



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

T E S I S

Crítica y Propuesta del programa de estudios de la asignatura: Ingeniería de Reactores

A partir del seminario “La Ingeniería Química para egresados en Ingeniería Química”
(Aplicaciones de los aspectos más importantes de la carrera)

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA:

GABRIEL SALAZAR SALDIVAR

DIRECTOR DE TESIS:

MTRO. VICTOR ALBERTO CORVERA PILLADO

MÉXICO D.F

JUNIO 2014

DEDICATORIA

Con amor y cariño dedicado:

A esa fuerza inmensa que todos los días me acompaña, y para mi es **DIOS**.

A ese hombre que se quedó en el camino de mi carrera pero siempre está conmigo y es el mayor ejemplo de esfuerzo, tenacidad y lucha que tuve durante su vida, mi padre: **DANIEL SALAZAR DÍAZ**.

A la mujer que con sus adversidades, su carácter, sus bondades, sus cuidados, por ser mi cómplice de juegos y consentirme siempre, y quien junto a mi padre me dio la vida, y no ha dejado de creer en mí a pesar de toda circunstancia y sumado a lo anterior por soportar mi mal carácter, mi madre: **LUCINA SALDIVAR DELGADO**.

A quienes siempre me han acompañado en todo momento en el pensamiento a pesar de la distancia física y de tener poco tiempo para ellos por mis diferentes ocupaciones, mis hermanos: **RAMÓN, HUMBERTO Y ENRIQUETA**, los quiero.

A quienes veo como mis hermanos más chicos aunque no lo sean, y me han hecho la vida más agradable y llevadera, por compartir su alegría, sus inquietudes y triunfos conmigo, **MIS SOBRINOS**.

A quien percibo como un buen ejemplo de bondad, seriedad, rectitud, tenacidad y carácter, en quien sé que puedo confiar y recibiré apoyo sin condición, a ti **PEDRO NOGUEDA SOLIS**.

A quien ha soportado mis desplantes, por tu apoyo incondicional, por tu paciencia y atenciones, por ser otro ejemplo de lucha y tenacidad, por preocuparte por mí, por tus palabras de aliento, por permitirme compartir con tu familia, a quien estimo, agradezco y veo como una hermana más: **LAURA PÉREZ GONZALEZ**.

A quien me hizo interesarme y apasionarme por la Química, y formo parte de mi formación en el nivel medio superior, por alentarme para seguir con una formación profesional que hoy rinde frutos, a usted: **MTRA. ANA MARÍA MARTÍNEZ ARROYO**.

A mis amigos con quienes empecé en FES Zaragoza: **CRISTINA TALAMANTES CRUZ, NORMA ANGELICA, GERARDO SÁNCHEZ MARTÍNEZ y RAYO PÉREZ RÓMAN** por todos los momentos de apoyo, franqueza y ocio de mi vida estudiantil juvenil.

A esa guerrera incansable de quien siempre recibí un buen gesto de aprecio y cariño, a ese ser humano que despide una luz destellante y sabia inyectarte fuerza para emprender grandes logros, a quien fue una excelente amiga y parte importante de

este proyecto, a usted **ENF. FIDELINA SANTIAGO MENDOZA** gracias por compartirme y mostrarme al ser humano noble y de gran corazón como lo fue usted.

AGRADECIMIENTOS

Sinceramente agradezco:

A esta enorme alma mater por abrirme los brazos y darme la oportunidad de seguir creciendo como ser humano y profesionista, por hacerme ver la realidad y tener juicio propio para seguir adelante: **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

A mi director de tesis el **MTRO. VÍCTOR ALBERTO CORVERA PILLADO** por brindarme su tiempo, dedicación y confianza para seguir trabajando en este proyecto bajo su tutela.

A todos mis profesores que contribuyeron en mi formación académica y marcaron la misma (**GRACIAS ING. QUÍMICO NARCISO CAMPERO GARNICA, ING. QUÍMICO NÉSTOR NOÉ LÓPEZ CASTILLO, ING. QUÍMICO GENARO ALTAMIRANO GARCÍA, ING. QUÍMICA DOMINGA ORTÍZ BAUTISTA, FIS, CARLOS JAVIER MARTÍNEZ GÓMEZ, MTRA MARÍA JOSÉ MARQUES DOS SANTOS, ING QUÍMICA MARÍA ESTELA DE LA TORRE GÓMEZ TAGLE, QUÍMICA ELOÍSA ANLEU ÁVILA, ING. QUÍMICO MIGUEL JOSÉ FLORES GALAZ, ING. QUÍMICO ALEJANDRO JUVENAL GUZMÁN GÓMEZ, ING. QUÍMICA CECILIA OLÁN LARA, ING. QUÍMICO CESAR SAÚL VELASCO HERNANDEZ, ING. QUÍMICO GONZALO RAFAEL COELLO GARCÍA, ING. QUÍMICO CRECENCIANO ECHAVARRIETA ALVITER, ING. QUÍMICO FRANCISCO VIDAL CABALLERO DOMINGUEZ, ING. QUIMICO RAUL RAMÓN MORA HERNÁNDEZ, ING. QUÍMICO PABLO EDUARDO VALERO TEJEDA**).

A los compañeros con los que compartí triunfos, fracasos, sonrisas, tristezas, alegrías, esfuerzos y penas y de quienes me acompañe durante la carrera: CRISTINA, NORMA ANGELICA, GERARDO, RAYO, ENRIQUE, CLAUDIA ADRIANA, LAUDET, VIANEY, MONICA, BETHUEL, JORGE, LUCIA, CITLALI, MARTHA, FABIOLA, YAZMIN, RAÚL, SOFIA, ISABEL, MARLEN, LALO, YANETH, CARLOS, TANIA, LUIS y PEDRO.

A esos seres maravillosos que me han impulsado con sus palabras, sus deseos, sus acciones y me han abierto las puertas de su casa permitiéndome conocer otras personas también increíbles DIETISTA EDITH, DRA. SARA EDITH, MTRO. ESTEBAN Y ANGEL URIEL, LIC. T.S LOURDES RIZO Y M.C. SAMUEL SANCHEZ DOMINGUEZ, MARIA ANTONIA, AURELIO, MARI, JUAN, GABRIELA, DANIEL, ROMINA Y GRECIA, I.Q. MIRNA LAUDETH Y ADRIANA, I.Q. VIANEY Y DOÑA CECILIA, I.Q. TANIA ALHELI Y ENF. FIDELINA, DOÑA JOSE, ALEJANDRO, KAREN, ARQ. LUIS Y ZINDURI, ALBA MICAELA JUÁREZ, JUAN VEGA GARCÍA,

LUPITA Y QFB BELEM, ING. CIVIL MANUEL PÉREZ GLZ. Y ANA, ENF. ESPERANZA PÉREZ GLZ Y MTRO. JULIO, ENF. GUADALUPE PÉREZ GLZ, ENF. LIDIA FELICITAS PÉREZ GLZ, MARTHA PÉREZ GLZ, CARMEN GUADARRAMA, LORENZO PIÑA, JENY, JESSICA, VANESSA, SOFIA Y EMILIE.

A mis compañeros y amigos de trabajo que me han apoyado de muchas formas a veces sin que lo sepan: **LIC. ENF. BLANCA EDITH CORTES JAIMES**, DR SANTIAGO HURTADO ARÉVALO, DR HECTOR XICOTENCATL AGUILAR, **LIC. PATRICIA GONZALEZ ORTEGA**, ARNOLDO PEREZ JERONIMO, ROSA MARIA ROSALES, LIC. T.S. SOFIA HERRERA RUIZ, LUZ MARIA HERRERA RUIZ, LIC. GABRIELA MORENO CASANOVA, LIC MARCO ANTONIO, DR. CHAVEZ, DR MARIO GÓMEZ, DR. ANGEL FRANCISCO ROSALES GONZALEZ, QFB MARIA SELENE CHAVEZ GALLARDO, ENF. RITA MORENO, SARA RODRIGUEZ GARCÍA, NORBERTO PACHECO TRUJANO, TOÑITA PACHECO TRUJANO, TAPS FERNANDO AMAYA CARRILLO.

A **EDITH SEDANO LOMELI** por creer en mí y tratarme como una madre lo hace con un hijo.

A esa persona que me otorgo lo mejor como docente, a quien me ha brindado algunos consejos y me ha otorgado mil palabras de aliento y esperanza a lo largo de mi formación, por las acertadas sugerencias y observaciones para ayudarme a mejorar la presentación de este trabajo, es y seguirá siendo para mí un ejemplo de tenacidad y lucha constante, a usted: **ING. QUÍMICA DOMINGA ORTÍZ BAUTISTA, GRACIAS.**

A ese ser maravilloso que hace veinte años se cruzó en mi camino y nunca ha dejado de seguirme asombrando como enfrenta y percibe la vida, a ti que me alientas con tu lucha diaria a pesar de tu enfermedad que tal parece que no la tuvieras, a ti que nunca te he visto cansarte a pesar de los obstáculos que la vida te impone, a ti que te quiero como a pocas personas en mi vida lo he hecho, gracias por tus atenciones, **GRACIAS POR ABRIRME TU CORAZÓN** y permitirme compartir con tu familia, demostrándome con ello que hay gente buena y noble a pesar de que este mundo esté lleno de gente rencorosa y egoísta: **MARIA ANTONIA ROGRIGUEZ MENDOZA**, sigue sin dejarte vencer por los golpes de la vida.

A ese gran ser que tengo la oportunidad de tratar y de llamar **AMIGA** y me ha aceptado como soy incondicionalmente, a quien ha compartido tristezas, enojos, alegrías, carcajadas, desvelos, trabajos, fracasos y triunfos, fiestas y cosas aún más increíbles, a ti que comúnmente te aferras y difícilmente te vences, a ti que ves la vida diferente y que has permitido que me adentre en tu vida, a ti que me has

permitido conocer y compartir a tus seres queridos: **TANIA, GRACIAS** y no cambies tu filosofía.

Pero sobre todo lo anterior un agradecimiento a todos aquellos que no creyeron que lo lograría, a los que siempre trataron de desalentarme, a los que muchas veces me hirieron con sus comentarios, a los que desean que me vaya muy mal, porque ellos todos los días impulsaron más, que yo siguiera, y ahora confirmo que solo es egoísmo lo que está presente en su vida. **GRACIAS POR NO CREER EN MÍ**, nunca contaron con que tome de ustedes las cosas malas que me deseaban transformándolas en algo bueno: en un mayor impulso diario en mi formación académica.

RESUMEN

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se ha dado a la tarea de actualizar el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química a partir de estrategias de trabajo colaborativo entre estudiantes, docentes, egresados y empleadores del sector industrial, que mediante sus saberes académicos, profesionales, técnicos y experienciales contribuyen en gran medida a la formación de profesionales capaces de enfrentar los nuevos retos que presenta la industria química en nuestro país y sentar las bases para las nuevas perspectivas que se esperan a nivel mundial.

Ante el cambio del paradigma de la ingeniería en sus diferentes especialidades, las instituciones formadoras de ingenieros deben redefinir su misión y adecuar sus programas educativos. La sociedad en el siglo XXI se caracteriza por un amplio, sostenido y cambiante uso de la tecnología, en un mercado global de enorme competencia e interdependencia, y con una capacidad de comunicación jamás imaginada. Esto implica para los ingenieros el reto de ofrecer a la sociedad, nuevas habilidades que le permitan diseñar, construir, fabricar y operar bienes con mayor valor agregado de tecnología y más eficientes en su función, a los menores costos posibles. Requiere profundizar su conocimiento de diversas disciplinas, ampliar sus capacidades de información y desarrollar su creatividad, teniendo en cuenta el extraordinario ritmo de cambio que tiene actualmente la tecnología.

El modelo educativo a nivel medio y nivel superior empieza a cambiar en algunos países de Latinoamérica. El modelo tradicional de enseñanza con modalidad presencial alumno-maestro y con el uso principal del pizarrón o pizarra como medio para plasmar conceptos e ideas avanza a un modelo nuevo que se enfoca en capacidades, de las cuales muchas se han aprendido de manera natural.

Así que el nuevo modelo distingue entre capacidades básicas y capacidades superiores. Dentro de las capacidades básicas está el dominio de la lengua nativa, el dominio de una lengua extranjera (de preferencia inglés). Dominio de las matemáticas, conocimiento y dominio de la metodología de la investigación, adquisición de valores éticos y morales, desarrollo de conciencia ambiental, uso y aplicación más intensivo de las TIC (tecnologías de información y comunicación) y tal vez uno de los rasgos más importantes del nuevo modelo educativo: el saber hacer, el alumno debe aprender a hacer aplicando el conocimiento adquirido.

Las capacidades superiores son aquellas que debe poseer un empleado que al trabajar en una empresa desee ascender a un nivel superior, sin importar el nivel jerárquico en el que actualmente se encuentre. Estas capacidades varían de una empresa a otra, dependen del giro de la empresa y del puesto al cual aspire el

empleado, pero, en general, se mencionan las siguientes: ser bilingüe, dominar el uso de las TIC, tener capacidades de negociación, tener capacidad de liderazgo, tener visión estratégica, dominar técnicas de planeación para cualquier tipo de proyecto, tener capacidad para el análisis de datos duros (datos estadísticos) y de datos blandos (datos de comportamiento social), ser creativo e innovador en las tareas que se realizan dentro de la empresa. Todo esto suena bien, el problema es cómo lograr que el alumno adquiera algunas de las capacidades o todas ellas a lo largo de su formación profesional.

