



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**CRÍTICA Y PROPUESTA DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA
ASIGNATURA: FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A :

JULIO CESAR LADINO MORENO

DIRECTOR DE TESIS:

FIS. CARLOS JAVIER MARTÍNEZ GÓMEZ

**JURADO: DR. ROBERTO MENDOZA SERNA
I.Q. EDUARDO VÁZQUEZ ZAMORA
I.Q. RAÚL RAMON MORA HERNÁNDEZ
I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA**



MÉXICO, D.F.

MARZO, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Al único y sabio Dios, al rey supremo e inmortal, al único digno de gloria, por ser mi inspiración, mi todo. Por alcanzarme, por permitirme tener una relación personal con El, por ayudarme a cerrar este ciclo y emprender retos nuevos. A ti mi Dios que guardas tus promesas, que cumples tu palabra, que guías mi destino, confié en ti, descanso en tu palabra, por tu gracia estoy aquí...

A la Universidad Nacional Autónoma de México por abrigarme y por brindarme una formación de excelencia en mi vida profesional, por ser mi segundo hogar, por darme las herramientas para enfrentar los problemas diarios con una visión diferente y por la calidad de personas que la conforman. Particularmente a la torre e instituto de ingeniería por ser parte fundamental en mi preparación.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y al personal docente que conforma la carrera de Ingeniería Química, por las oportunidades que me brindo para mi desarrollo y formación profesional.

A mi padre Enrique Ladino, por que a través de su ejemplo me ha enseñado valores para ser una mejor persona y por sus constantes consejos para superarme día a día. Gracias!

A mi madre Isabel Moreno por ser mi motor en la vida, por darme lo mejor de sí, por estar siempre a mi lado a pesar de las circunstancias y sobre todo por guiarme en el camino de la Fe. Para ella mi mayor admiración y respeto.

A mi profesor y asesor de tesis, el Físico Carlos Javier Martínez Gómez y familia por transmitirme su conocimiento, sencillez, visión, y curiosidad por aprender más. Por la paciencia al guiarme en la elaboración de este trabajo, por abrirme las puertas de su hogar y ser un ejemplo a mi vida, gracias de todo corazón.

A mi jefa la Química Laura Odette González Becerra por el apoyo que recibí para mi titulación, en permisos, trámites y tiempo para culminar este proyecto.

RESUMEN

Debido al acelerado crecimiento que tiene y ha tenido la industria en México y a los constantes cambios que han sufrido, las principales universidades del país se han visto en la necesidad de aumentar el nivel de preparación de sus egresados, particularmente y punto de nuestro interés la carrera de Ingeniería Química. Situación que no ha pasado desapercibida por parte de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES), que se ha dado a la tarea de actualizar el plan de estudios a través de la participación de estudiantes, docentes y egresados, para que con base a su experiencia y conocimientos en la industria química, podamos combatir los nuevos problemas a los que nos enfrentamos los ingenieros químicos. En el desarrollo de la Ingeniería Química existen muchos perfiles y el educativo no puede dejarse atrás, es deseo del presente trabajo no solo establecer el cómo se ha operativizado el plan de estudios de la FES Zaragoza a más de treinta años de su instauración, sino también poder encontrar una nueva propuesta que enriquezca el desarrollo de la carrera y refuerce la formación del ingeniero químico de las próximas generaciones.

La Ingeniería Química se define como la profesión en la cual el conocimiento de las Matemáticas, Química y otras ciencias básicas es aplicado con juicio para desarrollar maneras económicas de usar materiales y energía para el beneficio de la humanidad. Cabe destacar que la Ingeniería Química no es un conjunto de materias que permanecen invariables, puesto que su contenido se ha ido modificando a lo largo del tiempo, ajustándose a las necesidades de la industria química en México. La carrera se fundamenta en ciencias básicas de la ingeniería como: Termodinámica, Métodos Numéricos, Fenómenos de Transporte, entre otras.

A través de un ejercicio con base a encuestas realizadas a egresados de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza, se pudo identificar la perspectiva que se tiene en el plan de estudios de la carrera, determinando de esta manera las carencias dentro de la misma. Esto se debe a varios factores, no solamente a la estructura de la carta descriptiva, sino también, la parte docente y al alumnado, por una parte no se cuenta con el dominio de la asignatura a impartir o la suficiente experiencia para transmitirla a los alumnos por parte del ponente, y mayormente a las bases con las que llegamos al nivel superior, no son lo suficientemente sólidas para entrar de lleno al ciclo profesional, teniendo que tomar un ciclo básico que no cubre del todo los temas necesarios para resolver problemas de gran complejidad.

Por tal motivo es que se ha generado un análisis estadístico del impacto que tiene la asignatura Fenómenos de Transporte y del nivel de aceptación entre los egresados dentro de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza, el cual nos permitiría arrojar valores de cuantificación y con ellos realizar una toma de decisiones acerca del desempeño y desarrollo de la asignatura, dicho procedimiento, hecho mediante un cuestionario realizado a egresados de diferentes generaciones y que a su vez nos permite desplegar un diagnóstico para la asignatura que es eje de la Ingeniería Química.

A partir de dicho análisis se pretende conocer la situación actual de la asignatura de Fenómenos de Transporte de la FES Zaragoza, generando una crítica que permita evidenciar las deficiencias que esta tiene, dentro del plan de estudios de la facultad, así como permitir hacer las sugerencias a ciertos temas que resultan ser de importancia para la formación del Ingeniero Químico.

En este trabajo se pretende que dichas aportaciones sean de utilidad y generen conciencia al cuerpo docente de la carrera de Ingeniería Química para una mejora continua al plan de estudios actual, particularmente a la asignatura Fenómenos de Transporte.

