que mejoren y actualicen el programa de estudios. Es conveniente el apoyo de un asesor curricular para que el seguimiento sea llevado a través de técnicas y estrategias adecuadas de acuerdo a las propuestas curriculares actuales y adecuadas a la institución.

### **3.18. Mecanismos de Evaluación y Actualización**

Por su parte, para la evaluación curricular el artículo 3 del documento Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes y Programas de Estudios, aprobado por el H. Colegio Académico, establece que:

“Para mantener la actualidad de los planes y programas de estudio de nivel técnico y licenciatura deberán ser evaluados en su totalidad al menos cada 5 años y, en su caso modificados”.

Debido al rápido avance que se manifiesta en la actualidad en las diferentes disciplinas del conocimiento, las distintas profesiones deben estructurarse para llevar a cabo modificaciones al plan de estudios de una manera rápida y eficiente, esto sin duda será enriquecido por el proceso de seguimiento de la implementación.

Para efectos de contar con una revisión de esa naturaleza se propone mantener un Comité de Evaluación de Licenciatura en Ingeniería Química que analizará los siguientes aspectos:

- Cambios en el mercado de trabajo
- Avances en el conocimiento técnico, científico y humanístico de la Licenciatura en Ingeniería Química.
- Perfil del egresado.
- Organización curricular y contenidos.

De este análisis el comité emitirá un dictamen a la planta académica de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Química y dará seguimiento para que se lleven a cabo las modificaciones que se consideren viables y pertinentes en el plan de estudios. Este análisis deberá hacerse en forma periódica. Los nuevos programas de estudios deberán ser evaluados un año después de egresada la primera generación de alumnos que hayan cursado dicho plan de estudios.

## **IV. INFRAESTRUCTURA**

### **4.1. Espacios Físicos y Equipo de Cómputo**

El Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia cuenta con la siguiente infraestructura física, para la atención a los Programas de Licenciatura en los edificios 5-B, 5-C, 5-E, 5-F, 5-I y 5-Q.

En el edificio 5-B, se encuentran las oficinas del Departamento, el área de secretarías, el archivo, la coordinación del programa, una sala de cómputo con 25 computadoras, un área de entrega recepción, 7 cubículos y una sala de juntas.

El edificio 5-C cuenta con 13 laboratorios, 10 cubículos, un taller de reparaciones, 2 aulas para 20 estudiantes, oficinas del posgrado, sala de juntas y el archivo de posgrado.

El edificio 5-E cuenta con 3 aulas para 40 estudiantes, 2 aulas para 30 estudiantes y 4 cubículos.

El edificio 5-F cuenta con un aula para 20 estudiantes.

El edificio 5-I cuenta con 2 laboratorios, 3 aulas para 30 estudiantes, 8 cubículos y una sala de estudios.

Finalmente, en el edificio 5-Q se cuenta con 8 laboratorios, una aula para estudiantes del posgrado con 6 computadoras y 16 cubículos de maestros.

En los laboratorios los estudiantes realizan prácticas relacionadas con energía, diseño de equipo, alimentos, medio ambiente y biotecnología. Así mismo los laboratorios cuentan con equipos modulares de prácticas, equipo de análisis instrumental, máquinas y herramientas. Cada aula y laboratorio cuenta con computadora, proyector y equipo de aire acondicionado. Los cubículos son de aproximadamente 3 X 3.5 m. Los laboratorios son de aproximadamente 20 X 10 m.

## **4.2. Recursos Bibliográficos**

El Sistema Institucional Bibliotecario (SIB) está constituido por una biblioteca digital [www.biblioteca.uson.mx/](http://www.biblioteca.uson.mx/) y 21 centros de documentación. El 100% de los centros ofrece servicios en la modalidad de estantería abierta con acceso a la Red Institucional Bibliotecaria (RIB), esto permite a los usuarios llevar a cabo tareas como consulta de catálogo en línea del acervo bibliográfico así como también el acceso a una amplia gama de información disponible en formato electrónico a través de la Biblioteca Digital. Donde se encuentran integradas y organizadas las diversas colecciones de acervos electrónicos que dispone la institución entre los que se encuentran: 50 suscripciones a bases de datos, 19 colecciones de revistas, que engloban un total de 5,702 títulos en texto completo, 26,068 libros, 4,988 tesis digitales y 112 libros del fondo antiguo y que brinda sus servicios vía Internet las 24 horas del día de los 365 días del año.

El SIB tiene capacidad para atender, de manera simultánea a 3200 usuarios, donde puede utilizar todos los servicios que éste pone a su disposición a través de todas las bibliotecas que la integran, ya que es un sistema totalmente automatizado y enlazado a través de la Red Institucional Bibliotecaria, donde además de los acervos en formato impreso, pone a su disposición una amplia gama de información actualizada vía Internet, misma que puede ser accesible desde cualquier biblioteca, cualquier equipo de cómputo que se encuentre en el rango de dirección IP de la Institución y por acceso remoto fuera del campus universitario.

Por su parte los estudiantes y maestros de Ingeniería Química utilizan la Biblioteca Central y la Biblioteca del Posgrado en Ciencias e Ingeniería, ésta cuenta con material bibliográfico para el programa: 7069 títulos de libros con 9495 volúmenes de estos; 953 títulos de tesis de maestría y doctorado con un total de 1532 volúmenes y 220 títulos de revistas especializadas con un total de 31270 volúmenes.

## V. VINCULACIÓN

La Universidad de Sonora comprometida con su comunidad, desarrolla acciones de vinculación que formaliza y regula a través de convenios de colaboración con los sectores educativo, público, social y privado.

Las instituciones en las cuales han realizado intercambios y cuyos convenios se encuentran vigentes para los estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Química:

1. Universidad Nacional Autónoma de México
2. MEXFITEC, Francia
3. Universidad de Concepción Chile
4. EENCF École Nationale Supérieure de Chimie de Clermont-Ferrand. Francia
5. ENSCL École Nationale Supérieure de Chimie de Lille. Francia
6. ENSCM École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, Francia
7. ENCCF Clermont-Ferrand
8. Universidad Estatal de Campinas, Brasil
9. Instituto Politécnico Nacional
10. Universidad Nacional de Cuyo
11. University of Regina
12. Universidad de Santiago de Compostela
13. INSA Rennes
14. INSA Rouen
15. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
16. Universidad de Guanajuato
17. Université Laval, Quebec
18. Kansas State University
19. Lakehead University, Canada
20. Universidad Autónoma de Baja California
21. Universidad Autónoma de San Luis Potosí
22. Michigan Technological University
23. École Nationale Supérieure de Chimie de Lille