Una vez identificado lo anterior en aciertos y deficiencias dentro de la asignatura de Ingeniería de Reactores, se realiza una crítica para dar conocimiento de la problemática actual para la carrera de Ingeniería Química y así poder llamar la atención de alumnos y docentes haciendo énfasis en que se debe buscar la mejoría del nivel académico de la FES Zaragoza, así como dar propuestas con las cuales se pueda mejorar tanto el nivel de aceptación a la asignatura de Ingeniería de Reactores, así como complementar los contenidos de la materia para lograr que sea más eficiente y aplicable a lo largo de los semestres subsecuentes para la formación del alumno. Este proyecto no pretende modificar sustancialmente el plan de estudios vigente. Su alcance complementa solo una materia de dicho plan de estudios y poder presentarlo para su posible aprobación y aplicación en la práctica formativa universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 Planteamiento del problema.....	1
2 Objetivo General.....	2
2.1 Objetivos Particulares.....	3
3 Introducción.....	4
3.1 Marco Contextual.....	6
3.2 Marco Teórico.....	9
4 Análisis FODA de la asignatura de Ingeniería de Reactores perteneciente al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química en la FES Zaragoza... 	11
4.1 Fortalezas.....	11
4.2 Oportunidades.....	11
4.3 Debilidades.....	12
4.4 Amenazas.....	12
5 Definición de Ingeniería de reactores.....	13
6 Congruencia de los objetivos de la asignatura con el perfil profesional... 	14
6.1 Objetivo general de la asignatura Ingeniería de Reactores.....	14
6.2 Objetivos específicos de la asignatura Ingeniería de Reactores.....	14
6.3 Perfil de egreso	14
6.3.1 Conocimientos esenciales.....	15
6.3.2 Conocimientos básicos generales	16
6.3.3 Conocimientos fundamentales de la profesión.....	16
6.3.4 Conocimientos aplicados.....	16
6.3.5 Habilidades y aptitudes.....	17
6.3.6 Actitudes y valores.....	18

6.4 Perfil profesional del Ingeniero Químico.....	19
6.4.1 Manejo y control de plantas industriales de proceso.....	20
6.4.1.1 Operación.....	20
6.4.1.2 Mantenimiento.....	20
6.4.2 Desarrollo de proyectos para la industria de procesos químicos	20
6.4.2.1 Ingeniería de proceso.....	20
6.4.2.2 Ingeniería de proyectos.....	21
6.4.2.3 Calculo de equipos.....	21
6.4.2.4 Servicios técnicos de asesoría.....	21
6.5 Crítica de los objetivos de la asignatura con el perfil profesional.....	22
7 Congruencia de los objetivos de la asignatura con los objetivos del módulo.....	24
7.1 Objetivo general de la asignatura Ingeniería de Reactores.....	24
7.2 Objetivos específicos de la asignatura Ingeniería de Reactores.....	24
7.3 Objetivos del módulo de diseño de procesos.....	24
7.4 Crítica de los objetivos de la asignatura con los objetivos del módulo	25
8 Congruencia de los contenidos de la asignatura con los objetivos de la asignatura.....	27
8.1 Contenido de la Asignatura de Ingeniería de Reactores	27
8.1.1 Contenido temático.....	27
8.2 Objetivo general de la asignatura Ingeniería de Reactores.....	28
8.3 Objetivos específicos de la asignatura Ingeniería de Reactores.....	28
8.4 Crítica de los contenidos de la asignatura con los objetivos de la asignatura.....	28
9 Congruencia vertical de los contenidos de la asignatura con las asignaturas anteriores y posteriores.....	30

9.1 Contenido de la asignatura de Ingeniería de Reactores.....	30
9.1.1 Contenido Temático.....	30
9.2 Relación vertical con las asignaturas anteriores.....	31
9.3 Relación vertical con las asignaturas posteriores.....	32
9.4 Crítica de los contenidos de la asignatura con las asignaturas anteriores y posteriores.....	38
10 Congruencia horizontal de los contenidos de la asignatura con las otras asignaturas del mismo módulo (diseño de procesos).....	39
10.1 Contenido de la asignatura de Ingeniería de Reactores.....	39
10.1.1 Contenido temático	39
10.2 Relación horizontal de los contenidos de las asignaturas del mismo módulo (diseño de procesos).....	40
10.3 Crítica de los contenidos de la asignatura con las otras asignaturas del mismo módulo.....	41
11 Distribución de las cargas horarias para desarrollar cada tema del programa.....	43
11.1 Índice temático con carga horaria de la asignatura de Ingeniería de reactores.....	43
11.2 Crítica de las cargas horarias para desarrollar cada tema del programa	44
12 Análisis de las estrategias didácticas.....	46
12.1 Metodología didáctica.....	46
12.2 Crítica de las estrategias didácticas.....	46
12.3 Propuestas didácticas.....	47
13 Análisis de los instrumentos de evaluación.....	49
13.1 Técnicas planteadas en el programa de la asignatura.....	49
13.2 Crítica de las técnicas de evaluación.....	49
13.3 La evaluación del aprendizaje.....	50

13.4 Propuesta de otras técnicas de evaluación.....	51
14 Análisis del perfil profesiográfico.....	53
14.1 Perfil profesiográfico.....	53
14.2 Crítica del análisis del perfil profesiográfico.....	53
14.3 Pruebas a realizarse en un candidato.....	53
15 Análisis de la bibliografía.....	56
15.1 Bibliografía básica marcada en el programa de estudios de la asignatura.....	56
15.2 Bibliografía complementaria marcada en el programa de estudios de la asignatura.....	56
15.3 Crítica de la bibliografía del programa de estudios de la asignatura..	56
15.4 Bibliografía propuesta para el desarrollo de la asignatura.....	57
16 Conclusiones.....	59
17 Bibliografía.....	61
17.1 Referencias.....	61
17.2 Libros.....	61
17.3 Referencia Electrónica.....	62
18 Anexos.....	63
Anexo A.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo básico..	31
Tabla 2 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo básico (continuación)	32
Tabla 3 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio	32

Tabla 4 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio (continuación).....	33
Tabla 5 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio (continuación).....	34
Tabla 6 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio (continuación).....	35
Tabla 7 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo terminal	36
Tabla 8 Relación horizontal de los contenidos de las asignaturas del mismo modulo (diseño de procesos).....	40
Tabla 9 índice temático con carga horaria de la asignatura de Ingeniería de reactores	43
Tabla 10 Nueva carga horaria sugerida para la asignatura de Ingeniería de reactores	43
Tabla 11 Instrumentos de evaluación propuestos con porcentaje.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relación vertical con las asignaturas anteriores y posteriores.....	37
Figura 2 Relación horizontal con las asignaturas del mismo módulo de diseño de procesos	41



1 Planteamiento del problema

El alumno al iniciar la carrera de Ingeniería Química tiene el conocimiento de que la carrera conlleva un gran uso de las reacciones para transformar materia prima en una gran variedad de productos, lo anterior ayudados de equipo como los reactores (corazón o núcleo del proceso), sin embargo no tiene un panorama de la importancia que este equipo representa para su formación como profesionista. Atendiendo dicha situación se encuentra con la necesidad de saber ¿Qué tanto impacta la asignatura de Ingeniería de Reactores en la formación del Ingeniero Químico Zaragozano? Una vez que se ha concluido la carrera, se podrá ver contundentemente que la formación resulta ser débil en el ámbito laboral al encontrarse que contamos con muchas deficiencias, lo que como ingenieros químicos formados en proyectos limita profesionalmente bajo lo que dicta la academia (conocimientos) y los requerimientos de una industria con una gran necesidad de profesionistas con mayores habilidades y capacidades.



2 Objetivo General

Realizar una crítica y propuesta al programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Reactores de la Licenciatura de Ingeniería Química contemplada dentro del plan de estudios de octubre 2013 de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, como medida de evaluación y promoviendo la mejora continua en el desarrollo de su impartición.



2.1 Objetivos Particulares

- ✓ Revisar el contenido del plan de estudios que da identidad propia a la asignatura de Ingeniería de Reactores, que sustenta una orientación educativa especial al Ingeniero Químico.
- ✓ Hacer una crítica constructiva de lo que ofrece y no en formación profesional la asignatura de Ingeniería de Reactores
- ✓ Proponer modificaciones necesarias que fomenten una formación más completa de la asignatura de Ingeniería de Reactores.
- ✓ Proponer elementos que optimicen y equilibren la teoría y práctica de la asignatura.
- ✓ Fortalecer las prácticas de laboratorio, así como las prácticas profesionales bajo su desarrollo dentro de las industrias (estudio de empleadores y egresados).
- ✓ Promover aún más valores éticos y de responsabilidad en lo que implica el uso y manejo de reactores dentro de la industria.
- ✓ Incrementar el conocimiento sobre el aprovechamiento de la energía así como la utilización de energía renovable.
- ✓ Fortalecer las áreas del conocimiento que en la mayoría de los casos, aplica el recién egresado en sus primeros trabajos, como son: control de calidad, certificación en procesos y empresas (ISO's), instrumentación, control, así como manejo de personal en líneas de producción.
- ✓ Proponer elementos auxiliares como la simulación en programas para su mejor enseñanza y mejorar con ello el nivel y perfil del Ingeniero Químico.
- ✓ Promover la práctica pre-profesional y su requisito para titularse comprobando un mínimo de experiencia en horas a realizarse en ámbitos industriales.
- ✓ Impulsar la modificación y adaptabilidad de estudios acerca de la tendencia e importancia de desarrollo profesional sobre el mercado de trabajo actual y las necesidades de la industria nacional y extranjera.



3 Introducción

El origen de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se remonta al año de 1974, cuando se tomó la decisión de crear las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales con el propósito de iniciar un programa de descentralización universitaria.

El vertiginoso crecimiento de la Industria Química en México es posible gracias a la sólida preparación de los profesionistas nacionales, formados en las universidades del país y, en particular, en nuestra alma mater la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sin embargo en los últimos años dos factores han contribuido a hacer más difícil la labor educativa: la sobrepoblación en los centros educativos, con todos los problemas que esto genera y, además el crecimiento incesante del conocimiento científico, tecnológico e informativo, que hace una ampliación de las áreas de actividad de desarrollo del Ingeniero Químico. Sin embargo, estos factores no han hecho sino agudizar el problema básico de la educación tradicional.

En los últimos años la industria química ha experimentado cambios debido al incremento del costo de la energía y las regulaciones ambientales cada vez más estrictas; esto ha ocasionado modificaciones en los procedimientos de diseño, construcción, operación, administración, análisis, simulación, optimización y control de las plantas de la industria.

Es necesario buscar cada vez con mayor intensidad, nuevos caminos u opciones para resolver viejos y recientes problemas. Para esto es imprescindible tener una sólida formación científica, ya que la ciencia permite rectificar las teorías falsas, los caminos equivocados, delimita las alternativas posibles y hace, en general, más eficiente la búsqueda de nuevas soluciones más aptas a la actual necesidad real.

Considerando que México no va siempre a la vanguardia con respecto al resto del mundo, la importación de tecnología que ha sido desarrollada en otros lugares para resolver nuestros problemas tecnológicos, ya que si bien estos problemas, en muchos casos, son similares a los que dieron lugar a la tecnología existente, rara vez son iguales y, por lo tanto, las soluciones propuestas no son necesariamente las mejores para nuestras condiciones particulares.

Un factor indispensable para alcanzar un desarrollo tecnológico propio es la



formación de Ingenieros Químicos capaces, que desempeñen con seguridad y confianza las diversas actividades profesionales a ellos encomendadas, con pleno conocimiento de su interrelación con otras profesiones y con capacidad para analizar en cada caso la repercusión de su actividad profesional en la sociedad que se desenvuelve. Esto es posible, si logramos despertar en los estudiantes la inquietud, la necesidad intelectual que los motive a adquirir los conocimientos científicos, tecnológicos e informáticos indispensables que los respalden en su vida profesional.

Formar profesionales con estándares de calidad internacional que dentro del contexto de la globalización, cuenten con las bases técnicas para contribuir con el desarrollo y la independencia tecnológica de México, siendo reconocidos como profesionales con profundas raíces culturales e identidad propia, poseedores de amplia cultura universal. Comprometidos con el desarrollo nacional y regional de nuestro país, que sean reconocidos como agentes generadores de cambios productivos y positivos dentro de las organizaciones y en la comunidad donde se desenvuelvan, es parte de la misión de la propia carrera de Ingeniería Química.

La Ingeniería Química no es un conjunto rígido de materias que permanecen invariables, pues su contenido se ha ido perfilando a lo largo del tiempo, ajustándose a las distintas exigencias cambiantes con el propio desarrollo industrial y de la sociedad. Por lo que, en términos generales, se ha caracterizado por transformar las materias primas en productos útiles mediante la aplicación de procesos de tipo físico y/o químico que impacten favorablemente a la sociedad y que, a su vez, le retribuyan ganancias.



3.1 Marco Contextual

Derivado del crecimiento de la industria petrolera en nuestro país, por la gran necesidad de profesionistas en la Ingeniería Química y aprovechando la toma de decisión de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1974 de crear las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales (ENEP'S), con el objetivo de iniciar el programa de descentralización universitaria; se crea en 1975, aprobado por el H. Consejo Universitario, la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza; como unidad multidisciplinaria en la que se impartirían las carreras de Enfermería, Biología, Químico Farmacéutico Biológico, Médico Cirujano, Cirujano Dentista, Psicología e Ingeniería Química, iniciando actividades con estas carreras en 1976.

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se ha dado a la tarea de formar Ingenieros Químicos, con un plan de estudios modular, el cual surge en el año de 1976, por un grupo de académicos con una visión innovadora y multidisciplinaria, que permite afirmar que es un plan novedoso para la enseñanza de la Ingeniería Química en México, que sigue teniendo vigencia.

El plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Química tiene una duración de 9 semestres, con un total de 430 créditos distribuidos en 37 asignaturas (ver anexo A). Es un plan constituido por módulos y se encuentra conformado por un ciclo básico y un ciclo profesional.

En el ciclo básico, que incluye del primero al tercer semestre, el estudiante cursa materias fundamentales del área de las ciencias matemáticas y químicas tales como: química, matemáticas, fisicoquímica y laboratorio de ciencia básica, se pretende en esta etapa que el estudiante adquiera una capacidad adecuada como requisito para cursar el ciclo profesional.

El ciclo profesional, de cuarto a noveno semestre. Posibilita al estudiante para el desarrollo de habilidades, destrezas, actitudes y proporciona una formación integral en las áreas del conocimiento que corresponden al ámbito de su campo profesional.

El plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza rápidamente se distinguió de otros planes de Ingeniería Química de la UNAM, y de otras instituciones de educación superior mexicanas, por su enfoque hacia el área de proyectos al considerar, a partir del cuarto semestre, 6



asignaturas denominadas Laboratorio y Taller de Proyectos, como elementos que permiten integrar la teoría con la práctica de las asignaturas teóricas que se imparten en el semestre correspondiente.

La actual situación social y económica en el mundo está determinada en gran medida por el fenómeno de la globalización, caracterizada por la desaparición de fronteras y barreras comerciales y por facilitar múltiples intercambios entre las naciones y las personas.

En los últimos quince años, la industria química nacional ha registrado un decrecimiento por falta de inversión, lo que ha impactado a las instituciones de educación superior, con una baja en la matrícula de aquellas donde se imparte la carrera de Ingeniería Química, debido a que los jóvenes han dejado de percibir en esta área un futuro prometedor.

Debido a lo anterior, es necesario formar profesionistas en el campo de la Ingeniería Química con conocimientos, habilidades y actitudes que puedan resolver los problemas de orden ambiental mediante su contribución en las modificaciones de los procedimientos de diseño, construcción, operación, administración, análisis, simulación, optimización y control de las plantas de la industria.

Aun cuando los países en vías de desarrollo, entre ellos México, realizan esfuerzos muy importantes para desarrollar su propia tecnología, la brecha tecnológica con respecto a los países desarrollados sigue incrementándose. La compra de tecnología (principal modo de adquisición) produce un efecto contraproducente de dependencia que se manifiesta, entre otras cosas, en falta de competitividad. En el aspecto económico, algunos de los países en vías de desarrollo deben ajustarse a los lineamientos marcados por fondos y organismos internacionales.

La globalización y las economías de mercado también han influido en el diseño de los planes de estudio y en la oferta académica por parte de las instituciones de educación superior. Los nuevos planes de estudio necesariamente deben coadyuvar a lograr la independencia tecnológica de las naciones, pero sobre todo, deben formar ingenieros químicos capaces de fabricar productos que se consuman cotidianamente con la calidad suficiente para competir en los mercados internacionales, a pesar de las limitaciones tecnológicas y económicas del país.

Ante esta amplitud de horizontes de trabajo que desarrolla el Ingeniero Químico es fundamental que durante su formación profesional adquiera las siguientes



Crítica y propuesta del programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Reactores

habilidades: creatividad, búsqueda y manejo de información, aprender de manera autodidacta nuevos conocimientos, comunicación oral y escrita, trabajo en equipo, administración de tiempo y trabajo bajo presión, manejo de la incertidumbre y resolución asertiva de problemas, además de utilizar el menor número de recursos al emprender proyectos a bajos costos y alto rendimiento.



3.2 Marco Teórico

Muchas veces ante cualquier cambio, sobre todo si este cambio es profundo, los colectivos humanos suelen reaccionar de una manera conservadora ya que pierden sus referentes aparentes. El colectivo educativo no es ajeno a este hecho.

En respuesta a los continuos cambios tecnológicos, la facultad de Estudios Superiores Zaragoza y en especial la licenciatura en Ingeniería Química, para satisfacer las necesidades de la industria de la transformación; se ve obligada a evaluar el plan de estudios.

Dentro de la normatividad académica de la UNAM en su reglamento General aprobado en sesión de Consejo Universitario el 7 de Julio de 2004 y publicado en la gaceta de la UNAM el día 28 de Octubre del mismo año, en el Capítulo II, artículo 8° indica que para cualquier modificación a un plan de estudios se debe de tener los resultados de la evaluación del plan vigente; por lo que, de acuerdo al artículo 13 del mismo capítulo “el plan de evaluación y actualización debe establecer mecanismos por medio de los cuales se obtendrá información acerca de la congruencia y adecuación de los diferentes componentes curriculares entre sí y con respecto a las características del contexto social que demanda el nivel académico específico, a fin de realizar periódicamente las modificaciones necesarias al plan de estudios para que se adapte a los nuevos requerimientos sociales y a los avances de la disciplina”.

También contempla en el artículo 15 del Capítulo III, que cada seis años los consejos técnicos, deberán realizar un diagnóstico de los planes y programas de estudio.

Con la experiencia acumulada por el equipo de trabajo que ha estado haciendo revisiones al programa de Ingeniería Química, se realizó un estudio de mercado en el año 2007, realizado por la propia carrera, para conocer la opinión de los industriales respecto a las tendencias de la industria química mexicana y el perfil de los ingenieros químicos.

Se llevó a cabo el Taller para la Actualización del Plan de Estudios, realizado en las instalaciones de la Facultad, en junio de 2011, en el cual participaron profesores e investigadores de la carrera y se concluyó que el plan de estudios vigente todavía es pertinente, ya que responde adecuadamente a las necesidades actuales de la industria química mexicana, por lo que se recomendó realizar solo la actualización



Crítica y propuesta del programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Reactores

del plan manteniendo la esencia del plan de estudios original de 1976.

En una segunda fase se creó una Comisión para la Actualización del Plan de Estudios con académicos de la carrera, investigadores y especialistas en las áreas de conocimiento que conforman el plan. Las reuniones de la comisión se llevaron a cabo en enero de 2013.

En una tercera fase se dio a conocer a la comunidad académica del programa los resultados de la actualización para recoger sus opiniones y recomendaciones sobre la propuesta de actualización, etapa actualmente vigente.



4 Análisis FODA de la asignatura de Ingeniería de Reactores perteneciente al Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Química en la FES Zaragoza

A partir de un diagnóstico FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es posible concluir:

4.1 FORTALEZAS

- Los temas y subtemas que abarca la asignatura son vigentes.
- Los objetivos de la asignatura coinciden con el propósito del módulo de Diseño de Procesos.
- Combina el área dinámica de un proceso con el diseño y selección de sistemas de control más adecuados para el modo de operación de los reactores.
- Permite desarrollar el análisis de las Leyes Físicoquímicas dentro de la Cinética de Reacción para explicar los modos en que opera un reactor.
- Permite hacer la configuración óptima de un proceso aplicado a un reactor.
- Reafirma su carácter multidisciplinario como asignatura al integrar los conocimientos adquiridos de cada módulo anterior al que se encuentra esta materia.
- La metodología didáctica (proceso de enseñanza y aprendizaje) cumple con el desarrollo de habilidades para aplicar las técnicas de diseño y análisis de reactores para un proceso en específico.
- Permite desarrollar a la par el trabajo dentro de los LTPs (estos últimos como integradores de los contenidos de enseñanza de cada semestre o módulo) con el propósito de establecer la configuración óptima del proceso y analizar el comportamiento dinámico del mismo.

4.2 OPORTUNIDADES

- Familiariza al alumno con los propósitos generales del módulo de Diseño de Procesos.
- Consolida la formación del alumno como Ingeniero Químico al estudiar el



diseño del reactor, como elemento fundamental de todo proceso químico.

- Permite al alumno estimar parámetros cinéticos de los modelos cinéticos de reacciones químicas típicas dentro de la industria química.
- Capacita al alumno para una óptima selección del reactor adecuado, con base en el nivel de producción, modo de operación y régimen térmico, requerido para un determinado rendimiento deseado.

4.3 DEBILIDADES

- No hace mucho enfoque en habilidades como la expresión oral y escrita.
- No contempla temas de ingeniería ambiental y de disminución de residuos de los procesos.
- No trata enfoques específicos de control de calidad y riesgo industrial.
- La asignatura no contempla visitas ni prácticas profesionales obligatorias, por lo que no hay acercamiento físico a equipos representativos de los diferentes reactores de la industria.
- No incorpora el uso de los simuladores para modelar y simular los procesos.
- No incorpora de manera puntual el empleo de otro idioma como el inglés.
- Hay poco enfoque a la parte administrativa y económica de proyectos.

4.4 AMENAZAS

- Disminuir su importancia como asignatura base del Módulo de Diseño de Equipo.
- Descartar el apoyo que brinda la asignatura de Ingeniería de Reactores al desarrollo de tecnologías adecuadas para la resolución de un problema industrial específico para lograr una producción en la medida de lo posible más segura, con mayor rendimiento y económica.



5 Definición de Ingeniería de Reactores

Es la rama de la Ingeniería que estudia las reacciones químicas a escala industrial, con el objetivo de un buen diseño y funcionamiento adecuado de los reactores químicos, basada en conceptos cinéticos y termodinámicos de la reacción química aplicados a nivel industrial donde debe tener lugar.

Como asignatura permite estimar parámetros de modelos cinéticos de reacciones químicas típicas de la Industria Química y seleccionar el reactor adecuado en base, al nivel de producción, modo de operación y régimen térmico, que determinará su diseño, dimensiones y tipo de material requerido para una determinada conversión y rendimiento deseado.



6 Congruencia de los objetivos de la asignatura con el perfil profesional

Para analizar este apartado, se debe de conocer el objetivo general y objetivos específicos de la carrera de ingeniería química con la relación lógica que guarda el perfil de egreso y el profesional, establecidos en el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

6.1 Objetivo General de la asignatura Ingeniería de Reactores

El alumno será capaz de analizar las leyes fisicoquímicas de la cinética de las reacciones catalizadas y no catalizadas para diseñar los reactores homogéneos y heterogéneos para operaciones continuas e intermitentes.

6.2 Objetivos Específicos de la asignatura Ingeniería de Reactores

- Explicar los modos de operación de un reactor que se emplean en la industria de la transformación química.
- Estimar parámetros de modelos cinéticos de reacciones químicas típicas de la industria química.
- Seleccionar el reactor adecuado, en base al nivel de producción, modo de operación y régimen térmico, requerido para una determinada conversión o rendimiento deseado.

6.3 Perfil de Egreso

El egresado de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza tiene una visión general 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.

El egresado de la licenciatura en Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza posee una serie de conocimientos, habilidades y actitudes que lo distinguen de egresados de otras instituciones de educación superior.



El ingeniero químico que se pretende formar deberá poseer los conocimientos esenciales, habilidades, aptitudes, valores y actitudes que a continuación se mencionan:

6.3.1 Conocimientos esenciales:

Diseñar, calcular y montar equipos para la industria de procesos.

Analizar y entender los procesos físicos y químicos que producen las transformaciones de los materiales.

Determinar la cantidad de los productos generados durante una reacción química a nivel industrial, así como la cantidad de energía involucrada, realizando para ello los balances de materia y energía correspondientes.

Discernir cuales son los productos químicos que se obtienen durante una reacción química.

Emplear las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) disponibles para modelar y simular los procesos de transformación de los materiales.

Integrar los conocimientos teóricos y prácticos y aplicarlos para resolver problemas reales.

Detectar las necesidades de nuevos productos químicos en áreas o sectores específicos y conceptualizar su proceso de obtención, desde el diseño del producto hasta la administración de las instalaciones que habrán de producirlo.

Plantear soluciones creativas e innovadoras a los problemas de las ingenierías, y en particular de la Ingeniería Química.

Promover proyectos de inversión en las áreas de los procesos industriales de transformación, previo análisis riguroso de su factibilidad.

Prevenir o en su efecto minimizar, la contaminación de los recursos naturales (aire, agua, suelo, subsuelo) por las actividades de las plantas de procesos químicos.

Uso y manejo racional de los insumos que le corresponda administrar: combustibles, energía en sus diferentes formas, agua, aire, lubricantes, etc.

Identificar, diseñar y operar los procesos de separación adecuados para la obtención



de productos químicos con alta pureza.

Disminuir la generación de residuos de todo tipo en los procesos de transformación.

Participar en la concepción, planeación, diseño, construcción, operación y administración de las plantas de procesos químicos.

Desarrollar investigación básica y tecnológica de procesos limpios de acuerdo con el modelo de desarrollo sostenible o sustentable.

Acceder a estudios de posgrado en áreas específicas de la ingeniería química, como son: nuevos materiales, polímeros, ambiental, seguridad e higiene industrial.

Conocimientos

Los conocimientos contenidos en las asignaturas que integran el Plan de Estudios de la licenciatura en Ingeniería Química, se ordenan de la siguiente manera:

6.3.2 Conocimientos básicos generales:

- Matemáticas
- Física
- Química
- Laboratorios de Ciencia Básica

6.3.3 Conocimientos fundamentales de la profesión:

- Físicoquímica
- Termodinámica clásica
- Termodinámica química
- Cinética química
- Ingeniería química
- Balances de materia y energía
- Fenómenos de transporte

6.3.4 Conocimientos aplicados:

- Operaciones unitarias
- Laboratorios de operaciones unitarias
- Ingeniería de reactores
- Simulación de procesos



6.3.5 Habilidades y aptitudes:

En la actualidad, no es suficiente poseer los conocimientos básicos de la licenciatura, es también indispensable contar con un bagaje considerable de habilidades y aptitudes, definidas como cualidades, que hacen apto a un individuo para realizar alguna actividad.

El futuro ingeniero químico debe desarrollar habilidades y aptitudes, durante su formación, de modo que desde el inicio de su ejercicio profesional sea exitoso. Las mínimas necesarias son:

- Creatividad y pensamiento crítico.
- Capacidad para resolver problemas y desarrollo de las estrategias inteligentes necesarias.
- Búsqueda y manejo adecuado de la información, incluye el empleo de herramientas actuales como el internet, bases de datos electrónicos especializados, patentes, marcas, etc.
- Comunicación oral y escrita eficaz.
- Trabajo en equipo y de colaboración antes que de competencia.
- Administración y planeación del tiempo.
- Manejo de la incertidumbre.
- Aprendizaje autónomo y autorregulado.
- Trabajo por objetivos, aplicando visión preventiva y en su defecto, correctiva.
- Utilizar los principios de las ciencias básicas y los métodos propios de las ingenierías para resolver problemas científicos y prácticos de complejidad creciente en el ámbito profesional y de carácter multidisciplinario.
- Aplicar información experimental y/o conceptos matemáticos para la formulación de modelos representativos de los fenómenos físicos y químicos concurrentes en las aplicaciones en ingeniería, discerniendo sus limitaciones como consecuencia de las simplificaciones realizadas en su formulación.
- Obtener e interpretar resultados al aplicar modelos representativos para la solución de problemas con técnicas analíticas, gráficas, numéricas, estadísticas y computacionales y, al mismo tiempo, con juicio sobre la consistencia de los resultados obtenidos para inferir posibles fallas en la solución o deficiencias en los modelos.
- Integrar los conocimientos de las ciencias básicas y la ingeniería para entender, analizar, mejorar y diseñar los procesos industriales de interés para el sector industrial y de manufactura.



- Aplicar principios elementales de contabilidad, economía, aseguramiento de calidad, planeación estratégica y de administración en el análisis y mejoramiento del desempeño empresarial.
- Diseñar, optimizar y adaptar procesos de tratamiento y tecnologías de diagnóstico de contaminantes generados por las actividades industriales.
- Evaluar el impacto y el riesgo ambiental generado por actividades antropogénicas y promover un modelo de desarrollo sustentable.
- Analizar y resolver problemas mediante una actitud crítica, creativa, integradora y de compromiso social.
- Obtener información relevante de fuentes bibliográficas, experimentales y personales, y proponer criterios y estrategias para la evaluación de la naturaleza y magnitud de los problemas planteados y líneas de acción para resolverlos.
- Habilidad para expresar sus ideas en forma oral y escrita de manera satisfactoria.
- Comprender la información técnica de su ámbito, disponible en lengua inglesa y comunicaciones satisfactoriamente en forma oral y escrita en este idioma.
- Mantener una actualización continua de sus conocimientos, mediante la consulta de fuentes de información y asistencia a foros relevantes para la profesión.

6.3.6 Actitudes y valores:

Se entiende por “Actitud” a la disposición manifiesta de cualidades físicas, intelectuales, morales y de servicio que posee una persona y que le otorgan una imagen positiva para el desempeño de algún puesto, cargo o actividad dentro de alguna organización. Éstas, regularmente se aprenden de las personas con las que se convive o se admiran, que se toman como referentes en el modo de actuar, y no se adquieren de manera expresa dentro de las aulas. Sin embargo, hoy en día, las actitudes que el alumno necesita incorporar a su personalidad, deben formar parte explícita de los planes de estudio. Para el caso de la carrera de ingeniería química, se consideran importantes las siguientes actitudes:

- Congruencia entre el pensamiento y acción.
- Ética profesional.
- Calidad en el trabajo.
- Productividad y pertinencia en el empleo de los recursos.
- Actitud emprendedora y propositiva.



- Mentalidad y pensamiento asertivos.
- Flexibilidad de criterio y respeto a la opinión del “otro”.
- Liderazgo.
- Nacionalismo e identidad.
- Promover el cambio.
- Disponibilidad positiva ante el estudio, el trabajo y la vida misma.
- Vocación de servicio hacia una mejor calidad de vida de la sociedad.
- Actitud de competitividad internacional.
- Tener conciencia de la problemática ambiental nacional e internacional.
- Mente abierta para solucionar los problemas de la industria de procesos y de manufactura.
- Actitud emprendedora para generar empresas.
- Confianza en su preparación académica.
- Actitud de colaboración para trabajar en equipo.
- Actitud positiva para aprender a aprender.
- Comprometido con su formación.
- Responsable y crítico.
- Disciplinado, puntual y organizado.
- Respetuoso de sus semejantes.
- Iniciativa para un aprendizaje autodidacta.
- Actitud de actualización permanente en su profesión.
- Actitud de mejora continúa.
- Tolerante y de mente abierta para aceptar otras opiniones.
- Analizar y resolver problemas desde una perspectiva interdisciplinaria.
- Comprensión del entorno social y natural.
- Promover los más altos valores éticos, morales y humanos en su ejercicio profesional y para la conservación del medio ambiente y la naturaleza.

6. 4 Perfil Profesional del Ingeniero Químico

El campo de acción profesional y laboral de un ingeniero químico es muy amplio, lo que determina que su perfil profesional también lo sea. De manera general se puede decir que el ingeniero químico es el profesional de la ingeniería con los conocimientos necesarios para resolver los problemas que se presentan en el diseño y administración de los procesos químicos industriales. Las principales áreas que cubre el egresado de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza son:



6.4.1 Manejo y control de plantas industriales de proceso

Consta de dos actividades básicas: operación y mantenimiento.

6.4.1.1 Operación

- En esta área requiere realizar un trabajo conjunto con otros profesionistas, a fin de:
- Interpretar los diagramas funcionales eléctricos, de tuberías y de instrumentación.
- Entender el funcionamiento de los equipos aislados y del proceso en su conjunto.
- Establecer balances de materia y energía.
- Atender el control de calidad de materias primas y productos.
- Supervisar y controlar las emisiones contaminantes.
- Manejar el personal a su cargo.
- Coordinar la buena operación del proceso y optimizar la producción.
- Elaborar reportes periódicos de producción y analizarlos desde el punto de vista de costos, rendimiento y productividad del equipo y personal.
- Colaborar en el establecimiento de la producción de la planta, de inventarios de materias primas y productos, así como de medidas de seguridad en situaciones de emergencia.

6.4.1.2 Mantenimiento

En colaboración con ingenieros eléctricos y mecánicos, el egresado analizará:

- Las políticas y los programas de mantenimiento preventivo y la supervisión de su instalación.
- Las medidas necesarias para el mantenimiento correctivo, en caso de falla del equipo a su cargo.
- La selección y la especificación del equipo de instrumentación.
- El montaje de equipos e instrumentos.

6.4.2 Desarrollo de proyectos para la industria de procesos químicos



6.4.2.1 Ingeniería de proceso

- El egresado, en colaboración con profesionistas con experiencia, habrá de:
- Seleccionar las bases de diseño del producto y del proceso.
- Establecer la disponibilidad de materias primas y de otros insumos.
- Determinar el comportamiento dinámico del proceso y de los sistemas de control.
- Seleccionar y dimensionar los equipos principales.
- Analizar las alternativas de los procesos desde los puntos de vista técnico, económico, de utilización de mano de obra y recursos naturales, mediante estudios en planta piloto y simulación con modelos matemáticos. Así mismo, evaluará los sistemas adecuados que prevengan la contaminación ambiental.

6.4.2.2 Ingeniería de Proyectos

- Colaborará en el establecimiento de:
- Localización de equipo.
- Diagramas eléctricos.
- Sistemas de servicios auxiliares.
- Materiales de construcción.
- Equipos de proceso, servicio y almacenamiento.
- Evaluaciones técnico-económicas para la selección y la adquisición de equipo.
- Manual de datos para el cliente.
- Instructivo de arranque y operación.
- Programas de actividades.
- Relaciones con clientes, contratistas y proveedores.
- Diseño de producto.
- Evaluaciones financieras y económicas.

6.4.2.3 Calculo de equipos

- Auxiliados de otros profesionales con experiencia realizará:
- La selección, el dimensionamiento y la instrumentación adecuada de equipo.
- La determinación del mejor arreglo mediante estudios en planta piloto y técnicas de simulación.
- La elección de materiales de construcción.
- La elaboración de manuales de mantenimiento y operación.



6.4.2.4 Servicios Técnicos de Asesoría

Los conocimientos adquiridos le permitirán:

- Conocer el diseño y el funcionamiento de los equipos que emplee, así como las propiedades y las aplicaciones de los productos.
- Asesorar al cliente en problemas de su competencia, determinando la mejor solución, tanto desde el punto de vista técnico como económico, de acuerdo con sus necesidades específicas.
- Realizar investigaciones de mercado, además de planear y supervisar los programas de venta.

6.5 Crítica de los objetivos de la asignatura con el perfil profesional

La Ingeniería Química es parte de la cultura moderna. Una parte de lo que el hombre sabe y aprovecha para ubicarse en el universo y, también para elevar la calidad de vida en nuestro planeta. Todo estudiante que desee dedicarse a esta profesión deberá apropiarse de la parte que le sirve para entender de mejor manera el mundo en que se desenvuelve, y entenderse mejor a sí mismo como profesionista.

Dado que el Ingeniero Químico se dedica al estudio de las condiciones físicas y químicas requeridas para la transformación de una materia prima en un producto de utilidad pública. Utiliza principalmente tres herramientas: Química, Física y Matemáticas para el diseño del equipo que requiere esa transformación de las materias primas necesarias y del consumo eficiente de las mismas durante todo el proceso.

La congruencia de los objetivos de la Asignatura de Ingeniería de Reactores con el perfil profesional del Ingeniero Químico se da desde que se pretende formar al Ingeniero Químico Zaragozano con conocimientos esenciales en manejo y control de plantas de proceso lo que implica directamente su operación y su mantenimiento, que con respecto a los reactores tendrá que ver con el modo de operación del propio reactor, la cinética de la reacción propia del proceso en particular y la procura de que haya el mayor rendimiento deseado al final una vez llevado a término el proceso.

Sin embargo, adicional a lo anterior se debe de fortalecer el conocimiento que se menciona en el perfil de egreso, con asignaturas optativas como tecnologías para modelar y simular los procesos, complementada con ingeniería ambiental; ya que estos puntos no se presentan dentro del contenido de la licenciatura de Ingeniería



Química, dejando que el estudiante ejerza el autoconocimiento adquiriéndolas y aprendiendo las mismas por sus propios recursos.

Por otra parte, el perfil de egreso intenta remarcar los valores, actitudes, habilidades y aptitudes que debe tener el futuro egresado, sin embargo, la mayoría de éstos los adquiere no solo a este nivel, sino desde una educación básica y por supuesto en el ámbito laboral, como parte formadora y forjadora de futuros ingenieros requeridos para un buen desempeño en el trabajo.



7 Congruencia de los objetivos de la asignatura con los objetivos del módulo

Para analizar este apartado, se debe de conocer el objetivo general y objetivos específicos de la asignatura de Ingeniería de Reactores con la relación lógica que guardan los objetivos del módulo de diseño de procesos, establecidos en el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

7.1 Objetivo General de la Asignatura Ingeniería de Reactores

El alumno será capaz de analizar las leyes fisicoquímicas de la cinética de las reacciones catalizadas y no catalizadas para diseñar los reactores homogéneos y heterogéneos para operaciones continuas e intermitentes.

7.2 Objetivos Específicos de la Asignatura Ingeniería de Reactores

- Explicar los modos de operación de un reactor que se emplean en la industria de la transformación química.
- Estimar parámetros de modelos cinéticos de reacciones químicas típicas de la industria química.
- Seleccionar el reactor adecuado, en base al nivel de producción, modo de operación y régimen térmico, requerido para una determinada conversión o rendimiento deseado.

7.3 Objetivos del Módulo de Diseño de Procesos

Familiarizar al alumno con las técnicas para:

- Diseñar reactores homogéneos y heterogéneos.
- Diseñar la configuración óptima de un proceso a través de estudio en planta piloto y de simulación mediante modelos matemáticos
- Analizar el comportamiento dinámico de un proceso y diseñar además de seleccionar el sistema de control más adecuado.



7.4 Crítica de los objetivos de la asignatura con los objetivos del módulo

En la naturaleza se están efectuando reacciones químicas constantemente, no transcurre un solo instante en el que no sucedan infinidad de ellas. Podemos decir que nuestro planeta es un enorme reactor químico en el que incesantemente se están transformando las sustancias.

Muchas de estas reacciones son muy rápidas y podemos ver o percibir sus resultados de forma inmediata; en cambio, otras reacciones son muy lentas y pueden pasar semanas o meses para que podamos percatarnos de la transformación que está sucediendo. Son los Químicos e Ingenieros Químicos los que estudian estas reacciones, imitándolas y repitiéndolas en iguales o diferentes condiciones, para ver si la reacción se lleva a cabo, por ejemplo a diferentes temperaturas, con diferentes disolventes o agentes catalizadores, o si los resultados cambian si se modifica la presión o la humedad, o la iluminación, entre otras variables, cosa que nos permite hacer la Fisicoquímica y las leyes de la Termodinámica.

Como resultado de estos estudios, el Ingeniero Químico puede explicar las reacciones químicas desde un punto de vista atómico, es decir, considerar las reacciones como la unión y desunión de unos átomos con otros, aunque ello implica a las moléculas formadas por esos átomos. Considerando esto como formación y ruptura de enlaces químicos en una reacción.

El Ingeniero Químico ha medido la velocidad a la que se forman o se rompen los enlaces entre los átomos cuando estos reaccionan. También ha determinado la energía que se libera o desprende en forma de calor al formarse las reacciones. Cosa que permite explicar cómo funciona la cinética de la reacción para determinados productos requeridos.

Es claro observar la relación horizontal de congruencia entre los objetivos de la asignatura con los objetivos del módulo de diseño de procesos, se presenta al coincidir en que el alumno adquirirá las técnicas para diseñar reactores tanto homogéneos como heterogéneos (donde se llevan a cabo los diferentes tipos de reacciones), auxiliado de simulación (bajo ciertas condiciones establecidas) mediante la aplicación de modelos matemáticos (algoritmos) que permitan percibir el comportamiento dinámico presente en un proceso de estudio o caso de estudio particular de transformación presente en la industria para la obtención de un producto en particular.



Sin embargo es preciso recalcar que en su mayoría los artículos y publicaciones que explican mejor las técnicas de selección de equipo industrial para procesos específicos, así como las propias cinéticas de reacción se encuentran en idioma inglés, por lo que con la falta de aprendizaje de un segundo idioma como este, el cual no solo deberá ser para entendimiento de comprensión de lectura, sino de manera hablada; reforzará mayormente las habilidades que el alumno requiere, implementando la materia como optativa, ya que en la gran mayoría de ocasiones la condición social que impera en la comunidad estudiantil y el tiempo que exige la propia carrera, disminuyen la posibilidad de aprenderlo de forma particular y paralela a la carrera.



8 Congruencia de los contenidos de la asignatura con los objetivos de la asignatura

Para analizar este apartado, se debe conocer el contenido de la asignatura Ingeniería de Reactores con la relación lógica que guarda con su objetivo, establecidos en el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

8.1 Contenido de la asignatura de Ingeniería de Reactores

8.1.1 Contenido Temático

Unidad	Temas y subtemas
--------	------------------

-
- | | |
|---|---|
| 1 | Introducción a la cinética química.
1.1 Cinética química, generalidades.
1.2 Mecanismos.
1.3 Catálisis, catálisis heterogénea. |
| 2 | Introducción a la Ingeniería de reactores.
2.1 Reactores continuos.
2.2 Reactores Intermitentes. |
| 3 | Reactores homogéneos isotérmicos.
3.1 Cinética de las reacciones homogéneas.
3.2 Diseño de reactores isotérmicos y adiabáticos. |
| 4 | Reactores heterogéneos no isotérmicos. |



- 4.1 Cinética de reacciones heterogéneas, catalizadas y no catalizadas.
- 4.2 transferencia de masa y energía en catalizadores sólidos.
- 5 Reactores heterogéneos isotérmicos.
 - 5.1 Balance de materia, energía y momentum para un reactor tubular empacado como pseudohomogéneo en estado estacionario.
 - 5.2 Balance de materia en un fermentador aerobio.

8.2 Objetivo General de la asignatura Ingeniería de Reactores

El alumno será capaz de analizar las leyes fisicoquímicas de la cinética de las reacciones catalizadas y no catalizadas para diseñar los reactores homogéneos y heterogéneos para operaciones continuas e intermitentes.

8.3 Objetivos Específicos de la asignatura Ingeniería de Reactores

- Explicar los modos de operación de un reactor que se emplean en la industria de la transformación química.
- Estimar parámetros de modelos cinéticos de reacciones químicas típicas de la industria química.
- Seleccionar el reactor adecuado, en base al nivel de producción, modo de operación y régimen térmico, requerido para una determinada conversión o rendimiento deseado.

8.4 Crítica de los contenidos de la asignatura con los objetivos de la asignatura

Considerando que la Ingeniería de Reactores se refiere a la lógica que apoya la toma de decisiones con respecto a resolver ¿Que se desea producir?, ¿Cómo seleccionar un tipo u otro de reactor?, ¿Cuál es el tamaño mínimo requerido para alcanzar una producción determinada?, ¿Cuáles son las mejores condiciones de operación?, ¿Cómo mejorar el desempeño del reactor?, etc. Se debe notar que algunas de esta preguntas se refieren a condiciones preestablecidas, como escala de producción, Cinética de reacción, disponibilidad de materias primas, que también se auxilian en variables importantes en el diseño de reactores químicos como son: transferencia de masa, transferencia de energía y calor, fenómenos de transporte, leyes de



termodinámica, flujo de fluidos, etc.

Si se considera que analizar y entender la cinética química de la reacción presente en el proceso químico que produce la transformación de la materia determinará de manera fundamental la cantidad de los productos generados durante dicha reacción a nivel industrial, así como la cantidad de energía involucrada durante la reacción, es ahí donde se puede apreciar, en general, que la relación de congruencia se presenta al permitir al alumno conocimientos esenciales en selección, manejo, operación y control de reactores en plantas de proceso, además de discernir cuales son los productos químicos que se obtienen durante la reacción química, así como la propia energía involucrada para ser llevada a cabo la propia reacción, no dejando de lado los costos de producción que genere nuestro producto, tiempo de respuesta de producción, así como las condiciones de funcionamiento, operación y mantenimiento óptimo del equipo involucrado.



9 Congruencia vertical de los contenidos de la asignatura de Ingeniería de Reactores con las asignaturas anteriores y posteriores

Para analizar este apartado, se debe conocer el contenido temático de la asignatura de Ingeniería de Reactores con la relación lógica que guarda con las asignaturas de los semestres anteriores y posteriores al octavo semestre donde se ubica la materia en estudio, establecidos en el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

9.1 Contenido de la asignatura de Ingeniería de Reactores

9.1.1 Contenido Temático

Unidad	Temas y subtemas
1	Introducción a la cinética química. 1.1 Cinética química, generalidades. 1.2 Mecanismos. 1.3 Catálisis, catálisis heterogénea.
2	Introducción a la Ingeniería de reactores. 2.1 Reactores continuos. 2.2 Reactores Intermitentes.
3	Reactores homogéneos isotérmicos. 3.1 Cinética de las reacciones homogéneas. 3.2 Diseño de reactores isotérmicos y adiabáticos.
4	Reactores heterogéneos no isotérmicos. 4.1 Cinética de reacciones heterogéneas, catalizadas y no catalizadas. 4.2 transferencia de masa y energía en catalizadores sólidos.



5 Reactores heterogéneos isotérmicos.

5.1 Balance de materia, energía y momentum para un reactor tubular empacado como pseudohomogéneo en estado estacionario.

5.2 Balance de materia en un fermentador aerobio.

9.2 Relación Vertical de los Contenidos de las Asignaturas Anteriores.

Tabla 1 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo básico.

CICLO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Ciclo Básico	1°	Seminario de problemas socioeconómicos	Ubica al alumno en el proceso productivo industrial del México actual y la relación internacional que genera la industria química, ayudando a entender la gran demanda real de profesionistas químicos dentro de la industria para la solución demandante de productos nuevos que cubran las grandes necesidades de la sociedad actual.
	1°, 2°	Matemáticas I, II	El alumno tiene como base principal el uso de estas asignaturas para el desarrollo lógico-matemático y de cálculo de todo proyecto que lleve a cabo a lo largo de su formación como futuro ingeniero y durante su desempeño profesional.
	1°, 2°, 3°	Química I, II, III	Ayuda al alumno a explicarse cómo interactúan las reacciones que se llevarán a cabo en la cinética de reacción para la transformación de la materia prima en un producto requerido, así como la posible formación de otras sustancias generadas del propio proceso y como tratarlas.
	1°, 2°, 3°	Laboratorio de Ciencia Básica I, II, III	Proporciona al alumno las bases científicas y experimentales para un adecuado desarrollo de prácticas que se transformaran en el desarrollo de proyectos a nivel industrial, permitiendo además el análisis e interpretación de los datos arrojados en dicha experimentación para su adecuación a nivel industrial.



Tabla 2 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo básico(*continuación*)

CICLO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Ciclo Básico	2°, 3°	Fisicoquímica I, II	Proporciona al alumno las leyes que explican el comportamiento químico de las sustancias en un grado de pureza, permitiendo su manipulación basada en el análisis e interpretación de las propiedades físicas y químicas de dichas sustancias y las condiciones de operación a las que pueden ser sometidas.
	3°	Bioestadística	Aporta al alumno las bases para la interpretación y manejo de datos duros (estadísticos) y de datos blandos (datos del comportamiento social) para otorgar un análisis en estrategias de solución a problemas presentes dentro de la industria.

Tabla 3 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio.

CICLO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Intermedio	4°	Balances de Masa y Energía	Induce al alumno en la metodología del cálculo de balances de masa y energía con reacción química sin considerar la cinética y solamente la conversión que se desea, partiendo de la base de los principios y leyes fisicoquímicas integrándolos al análisis y diseño de procesos.
	4°	Fenómenos de Transporte	Brinda al alumno las bases sobre el transporte de energía (conducción de calor, convección y radiación), que se van a generar dentro del reactor, lo anterior en proporción a las propias características de la reacción, el tipo de reactor, y los fenómenos de difusión de materia en reacciones heterogéneas aunadas a la propia materia prima y las condiciones de operación del propio reactor.



9.2 Relación Vertical de los Contenidos de las Asignaturas Anteriores

Tabla 4 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio (continuación).

CICLO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Ciclo Intermedio	4°	Química Industrial	Da al alumno un panorama general de las industrias químicas donde se llevan a cabo reacciones químicas y la gama de actividades que puede desempeñar un ingeniero químico dentro de las industrias, así como los puestos que puede ocupar y la responsabilidad que conllevan cada uno de ellos dentro de las plantas de proceso.
	4°	Métodos Numéricos	Proporciona al alumno los métodos algebraicos para la solución de problemas implícitos en el cálculo de determinadas funciones y ecuaciones que se encuentran a lo largo del desarrollo de los proyectos industriales como son sistemas de ecuaciones diferenciales, lineales o no lineales.
	4°	Laboratorio y Taller de Proyectos	Permite al alumno desarrollar la generación de un producto, dimensionando el tamaño de la planta de producción, así como el uso adecuado de las materias primas para su elaboración, los mejores canales de distribución y comercialización, así como la elaboración del diagrama de flujo de proceso.
	5°	Flujo de Fluidos	Plantea al alumno la dinámica de los fluidos, así como su medición, transporte, almacenamiento y control desarrollando redes de tubería y calculando equipos que proporcionen un mayor manejo de los fluidos.



Tabla 5 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio (continuación).

CICLO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Intermedio	5°	Separación Mecánica y Mezclado	Indica al alumno las diferentes fases presentes en ciertos materiales, como lograr la separación centrífuga, la fluidización, la filtración, la agitación y el mezclado de las partículas para obtener un producto con requerimientos físicos y químicos a usarse en cierto proceso.
	5°	Diseño de Equipo	Aporta al alumno las bases necesarias para el diseño de recipientes a presión (reactores) y material en planta que trabaja bajo tensión, esfuerzo y compresión (vigas y soportes), permite identificar los tipos de materiales para la construcción de equipos, su montaje en una planta de proceso y la aplicación de medidas de seguridad durante su transportación, armado y/o montaje dentro de las instalaciones donde funcionarán, resguardando por sobre todo la seguridad industrial.
	5°	Laboratorio y Taller de Proyectos	Implica al alumno la aplicación de la selección en materiales para el diseño y dimensionamiento de equipo, cálculo para la construcción de redes de tubería, selección y diseño de sistemas de separación mecánica y mezclado y fundamentos para el montaje de equipo en planta.
	6°	Ingeniería de Servicios	Permite identificar y calcular los servicios auxiliares necesarios (agua, vapor, combustible, aire, electricidad, gas inerte, ciclos refrigerantes, etc.) para que la planta y equipos de proceso (reactores, bombas, compresores, hornos, torres de enfriamiento, etc.) funcionen adecuadamente.
	6°	Ingeniería Eléctrica	Aporta al alumno las bases necesarias para seleccionar y especificar los elementos necesarios para la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica en los equipos e instalaciones de la industria de proceso.



9.2 Relación Vertical de los Contenidos de las Asignaturas Anteriores

Tabla 6 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo intermedio (continuación).

CICLO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Intermedio	6°	Transferencia de calor	Plantea al alumno como se lleva a cabo la transferencia de energía por conducción, convección y radiación a lo largo de un proceso en equipos como los intercambiadores de calor, auxiliando estos últimos a procesos previos de líquidos que entran en un reactor para su procesamiento.
	6°	Laboratorio y Taller de Proyectos	Permite al alumno desarrollar procesos de manejo de energía, combinados con el tratamiento de efluentes de sólidos en suspensión y el manejo de intercambiadores de calor dentro de las prácticas.
	7°	Termodinámica Química	Ofrece al alumno la posibilidad de calcular las propiedades termodinámicas de los sistemas gaseosos que no se comportan idealmente, al igual que de las disoluciones no ideales liquido-vapor y el equilibrio químico dentro de estos sistemas.
	7°	Diseño de equipo de separación	Aporta al alumno las bases necesarias para la construcción de diagramas de equilibrio liquido-vapor de mezclas binarias, de punto de rocío, punto de burbuja, empleando estos en los parámetros de operación de los proceso de destilación. Además de métodos analíticos y gráficos para determinar el número de etapas de una separación especificada y el diseño de estos equipos de separación.
	7°	Transferencia de masa	Ofrece al alumno la capacidad de desarrollar ecuaciones de transferencia de masa que explican el fenómeno de la difusión molecular a fin de poder estimar sus coeficientes de difusión. Además de resolver ecuaciones de régimen laminar y bajo condiciones estacionarias o transitorias a fin de describir la relación que existe entre la convección y la difusión en problemas particulares.
	7°	Laboratorio y Taller de Proyectos	Implica al alumno la identificación de las principales variables que intervienen en los procesos de transferencia de masa y energía, el análisis de las variables en el diseño termodinámico del equipo de separación enfocadas a su aplicación dentro de la industria.

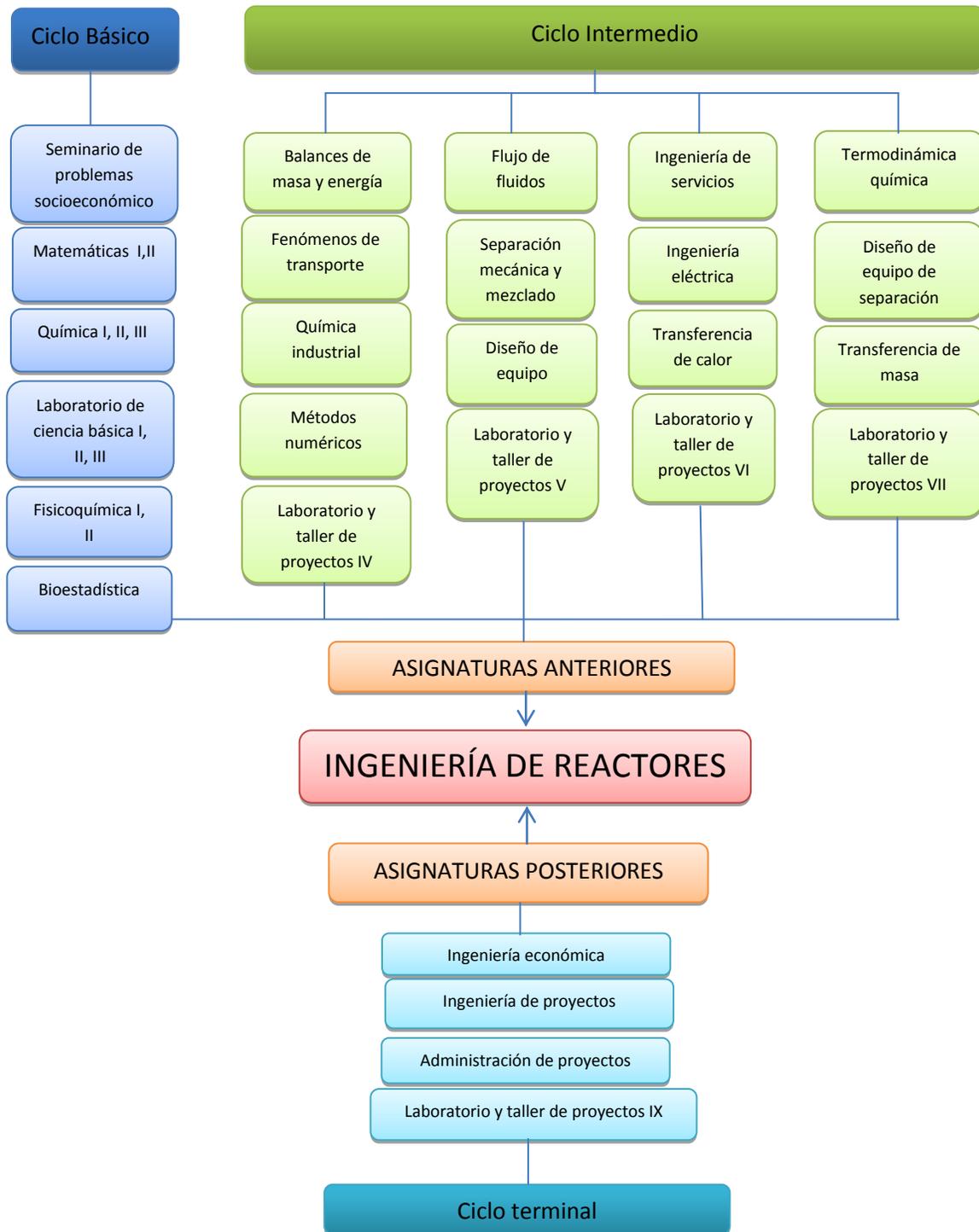


9.3 Relación Vertical de los Contenidos de las Asignaturas Posteriores

Tabla 7 Relación vertical de los contenidos de las asignaturas de ciclo terminal.

CICLO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Terminal	9°	Ingeniería Económica	Otorga al alumno conocimientos básicos de economía y mercadotecnia para poder explicar y deducir las variables macroeconómicas y determinar de manera clara la relación causa-efecto entre ellas y su relación con códigos y tratados internacionales sobre el cambio de bienes y servicios.
	9°	Ingeniería de Proyectos	Implica la aplicación de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes para establecer las formas y actividades necesarias para planear, organizar, dirigir y controlar un proyecto, bajo la elaboración de documentos como son los DFP'S, DTI'S de proceso y servicios auxiliares, PLG'S, hojas de datos de equipo y manuales de operación.
	9°	Administración de Proyectos	Permite al alumno la aplicación de las técnicas de administración, en aspectos de organización de grupos de trabajo, dirección del personal, toma de decisiones, programación y control de planes de trabajo llevados a cabo dentro de la industria y actividades cotidianas.
	9°	Laboratorio y Taller de Proyectos	Proporciona al alumno la realización de estudios financieros y económicos de un proyecto, así como construir estados financieros que permiten determinar índices y parámetros como VPN, TIR, TRC, generalmente empleados por un inversionista para la toma de decisiones sobre la viabilidad o no de proyectos, así como determinar los costos y beneficios implícitos de un proyecto.

Figura 1. Relación vertical con las asignaturas anteriores y posteriores





9.4 Crítica de los contenidos de la asignatura con las otras asignaturas anteriores y posteriores

Considerando que el tipo de enseñanza que ha predominado en FES Zaragoza es centrada por asignaturas, con una gran proporción de asignaturas teóricas complementadas con otras cuantas prácticas de laboratorio, privilegiando el analizar y entender la cinética química de la reacción presente en el proceso químico que produce la transformación de la materia, así como los cálculos de estimaciones en las variables que intervienen en la reacción, los balances de materia y energía, el nivel de producción, el dimensionamiento del reactor, el tipo de reacción que se llevará a cabo, la velocidad con la que la reacción se llevara, la correcta separación de las fases presentes en la reacción, la cantidad de energía involucrada durante la reacción, la correcta aplicación de técnicas para planear, organizar, dirigir y controlar el proyecto, la viabilidad propia de dicho proceso, etc., es ahí donde la relación de congruencia entre el contenido de la asignatura de Ingeniería de Reactores y el contenido de las demás materias tiene lugar, al permitir al alumno aplicar los conocimientos adquiridos desde ciclo básico, módulos como el de análisis de procesos, manejo de materiales, manejo de energía, procesos de separación y desarrollo de proyectos, siendo esenciales los contenidos desarrollados en cada asignatura para tomar una buena decisión al momento de la selección (tipo de reactor), el cálculos de datos, la compra de equipo (bombas, compresores, molinos, hornos, tanques de almacenamiento, indicadores de nivel, presión, temperatura, etc.), el montaje, el manejo, el control, cumpliendo con el diseño, materiales, operación y mantenimiento de estos en las plantas de proceso donde se desarrolla el Ingeniero Químico.



10 Congruencia horizontal de los contenidos de la asignatura con las otras asignaturas del mismo módulo (diseño de procesos)

Para analizar este apartado, se toma en consideración el contenido temático de la asignatura de Ingeniería de Reactores analizando su relación y la lógica que guarda con el contenido de las demás asignaturas de octavo semestre que conforman el bloque del Módulo de Diseño de Procesos, establecidos en el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

10.1 Contenido de la asignatura de Ingeniería de Reactores

10.1.1 Contenido Temático

Unidad	Temas y subtemas
1	Introducción a la cinética química. 1.1 Cinética química, generalidades. 1.2 Mecanismos. 1.3 Catálisis, catálisis heterogénea.
2	Introducción a la Ingeniería de reactores. 2.1 Reactores continuos. 2.2 Reactores Intermitentes.
3	Reactores homogéneos isotérmicos. 3.1 Cinética de las reacciones homogéneas. 3.2 Diseño de reactores isotérmicos y adiabáticos.
4	Reactores heterogéneos no isotérmicos. 4.1 Cinética de reacciones heterogéneas, catalizadas y no catalizadas. 4.2 transferencia de masa y energía en catalizadores sólidos.

5 Reactores heterogéneos isotérmicos.

5.1 Balance de materia, energía y momentum para un reactor tubular empacado como pseudohomogéneo en estado estacionario.

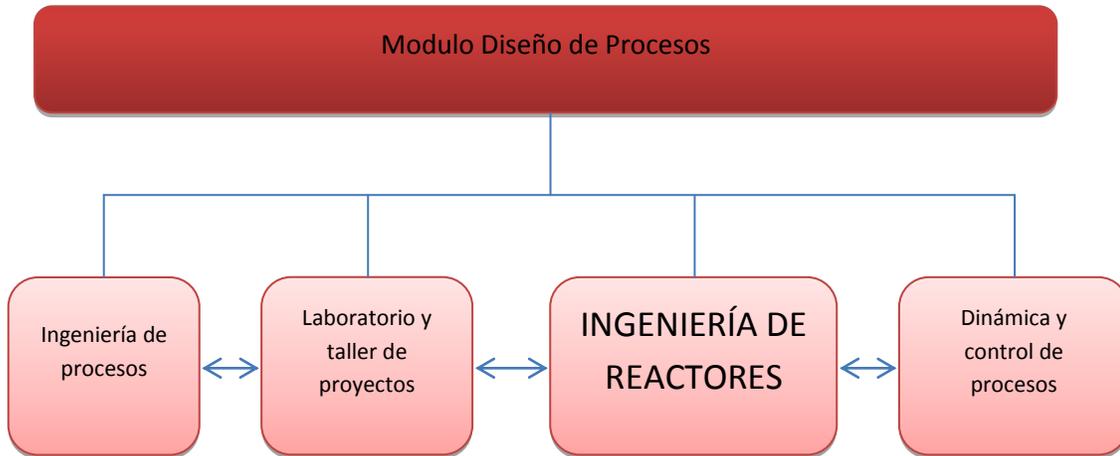
5.2 Balance de materia en un fermentador aerobio.

10.2 Relación horizontal de los contenidos de las asignaturas del mismo módulo (diseño de procesos)

Tabla 8 Relación horizontal de los contenidos de las asignaturas del mismo módulo(diseño de procesos).

CICLO	MÓDULO	SEMESTRE	ASIGNATURA	CONTENIDO DE LA ASIGNATURA
Terminal	Diseño de Procesos	8°	Ingeniería de Procesos	Permite al alumno analizar el estudio de los procesos y su escalamiento en equipo, establecer los valores de los parámetros de diseño de equipo y de las condiciones de operación en una industria de procesos, las técnicas de simulación y optimización para desarrollar el diseño del proceso.
		8°	Dinámica y Control de procesos	Plantea al alumno la aplicación de las diferentes técnicas de modelación para la simulación y el diseño de sistemas de control de las principales operaciones dentro de los procesos químicos, resaltando su dinámica en las variables involucradas, su medición y su comportamiento en un determinado periodo de tiempo.
		8°	Laboratorio y Taller de Proyectos	Ofrece al alumno la posibilidad de Implementar la optimización de procesos mediante el uso de modelos matemáticos, auxiliado de la selección y el diseño de sistemas de control de procesos.

Figura 2 Relación horizontal con las asignaturas del mismo módulo de diseño de procesos



10.3 Crítica de los contenidos de la asignatura con las otras asignaturas del mismo módulo

Dicha relación de congruencia de los contenidos de la asignatura de Ingeniería de Reactores y las demás asignaturas del mismo modulo se presenta con la adquisición y desarrollo de una formación (conocimiento) adecuada para la resolución de problemas industriales específicos que se basan en la mejor integración de los diferentes elementos disponibles y adquiridos (técnicas de modelación y diseño) en este Módulo de Diseño de Procesos, para lograr los objetivos del diseño de reactores auxiliados de modelos matemáticos, estableciendo una configuración optima y analizando el comportamiento dinámico del mismo reactor tanto homogéneo como heterogéneo, es necesario ser auxiliado de simulación mediante la aplicación de modelos matemáticos en un proceso de estudio o caso de estudio particular de transformación presente en la industria.

Percibir el comportamiento que tendrá el reactor tiene que ver con el modo de operación del propio reactor, la cinética de la reacción propia del proceso en particular y la procura de que haya el mayor rendimiento deseado al final una vez llevado a término el proceso, para lo cual también los contenidos temáticos tienen que estar relacionados con cualquiera de las orientaciones que harían de la carrera de Ingeniería Química aún más una fortaleza, es decir, orientación hacia la Ingeniería Ambiental o bien hacia la Ciencia de Materiales.



Los contenidos planteados en las asignaturas sustentan el uso propio de simuladores que dentro de la asignatura (Ingeniería de Reactores) representa una debilidad una vez revisado el Análisis FODA antes presentado, ya que no hay una asignatura impartida a lo largo del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química que permita desarrollar la programación y el uso de simuladores como herramienta auxiliar y principal de los procesos que se presentan en la docencia, por lo que desde mi punto de vista sería de lo más útil tener una formación en programación y manejo de paquetería de simulación (ASPENPLUS, CHEMCAD, CHEMSHARE, FLOWTRAN, HYSYS y PROLL) presentes y útiles dentro de la industria, lo anterior debido a que serían mayormente explicables y entendibles algunos procesos y se estaría reforzando la propia asignatura así como la formación del estudiante y egresado estando mayormente familiarizado con el desarrollo de paquetería computacional de simulación en la vida laboral profesional.



11 Distribución de las cargas horarias para desarrollar cada tema del programa

Para analizar este apartado, se toma en consideración el índice temático de la asignatura de Ingeniería de Reactores de octavo semestre; establecido en el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

11.1 Índice temático con carga horaria de la asignatura de Ingeniería de reactores

Tabla 9 Índice temático con carga horaria de la asignatura de Ingeniería de reactores

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMA	HORAS TEÓRICAS	HORAS PRÁCTICAS
1	INTRODUCCIÓN A LA CINÉTICA QUÍMICA	28	10
2	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE REACTORES	6	4
3	REACTORES HOMOGÉNEOS ISOTÉRMICOS	25	5
4	REACTORES HETEROGÉNEOS NO ISOTÉRMICOS	11	6
5	REACTORES HETEROGÉNEOS ISOTÉRMICOS	10	7
Total de horas		80	32
Horas totales del curso		112	

Tabla 10 Nueva carga horaria sugerida para la asignatura de Ingeniería de reactores

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMA	HORAS TEÓRICAS	HORAS PRÁCTICAS
1	INTRODUCCIÓN A LA CINÉTICA QUÍMICA	20	16
2	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE REACTORES	6	6
3	REACTORES HOMOGÉNEOS ISOTÉRMICOS	20	10
4	REACTORES HETEROGÉNEOS NO ISOTÉRMICOS	10	7
5	REACTORES HETEROGÉNEOS ISOTÉRMICOS	8	9
Total de horas		64	48
Horas totales del curso		112	



11.2 Crítica de las cargas horarias para desarrollar cada tema del programa

La meta que siguen los programas de educación es la preparación de una persona, con una formación amplia, para aceptar la compleja responsabilidad de la dirección profesional. Para cumplir este requerimiento es preciso desarrollar un nuevo tipo de ingeniero, superior al ingeniero práctico y al investigador. Lo que requiere de un profesionista con conocimientos teórico-prácticos estrechamente orientado a dar soluciones prácticas y rápidas a un problema en particular lo que dependerá de sus conocimientos adquiridos en el aula y el trabajo real hecho en plantas de proceso. Lo anterior recae de manera natural en las horas que el alumno (futuro profesionista) dedique y reciba en la institución de formación a la que este incorporado.

Considerando la presentación de horas por unidades mostrada en la tabla número 7 del plan de estudios actual, contemplada de un índice temático de manera muy general no permite visualizar si la distribución y asignación de horas teóricas y horas prácticas son las adecuadas, dado que se desconocen los temas y subtemas, sin embargo debe tomarse en cuenta que junto con las semanas reales de clase impartidas en cada semestre, los periodos vacacionales y días no laborables, se debe cubrir un periodo de diez y seis semanas por siete días dando un total de ciento doce horas en él semestre.

Es necesario destacar que la distribución de horas por unidades puede ser modificada por el profesionista que imparte la materia ya que en ocasiones considera este que hay temas que requieren mayor desarrollo del mismo por lo que en algunos de estos temas se acortan las horas prácticas para dar mayor peso a las horas teóricas, limitando con ello que las practicas correspondientes a las horas practicas sean menos, si se hace hincapié en que el tipo de enseñanza que ha predominado en FES Zaragoza es centrada en las aulas con una gran proporción de horas teóricas complementadas con unas cuantas horas prácticas de laboratorio, y que debido a que en particular en planta piloto no se cuenta con mucho equipo físico, es poca la cantidad de prácticas reales hechas en estas instalaciones que no permiten tener mayor relación de análisis de problemas cotidianos presentes para la resolución de problemas reales que se encontraran en la industria, es ahí donde la habilidad del alumno por adquirir mayor conocimiento se adentra en la bibliografía de respaldo que hace mayormente fuerte para la adquisición de conocimiento de los temas de la materia en resolución de problemas.

Para aplicar los conocimientos adquiridos desde ciclo básico, módulos como el de



análisis de procesos, manejo de materiales, manejo de energía, procesos de separación y desarrollo de proyectos, es necesario considerar llevar acabo un vínculo fuerte y palpable con la industria apoyado en visitas industriales y la realización de prácticas profesionales por parte del alumnado para que la materia de ingeniería de reactores se vea mayormente complementada al aplicar las horas teóricas adquiridas en el aula con las horas prácticas que exige la misma materia.

Considerando que el Ingeniero Químico como profesionista necesita conocimientos para resolver problemas presentes en el diseño y administración de los procesos químicos industriales es ahí donde la importancia de las horas teóricas llevadas a la práctica permiten al alumno (futuro profesionista zaragozano) aplicar los conocimientos adquiridos, lo anterior para tomar una buena selección, un manejo, una operación, un control y hasta una compra de equipo (tipo de reactores), cumpliendo con el diseño, materiales, operación y mantenimiento de estos en las plantas de proceso donde se desarrolla el trabajo del Ingeniero Químico.



12 Análisis de las estrategias didácticas

Para analizar este apartado, se hace referencia a estrategias didácticas que recomienda la Secretaría de Educación Pública en sus evaluaciones nacionales de logros académicos en centros escolares, de los cuales se tomaron, aquellos, que por su contenido, se pudieran aplicar dentro del aula.

12.1 Metodología didáctica

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones o exposiciones, investigación formativa, integración efectiva, espíritu de colaboración, trabajo en equipo, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

12.2 Crítica de las estrategias didácticas

Ante el constante cambio de la ingeniería en sus diferentes especialidades, las instituciones formadoras de ingenieros deben redefinir su misión y adecuar sus programas educativos y la forma de cómo enseñarlos. La sociedad actual se caracteriza por un amplio, sostenido y cambiante uso de la tecnología, en un mercado global de enorme competencia e interdependencia, y con una capacidad de comunicación jamás imaginada. Esto implica para los ingenieros el reto de ofrecer a la sociedad, nuevas habilidades que le permitan diseñar, construir, fabricar y operar bienes con mayor valor agregado de tecnología y más eficientes en su función, a los menores costos posibles. Requiere profundizar su conocimiento de diversas disciplinas ampliar sus capacidades de información y desarrollar su creatividad, teniendo en cuenta el extraordinario ritmo de cambio que tiene actualmente la tecnología.

El modelo educativo a nivel superior empieza a adecuarse a estos cambios. El modelo tradicional de enseñanza con modalidad presencial alumno-maestro y con el uso principal del pizarrón o pizarra como medio para plasmar conceptos e ideas avanza a un modelo nuevo que se enfoca en capacidades, de las cuales muchas se han aprendido de manera natural. Todo esto suena bien, el problema es cómo lograr que el alumno adquiera algunas de las capacidades o todas ellas a lo largo de su formación profesional.

El alumno no tiene que estar estrechamente orientado hacia la investigación ni ser un



especialista muy concreto. Ha de ser un hombre o mujer de capacidad superior y amplio conocimiento. Será capaz de comunicarse inteligentemente con cualquier estrato de la profesión ingenieril. Tendrá la capacidad técnica para comprender los logros y penetrar en las dificultades tanto de la investigación tecnológica como del diseño detallado.

Por lo que el alumno deberá aprender a formarse hábitos (formación de conocimientos, habilidades y actitudes o deseos). El conocimiento indica qué hacer y por qué. Las habilidades enseñan cómo hacer las cosas. El deseo es la motivación, las ganas de hacerlo.

El alumno deberá ser proactivo eso significa tomar la responsabilidad por su propia vida, ejercitar la habilidad de seleccionar su respuesta ante cualquier estímulo. Esto implica comportarse según se decisión consciente, basado en sus valores. Deberá crear un hábito de liderazgo personal, que indica la necesidad de comenzar cada día con un claro entendimiento de su dirección y destino deseados (descubrir los principios básicos por los cuales debería vivir y trabajar). Construir una comunicación efectiva, ya que la mayoría de las personas pasan su vida aprendiendo a comunicarse en forma escrita o hablada, pero tienen poco entrenamiento en escuchar y entender. Debe buscar la cooperación creativa y el trabajo en equipo. Todo lo anterior se logra si se procura complementar y aumentar el conocimiento acercándose a las personas correctas con herramientas alternativas viables para su desarrollo y correcto encause a lo largo de la formación académica.

12.3 Propuestas didácticas

- ✓ Organizar talleres de resolución de problemas.
- ✓ Implementar el aprendizaje y uso de simuladores tales como: ASPENPLUS, CHEMCAD, CHEMSHARE, FLOWTRAN, HYSYS y PROLL, para predecir según las condiciones el comportamiento del reactor.
- ✓ Desarrollar y usar modelos con algoritmos en problemas de balance de materia y energía para resolver por medio de simuladores problemas para diferentes tipos de reactores.
- ✓ Realizar investigación bibliográfica sobre artículos publicados recientemente acerca de la asignatura.
- ✓ Programar un ciclo de conferencias en las que participen investigadores y profesionales relacionados con el diseño, mantenimiento y operación de reactores químicos.



Crítica y propuesta del programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Reactores

- ✓ Promover la asistencia de los alumnos a congresos y simposios, conferencias, etc.
- ✓ Realizar y promover visitas industriales a empresas en el ramo de la construcción, petroquímica, metalurgia, energía, alimentos, farmacéutica, plásticos, pinturas, cosméticos, manejo de residuos, seguridad industrial, etc.
- ✓ Desarrollar prácticas profesionales del alumno en las diferentes industrias.
- ✓ Desarrollar los LTP´S con niveles de grado reconocidos como principios para temas de tesis.



13 Análisis de los instrumentos de evaluación

Para analizar este apartado, se hace referencia a estrategias didácticas que recomienda la Secretaría de Educación Pública en sus evaluaciones nacionales de logros académicos en centros escolares, de los cuales se tomaron, aquellos, que por su contenido, se pudieran aplicar dentro del aula.

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no solo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

13.1 Técnicas planteadas en el programa de la asignatura

- Exámenes parciales.
- Participación en clase.
- Resolución de problemas.
- Trabajos y tareas fuera del aula.
- Prácticas supervisadas.

13.2 Crítica de las técnicas de evaluación

Uno de los obstáculos que con mayor frecuencia tiene las instituciones educativas para realizar un trabajo sistemático de evaluación del aprendizaje, consiste en la falta de una cultura de evaluación entre los actores del proceso educativo-alumnos, profesores y directivos, lo que conduce a prácticas evaluativas que no son congruentes con los contenidos, enfoques y propósitos del modelo educativo, o bien son insuficientes o superficiales. Tales prácticas suceden en gran medida por la carencia de bases teóricas y técnicas en algunas de las fases del proceso evaluativo: la planeación, el diseño y desarrollo de instrumentos de evaluación; el análisis de la información, o la interpretación y uso de resultados. Estas carencias se reflejan en la emisión de juicios de valor subjetivos, superficiales o sesgados que impactan de manera negativa en los estudiantes. Generalmente estas prácticas no resultan útiles para la toma de decisiones que tienen que llevar a cabo los distintos actores en los distintos momentos del proceso educativo.



13.3 La evaluación del aprendizaje

Debe ser un **proceso sistemático**; es decir, la evaluación debe ser un proceso racionalmente planificado, de manera que no debe entenderse como algo aislado, ni improvisado, ni desconectado del desarrollo de la docencia.

Debe estar acorde a una **comprensión de la realidad educativa**, en este sentido, el elemento fundamental radica en el acercamiento a la realidad para conocerla adecuadamente y comprenderla, de forma que no puede darse una evaluación de calidad sino se sustenta sobre un grado de comprensión suficiente de la situación educativa de lo evaluado (sin conocimiento de lo que el temario marca y debe ser cubierto).

Debe pretender la **emisión de un juicio de valor** sobre la misma; basado en criterios objetivos (cumplir con lo propuesto por la asignatura con respecto a sus objetivos de programa educativo).

Debe estar orientado bajo una **toma de decisiones**; debe ser la base necesaria para una mejora del alumnado (evaluación formativa) que lleve a una rendición de cuentas (evaluación sumativa, o calificativa).

Debe **buscar una mejora**; solo puede entenderse que una evaluación es de calidad, si permite identificar no solo los elementos que requieren mejora, sino el cómo dinamizar el proceso de mejora e innovación, es decir, el carácter formativo se identifica como un componente fundamental para cualquier evaluación.

La elección de un tipo determinado de técnicas de evaluación depende de los objetivos de la propia asignatura, en virtud de la cual la evaluación adquiere un sentido específico para el alumno y el profesor. Este marco educativo se toma como referencia para interpretar la enseñanza y el aprendizaje, determina en gran medida tanto la información que es necesario obtener, como el tipo de juicios que se emitan y la naturaleza de las decisiones que se adopten.

En el caso específico de la evaluación del aprendizaje de la Asignatura, implica que no debemos limitarnos al ámbito de los objetivos más fácilmente contrastables, porque se perdería de vista la importante influencia de estrategias intelectuales, experiencias profesionales y de procesos subyacentes a las tareas específicas marcadas en el programa de la asignatura, factores implícitos en el perfil profesiográfico del profesor que imparte la materia, que nos permiten explicar



casualmente el origen del éxito o fracaso del alumno orientando la intervención apropiada a cada causa detectada en la fase de aprendizaje, permitiendo así que la evaluación cumpla su función de perfeccionamiento como herramienta y mejora del proceso educativo..

Considerar que aspectos como el propio examen, la realización de tareas, la participación en clase, la propia asistencia a la impartición de clase, la realización de prácticas y visitas industriales, etc., deben conformar una evaluación de la asignatura es solo criterio del profesor ya que hay quienes por su naturaleza docente prefieren evaluar solo uno o dos aspectos de los antes mencionados, considerando que es a juicio del profesor su forma de impartir una evaluación al alumno, este pocas veces tiene voz y voto en decidir cuales o cuantos de los puntos de evaluación serán necesarios para que el maestro ejerza una evaluación sumativa.

Es por ello que si bien no toda la responsabilidad cae en el profesor, el alumno deberá exigir que de manera clara y congruente se le dé a conocer desde un principio la forma en que se evalúa la parte del conocimiento que se adquiera en el aula (teoría) y en el laboratorio (prácticas), desglosando que porcentaje cubrirá cada actividad desempeñada a lo largo del semestre, lo anterior con el fin de brindar una calidad en la transmisión del conocimiento hacia el alumno y una mejor comprensión de lo transmitido por el profesor para lograr hacer del alumno un profesional competente, es decir, con una adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias que el permitan actuar de manera eficaz y responsable ante las necesidades de la sociedad demandante de sus servicios profesionales.

13.4 Propuesta de otras técnicas de evaluación

- Participación en el desarrollo del taller de resolución de problemas con herramientas alternativas computacionales.
- Realización de un problemario propuesto por el propio alumno en conjunto con el profesor y el programa asignado por unidad.
- Resolución de problemas con ayuda de simulación computacional.
- Interpretación de resultados arrojados de la simulación.
- Evaluaciones escritas a libro abierto, donde el alumno muestre su criterio para la resolución de problemas.
- Prácticas de laboratorio con pre-reporte (evaluación pre diagnóstica) de la misma.
- Interrogatorio previo a la práctica en planta o campo.



- Entrega de reporte por visita industrial.

Tabla11 Instrumentos de evaluación propuestos con porcentaje

ACTIVIDADES A COTEJAR	PORCENTAJE ASIGNADO
EXAMEN PARCIAL	60%
PARTICIPACIÓN EN CLASE	5%
REALIZACIÓN DE PROBLEMARIO PROPUESTO	10%
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON SIMULACIÓN	5%
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	5%
EVALUACIÓN PRE DIAGNÓSTICA POR PRÁCTICA	5%
ENTREGA DE REPORTE POR VISITA INDUSTRIAL	5%
TRABAJOS Y TAREAS FUERA DEL AULA	5%
TOTAL	100%



14 Análisis del perfil profesiográfico

Para analizar este apartado, se hace referencia al perfil que presenta el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

14.1 Perfil profesiográfico

Ingeniero Químico o afín para impartir la asignatura, preferentemente con estudios de posgrado. Experiencia en la operación y manejo de reactores químicos. 2 años de experiencia docente y/o tener cursos de didáctica y/o evaluación del proceso Enseñanza-Aprendizaje o similares.

14.2 Crítica del análisis del perfil profesiográfico

Dado que en un proceso de selección se busca determinar que candidatos reúnen ciertas características definidas previamente para el desempeño de un determinado puesto de trabajo. De un puesto de trabajo con unas propiedades concretas, se desprende un perfil de exigencias o profesiograma.

Este indica los factores y competencias importantes para desempeñar adecuadamente las funciones y tareas propias de un cargo. Dentro del proceso de selección se debe evaluar hasta qué punto, los candidatos a un puesto de trabajo, poseen las características y competencias definidas en el profesiograma correspondiente que garanticen el cumplimiento adecuado de cada una de sus funciones.

14.3 Pruebas a realizarse a algún candidato

Deben cumplir con los criterios de:

Predicción: Desempeño posterior en el trabajo.

Criterio: Medida del éxito o fracaso en las pruebas.

Fiabilidad: Constancias en la medición.

Validez de Contenido: Utilidad de la prueba para la que realmente se está midiendo.

Concurrencia: Los resultados se relacionan con algún criterio o norma presente de exactitud.

Por lo anterior es recomendable desde mi punto personal para la asignatura de



Ingeniería de Reactores un Ingeniero Químico egresado de la carrera o con estudios similares. De preferencia con Posgrado y experiencia profesional en el área de Reactores dentro de la industria. Que posea las siguientes características:

Conocimientos: Dominar ampliamente el área del conocimiento científico y técnico al cual pertenece la Asignatura de Ingeniería de Reactores. Tener un panorama completo en Operaciones Unitarias, Procesos que involucran reacciones químicas, Matemáticas, Física, Química, Termodinámica, Flujo de fluidos, Fenómenos de Transporte, Transferencia de masa y energía, Diseño de Equipo, Economía y Administración, además de un panorama completo sobre el papel que tiene su asignatura de Ingeniería de Reactores, primero dentro del conjunto de las asignaturas del Módulo de Diseño de procesos, y también dentro del plan de estudios de la carrera en cuestión.

Tener los conocimientos y la práctica relacionados con la didáctica, pedagogía, técnicas de enseñanza, procesos de evaluación y además, que le permitan instrumentar los procesos de enseñanza-aprendizaje, propios para lograr una formación integral de sus alumnos en un nivel de excelencia y competencia.

Habilidades: Observar fenómenos físicos, Analizar y resolver problemas, Manejo de equipo de Laboratorio y computo, Lectura, Comunicación y redacción, Razonamiento lógico y matemático, Manejo de paquetería en Simulación.

Actitudes: Responsable, con Iniciativa, Versatilidad, Interés de tipo científico y de investigación, Participación plena en equipos de trabajo, Disciplina en el estudio, Respeto al medio ambiente, Conciencia de la problemática de su entorno y a nivel mundial.

Psicológicas: Ser capaz de promover en el alumno cambios de su conducta, orientados hacia la creatividad, la innovación, el trabajo en equipo. Hacer ver al alumno la importancia del papel que juega como tal, y después el que jugara como un Ingeniero profesionalista. También tiene que despertar en él el orgullo de ser universitario, el sentido de pertenencia y el establecimiento de un compromiso personal, lleno de responsabilidad y de valores como individuo. En este sentido, el profesor es empático y proactivo, con una gran capacidad de comunicación.

Sociales: Despertar en el alumno la conciencia social, como factor de cambio y generador de situaciones en beneficio de la sociedad.



Económicas: Desarrollar en el alumno la motivación para estar consciente de la importancia de la ingeniería como elemento generador de riqueza y bienestar. Buscar, crear en ellos el sentimiento de competencia, de liderazgo para que como estudiantes y como futuros profesionistas, sean altamente competitivos en un mundo globalizado.

Culturales: Incrementar en los jóvenes los valores estéticos y artísticos, como elementos de la formación del ser humano, que permita el crecimiento de su espíritu y la búsqueda del desarrollo pleno.

Valores: Logrará despertar valores éticos y conciencia de grupo, la búsqueda de la verdad, el deber ser con la humanidad y consigo mismo. La búsqueda de la excelencia, de la mejora continua y de la realización integral del individuo.

No se debe perder de vista que, a través de la formación científica, proporcionada en la vida estudiantil del Docente se busca que este profesional de la Ingeniería sea crítico, innovador, con espíritu social, capaz de adaptarse a los cambios y que tome como suya la responsabilidad de su formación integral permanente. Lo que le permitirá estar vigente durante toda su vida profesional y aun después de esta.

En conclusión el perfil del profesor de Ingeniería de Reactores, como resultado de un proceso de formación, debe permitirle manejar teorías, con orientación hacia la investigación, adquirir capacidades y competencias metodológicas para generar situaciones de aprendizaje que signifiquen retos para el estudiante.

Ejercer la docencia en Carreras como la Ingeniería Química es un privilegio, pero también es una enorme responsabilidad. Para considerarse docentes exitosos en el nivel universitario, es necesario demostrarlo impartiendo asignaturas como Ingeniería de Reactores.



15 Análisis de la bibliografía

En el caso de la bibliografía, se hace la revisión recomendada en títulos acordes a la asignatura y títulos complementarios según lo marca el plan de estudios del 13 de agosto del 2013.

15.1 Bibliografía básica marcada en el programa de estudios de la asignatura

Fogler, H. S. (2001), Elementos de Ingeniería de las reacciones químicas, 3a Edición, Ed Prentice Hall, México.

Hill, C. G. (1997), An introduction to chemical engineering kinetics and reactor design, Ed. Wiley, USA.

Octave Levenspiel. (2004), Ingeniería de las reacciones químicas, 3a edición, Ed Limusa-Wiley, México.

15.2 Bibliografía Complementaria marcada en el programa de estudios de la asignatura

González Velasco, J. R. (1999), Cinética química aplicada, Madrid.

Smith J. M. (1978), Chemical engineering kinetics, Ed. Mc Graw-Hill, New York

Artículos científicos nacionales e internacionales.

15.3 Crítica de la bibliografía del programa de estudios de la asignatura

La información, los conocimientos, las ideas y todo aquello que el hombre registra crece desmesuradamente sobre todo con la implementación en los últimos años de recursos de telecomunicación electrónica y digital como Internet, las bases de datos y la Web. En este océano de información y de datos, es imprescindible contar con guías, con instrumentos que nos ayuden a discernir y seleccionar de entre toda esa gama de fuentes de información y conocimiento que nos es pertinente según las diferentes necesidades que se nos presenten en determinado momento.

Independientemente de la vertiente en que nos encontremos una bibliografía cuenta con tres funciones fundamentales: 1) identificar y verificar 2) localizar y 3) seleccionar.

Es importante que el alumno aprenda a definir cuáles son sus necesidades de



información reales y potenciales para afrontar cualquier tarea de aprendizaje y de investigación. En esta tarea juega un papel clave la búsqueda, procedimiento documental mediante el cual podemos obtener el conjunto de informaciones y documentos necesarios para resolver cualquier problema de investigación o información que se nos plantee. Una búsqueda bibliográfica responde siempre a unas necesidades de información previas, de tal manera que se puede considerar cualquier operación de búsqueda como la respuesta de un sistema a una demanda previa presentada a través de unas necesidades de información. En este sentido contar con bibliografía numerosa y específica para la asignatura permite resolver de manera pronta y clara la necesidad de búsqueda y resolución a un tema presente dentro de la impartición de los conocimientos y el temario y la resolución de problemas particulares de la asignatura implantados por el profesor.

15.4 Bibliografía propuesta para el desarrollo de la asignatura

Butt, J. B. (2000). Reaction Kinetics and Reactor Design. 2a Edición. Ed Marcel Decker Inc. New York.

Carberry, J. (1994). Chemical and catalytic reaction engineering. 1a Edición. Ed. Mc Graw-Hill. USA.

De la Peña Manrique, R. (1996) Introducción al análisis ingenieril de los reactores químicos. 1a Edición. Ed Limusa. México.

Farina, I. H., Ferretti, O. A., Barreto, G. F. (1993). Introducción al diseño de reactores químicos, 1a Edición. Ed CEI. México.

Fogler Scott (1992). Elements of chemical reaction engineering. 2a Edición. Ed Prentice Hall, New Jersey.

Levenspiel O. (1986). Omnibook de los reactores químicos, 1a Edición. Ed Reverté, México.

Holland, Charles, D. and Rayford Anthony, G. (1979). Fundamentals of Chemical reaction engineering. 1a Edición. Ed Prentice Hall. USA.

Rase Howard, F. (1982), Chemical reactor design for process plants, Vol 1 and 2. 1a Edición. Ed Wiley and Sons. USA.



Crítica y propuesta del programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Reactores

Smith J. M. (1986). Ingeniería de la Cinética Química. 6ta Edición. Ed. CECSA. México.

Westerp, K. R., Van Swaaij, W. P. M. (1984) Chemical reactor design and operation. 2a Edición. Ed Wiley and Sons. USA.



16 Conclusiones

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza fue creada para desarrollar en ella novedosos planes y programas de estudio en donde se combinan la formación académica rigurosa a nivel universitario con la participación activa y creativa de los sujetos del proceso educativo. Toda una filosofía educativa sustenta las actividades de la Facultad, por lo que hoy en día está constituida como parte de un gran laboratorio de la educación superior en México.

Dado que la Licenciatura en Ingeniería Química forma profesionales encargados del diseño, el manejo, la optimización, el control y la administración de procesos y proyectos para la transformación física y/o química de materias primas, a fin de obtener productos y servicios útiles para el hombre.

La tarea que realiza el Ingeniero Químico incide en la solución de problemas de gran importancia hoy en día, como el control de la contaminación, el manejo y la preservación de recursos naturales, el uso eficiente de la energía y la elaboración de productos innovadores, en los cuales va implícita alguna transformación física y/o química. Así, ya sea de manera directa o indirecta la población en su totalidad recibe el beneficio de su actividad.

Las técnicas que emplea fundamentalmente en la realización de su trabajo se basan en conceptos de Física, Química, Fisicoquímica, Matemáticas, Operaciones Unitarias y Administración además requiere interactuar con las TIC (tecnologías de información y comunicación), y con otros profesionistas de áreas afines a su ocupación en el logro de distintos objetivos en común.

La asignatura de Ingeniería de Reactores es fundamental en la formación del Ingeniero Químico en los procesos unitarios donde se llevan a cabo reacciones químicas en equipos denominados reactores químicos. En particular en el área de Ingeniería de procesos, para diseñar nuevos procesos y en la simulación de procesos existentes, así como en la investigación de la actividad de nuevos catalizadores.

Por ello es necesario y fundamental la impartición de la asignatura de Ingeniería de Reactores bajo una dinámica apoyada en programas de simulación que hagan mayormente entendible y aplicable las condiciones de desarrollo de la cinética de reacción en el reactor mismo dado un proceso de estudio en particular.



Para la impartición de la asignatura falta implementar dinámicamente la programación en simuladores y el conocimiento implícito de estos programas computacionales, si se realiza lo anterior hará de la asignatura de Ingeniería de Reactores más entendible y manejable en cuanto a transformación química llevada a cabo en reactores químicos por lotes o continuos sin olvidar que las reacciones químicas involucradas son reacciones químicas reversibles o irreversibles, endotérmicas o exotérmicas, catalizadas o no catalizadas, rápidas o lentas, por lo que es necesario conocer o estimar experimentalmente la rapidez a la cual ocurren las reacciones químicas, dicha expresión servirá para dimensionar y seleccionar el tipo de reactor químico requerido para una determinada producción, conversión y/o rendimiento, bajo condiciones específicas de nuestro proceso.

La asignatura contempla de manera estructural congruencia con las demás materias que conforman el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química, cumple con los objetivos de aplicar los conocimientos adquiridos sobre las leyes de fisicoquímicas y/o fenomenológicas que gobiernan la cinética de las reacciones químicas en el dimensionamiento de reactores y/o arreglo geométrico de reactores homogéneos y heterogéneos para operaciones continuas e intermitentes.

Solo falta complementar las horas prácticas de la asignatura con visitas a las diferentes industrias para familiarizar al alumno con los equipos en funcionamiento físico dentro de las plantas de proceso, y con ello crear una vinculación industria-alumno que reforzará aún más los conocimientos teóricos impartidos en el aula por el profesionalista (con experiencia laboral en el área de reactores) que esté al frente en la impartición de la asignatura de Ingeniería de Reactores.

Es necesario reforzar los conocimientos impartidos de la asignatura con el conocimiento de un idioma diferente al español (preferentemente conocimiento del idioma inglés) para un mejor desarrollo y comprensión de temas implícitos en la materia, así como la mejor comprensión de artículos publicados en revistas especializadas en temas de Ingeniería Química existentes.

Hacer énfasis en habilidades como el desarrollo de la expresión oral y escrita, y las relaciones interpersonales que conllevan a un mayor desenvolvimiento dentro del mundo laboral, comercial y de negociaciones al cual se enfrentará el futuro profesionalista al desempeñar su profesión.



17 Bibliografía

17.1 Referencias

- Normatividad Académica de la UNAM, Reglamento General para la Presentación, Aprobación y Modificación de Planes de Estudio.
- Proyecto de Actualización del Plan y Programa de Estudio de la Licenciatura en Ingeniería Química.

17.2 Libros

Castellan, Gilbert W. (1971). Fisicoquímica. 4a Edición. Ed. Fondo Educativo Interamericano. México.

Welty, James R. (1997). Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa. 8a Reimpresión. Ed. Limusa Noriega editores, México.

Bird, R. Byron, Warren E. Stewart y Lightfoot, Edwin N. (1982). Fenómenos de transporte. 1a Edición. Ed. Reverté. Barcelona.

Huang, Francis F. (2001). Ingeniería termodinámica fundamentos y aplicaciones. 4a Reimpresión. Ed CECSA. México.

Harriott, Peter. (1982). Operaciones unitarias en Ingeniería química. 4a Edición. Ed. Ed. Reverté. México.

Van Ness, Smith. (1991). Introducción a la termodinámica en ingeniería química. 4a Edición. Ed. Mc Graw Hill. México.

González de la Cueva, María Eugenia y Martínez del Campo Rangel, Jorge. (2008). Administración de proyectos optimización de recursos. 1a Edición. Ed. Trillas. México.

Felder. M., Richard. (2005). Principios elementales de los procesos químicos. 3a Edición. Ed. Limusa Wiley. México.

Baca Urbina, Gabriel. (2010). Evaluación de proyectos. 6a Edición. Ed. Mc Graw Hill. México.



17.3 Referencias Electrónicas

Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (octubre 27 de 1972). Acuerdos de Tepic [en línea]. Recuperado el 02 de Marzo del 2014 de: www.publicaciones.anuies.mx/revista/4/2/2/es/acuerdos-de-tepic-asociacion-nacional-de-universidades-e-institutos



- **ANEXO A: PLAN DE ESTUDIOS DEL AÑO 2013**

ANEXO A



PLAN DE ESTUDIOS DEL AÑO 2013

1° Semestre

- **Seminario de problemas Socioeconómicos**
 - Ciencia y sociedad.
 - Estructura económica, política y social de México.
 - El ingeniero químico en el proceso productivo industrial del México actual.

- **Matemáticas I**
 - Conjuntos, números reales y funciones.
 - Números complejos, teoría de ecuaciones y elementos del álgebra lineal.
 - Cálculo diferencial en una variable real.
 - Cálculo diferencial en R^n .

- **Química I**
 - Nomenclatura y estequiometría.
 - Introducción a las relaciones energéticas de las reacciones.
 - Equilibrios iónicos de disolución acuosa.
 - Estructura electrónica del átomo.

- **Laboratorio de Ciencia Básica I**
 - El método científico.
 - Registro y manejo de datos experimentales.
 - Estequiometría.
 - Estados de agregación.

2° Semestre

- **Matemáticas II**
 - Cálculo integral.
 - Ecuaciones diferenciales de primer orden y primer grado.



- Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior y sistemas de ecuaciones diferenciales.
- **Química II**
 - Tabla periódica y enlace químico.
 - Enlace covalente.
 - Aproximación al modelo de enlace real. Interacciones moleculares.
 - Enlace metálico. Compuestos de coordinación.
 - Periodicidad. Química descriptiva.

- **Fisicoquímica I**
 - Termodinámica.
 - Procesos termodinámicos.
 - Termodinámica de las sustancias puras.

- **Laboratorio de Ciencia Básica II**
 - Termodinámica (calorimetría).
 - Equilibrio químico.
 - Análisis químico del agua de la FES Zaragoza.

3° Semestre

- **Bioestadística**
 - Introducción.
 - Estadística descriptiva.
 - Probabilidad.
 - Población, muestra y distribución.
 - Estimación.
 - Pruebas de hipótesis.
 - Regresión y correlación.
 - Análisis de varianza.

- **Química III**



- Introducción.
- Nomenclatura.
- Estereoquímica
- Propiedades físicas.
- Características químicas y estructura.
- Alcanos.
- Alquenos.
- Dienos.
- Alquinos.
- Benceno.
- Arenos.
- Halógenos de alquilo y de arilo.

➤ **Fisicoquímica II**

- Termodinámica de las disoluciones.
- Sistemas químicos en equilibrio.
- Cinética química.

➤ **Laboratorio de Ciencia Básica III**

- Propedéutica y destilación.
- Cromatografía y cristalización.
- Análisis elemental.
- Extracción líquido-líquido y destilación.

4° Semestre

➤ **Balances de masa y energía**

- Introducción.
- Sistemas de unidades y análisis dimensional.
- Principios generales.
- Balances de masa y energía.



- **Fenómenos de transporte.**
 - Introducción.
 - Análisis vectorial.
 - Mecanismos de transporte molecular.
 - Transferencias de momentum.
 - Transferencia de energía.
 - Transferencias de masa.
 - Flujo turbulento.

- **Química industrial**
 - Introducción.
 - Clasificación de la industria química.
 - Perfil por industria.
 - Industrias químicas.

- **Métodos numéricos**
 - Introducción.
 - Evaluación de funciones.
 - Interpolación.
 - Cuadratura.
 - Ecuaciones diferenciales ordinarias.
 - Sistemas de ecuaciones algebraicas lineales.

- **Laboratorio y Taller de Proyectos**
 - Diseño de un producto.
 - Canales de distribución y comercialización.
 - Interpolación.
 - Tamaño de la planta para un proceso industrial seleccionado.
 - Realizar balance de masa y energía para el proceso seleccionado.

5° Semestre

- **Flujo de fluidos**



- Introducción.
 - Cinemática y dinámica de los fluidos.
 - Flujo incompresible.
 - Medición y control
 - Equipo de manejo de fluidos.
 - Flujo de dos fases.
- **Separación mecánica y mezclado**
- Separación de partículas.
 - Propiedades interfaciales y separación de fases.
 - Agitación y mezclado.
 - Separación centrifuga, fluidización y filtración.
- **Diseño de equipo**
- Introducción.
 - Calculo de secciones de elementos sujetos a esfuerzos simples.
 - Vigas.
 - Otros tipos de esfuerzos.
 - Materiales de construcción.
 - Diseño de recipientes a presión.
 - Diseño para tensión, compresión, flexión y corte.
 - Montaje de equipo.
 - Medidas de seguridad.
- **Laboratorio y Taller de Proyectos**
- Definiciones y conceptos básicos (etapas de un proyecto y técnicas de programación).
 - Selección y diseño de los sistemas de manejo de materiales en la industria química de procesos.
 - Selección y diseño de sistemas de separación mecánica y mezclado en la industria química de procesos.



- Dimensionamiento de equipo.

6° Semestre

➤ Ingeniería de Servicios

- Introducción.
- Tipos de procesos y tipos de refrigeración.
- Agua.
- Vapor. Combustibles.
- Aire.
- Gas inerte.
- Sistema de desfogue.
- Almacenamiento.
- Tratamiento de efluentes.

➤ Ingeniería Eléctrica

- Introducción.
- Circuitos eléctricos.
- Sistemas de potencia.
- Instalaciones eléctricas.

➤ Transferencia de calor

- Mecánica molecular de transferencia de energía.
- Conducción.
- Convección. Transferencia de calor en líquidos
- Radiación.

➤ Laboratorio y Taller de Proyectos

- Procesos de manejo de energía.
- Procesos de tratamiento de efluentes de sólidos en suspensión.
- Intercambiadores de calor.



7° Semestre

➤ **Termodinámica Química**

- Cálculos de las propiedades termodinámicas de los sistemas gaseosos que no se comportan idealmente.
- Cálculos de las propiedades termodinámicas de las disoluciones líquidas no ideales equilibrio líquido-vapor.
- Equilibrio químico en sistemas no ideales.

➤ **Diseño de equipo de separación**

- Fundamentos para el cálculo de las propiedades en el EVL.
- Métodos gráficos de cálculo para operación continua.
- Métodos de diseño.

➤ **Transferencia de Masa**

- Difusión molecular.
- Ecuaciones de transferencia para difusión molecular.
- Difusión turbulenta.
- Transferencia de masa a través de interfaces.
- Transferencia de masa con reacción química.
- Transferencia simultánea de calor y masa.

➤ **Laboratorio y Taller de Proyectos**

- Prácticas de laboratorio.
- Revisión de reportes.

8° Semestre

➤ **Ingeniería de Reactores**

- Introducción a la cinética química.



- Introducción a la ingeniería de reactores.
 - Reactores homogéneos isotérmicos.
 - Reactores heterogéneos no isotérmicos.
 - Reactores heterogéneos isotérmicos.
- **Ingeniería de procesos**
- Introducción.
 - Simulación de procesos.
 - Optimización de procesos.
 - Síntesis de procesos.
- **Dinámica y control de procesos**
- Aspectos fundamentales de control y dinámica de procesos.
 - Modelado matemático.
 - Nuevas tecnologías.
 - Dinámica de los procesos químicos.
 - Funciones de transferencia.
 - Comportamiento dinámico de procesos químicos.
 - Procesos controlados.
- **Laboratorio y Taller de Proyectos.**
- Sistemas de reacción.
 - Simulación y optimización de procesos.
 - Sistemas de control de procesos.

9° Semestre

- **Ingeniería Económica**
- Introducción.
 - Macroeconomía.
 - Cuentas nacionales.



- Sistema monetario internacional.
- Microeconomía.
- Contabilidad y costos.
- Mercadotecnia.
- Evaluación de proyectos.

➤ **Ingeniería de proyectos**

- Introducción.
- Actividades del departamento de procesos.
- Actividades de coordinación interdepartamental.

➤ **Administración de proyectos.**

- Introducción.
- Factores que afectan la ejecución de un proyecto.
- Organización del grupo de trabajo y dirección de personal.
- Toma de decisiones dentro del grupo.
- Iniciación del proyecto y formulación del plan de trabajo.
- Implementación y control del plan de trabajo.
- Relaciones humanas.

➤ **Laboratorio y Taller de Proyectos**

- Inversión total.
- Estructura financiera.
- Presupuesto de ingresos.
- Presupuesto de egresos.
- Estados financieros proforma.
- Índices y/o parámetros.
- Análisis de sensibilidad.
- Evaluación social y económica.