ÍNDICE

Resumen	2
Capítulo 1	6
1.1 Introducción	7
1.2 Fundamento teórico	8
1.2.1 Las razones del currículum integrado	8
1.2.2 Educación, Ciencia e Ideología	10
1.3 Planteamiento del problema	13
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo general	14
1.4.2 Objetivos particulares	14
Capítulo 2 Metodología y análisis estadístico	15
2.1 Metodología para obtener el % de aceptación y el impacto de la asignatura Fenómenos de Transporte al plan de estudios	16
2.2 Metodología y análisis estadístico del nivel de aceptación de las asignaturas que integran la carrera de Ingeniería Química	18
2.3 Análisis estadístico del nivel de aceptación de la asignatura Fenómenos de Transporte	20
2.4 Metodología para determinar el impacto de los Fenómenos de Transporte en el plan de estudios vigente de la carrera de Ingeniería Química	21
2.5 Impacto de la asignatura Fenómenos de Transporte por semestre	23
Capítulo 3 Crítica y propuesta del programa de estudios de la asignatura: Fenómenos de Transporte	26
3.1 Introducción	27
3.2 Congruencia de los objetivos de Fenómenos de Transporte con el perfil profesional	28

3.3 Congruencia de los objetivos de Fenómenos de Transporte con los objetivos del Semestre	29
3.4 Congruencia de los contenidos de Fenómenos de Transporte con los objetivos de la misma	30
3.5 Congruencia vertical de los contenidos de Fenómenos de Transporte con las asignaturas posteriores	30
3.6 Congruencia horizontal de los contenidos de Fenómenos de Transporte con otras asignaturas del mismo módulo	35
3.7 Distribución de las cargas horarias para desarrollar cada tema del programa de Fenómenos de Transporte	37
3.8 Análisis de las estrategias didácticas de Fenómenos de Transporte	38
3.9 Análisis de los instrumentos de evaluación de Fenómenos de Transporte	39
3.10 Análisis del perfil profesiográfico para la asignatura Fenómenos de Transporte ..	39
3.11 Análisis de la bibliografía para la asignatura Fenómenos de Transporte	40
 Capítulo 4 Conclusiones	 41
4.1 Crítica a la asignatura Fenómenos de Transporte	42
4.2 Propuesta para la asignatura Fenómenos de Transporte	42
4.3 Conclusiones generales	42
4.4 Conclusiones particulares a Fenómenos de Transporte	43
4.5 Bibliografía para la elaboración de este trabajo de tesis	43
 Anexos	 44
Anexo I Perfil Profesional del ingeniero químico	45
Anexo II Plan de estudios del año 2013	48
Anexo III Objetivos del módulo de ciclo básico	55
Anexo IV Objetivos del módulo de 4° semestre	55
Anexo V Objetivos de la asignatura Fenómenos de Transporte	56
Anexo VI Contenido temático de la asignatura Fenómenos de Transporte	57

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

La carrera de Ingeniería Química impartida en la FES Zaragoza consta de nueve semestres con un total de 430 créditos y está basada en un sistema modular que se especializa en la enseñanza de operaciones unitarias, además de estar dividida en dos ciclos para la formación de profesionistas, un ciclo básico que va desde el primer semestre hasta el tercer semestre y un ciclo profesional que comprende cuarto semestre hasta noveno semestre, estando enfocada al área de proyectos. Cabe destacar que no cuenta con materias optativas como en otros centros de enseñanza. Se pretende brindar una serie de observaciones, además de encontrar nuevos caminos para realizar una propuesta que enriquezca el futuro de la carrera y refuerce la formación del egresado, a través de propuestas de mejora al actual plan de estudios, basadas en el aporte de exalumnos de la profesión en cuanto a su experiencia como estudiantes de Ingeniería Química e incluso en su experiencia laboral.

No debemos olvidar que en el pasado (razones que no son propósito de discusión en el presente trabajo) los alumnos que estudiaron la carrera de Ingeniería Química se formaban en un nivel medio superior correspondiente al área química-biológica por lo que la carrera se desarrolló sobre los ejes rectores de la medicina y las ciencias de la salud. Con el pasar de los años las necesidades propias de la carrera nos ha llevado a recuperar ampliamente el área a la que pertenecemos refiriéndonos a las físico-matemáticas y de ingenierías. Lo anterior en diversos casos y en un futuro próximo tendrá que replantear la formación en los niveles de preparatoria y bachillerato para que se tenga una formación adecuada tanto en química como en las áreas afines a la ingeniería.

Si de alguna forma se quiere encontrar la utilidad que tiene una profesión socialmente podemos decir que el ingeniero químico es la piedra angular de la transformación social por que se inserta para generar, explotar, extraer productos útiles para la sociedad lo que implica generación de empleos y formación de diversas industrias. Para lograr lo anterior el futuro ingeniero químico debe formarse en forma robusta en áreas como son la química, física y matemáticas.

En el presente trabajo con la aportación de egresados de la carrera, se pudo identificar las carencias más profundas de nuestro plan de estudios, muy particularmente en Fenómenos de Transporte, como producto de esta reflexión finalmente se generan propuestas a considerar para su mejor estudio. También se desea establecer un procedimiento en el cual puedan ser anexados temas al presente plan de estudios de la carrera en la FES Zaragoza que en algún momento juegan un papel importante en la formación del ingeniero químico, y que hoy nos damos cuenta que por diversas circunstancias no se transmiten, limitando así la formación y el desarrollo profesional requerido, tomando en cuenta que los Fenómenos de Transporte son parte de la columna vertebral de la Ingeniería Química por su relación vertical con otras asignaturas del plan de estudios, directamente con Matemáticas, Termodinámica, Transferencia de Energía y Masa por mencionar algunas.

Se mencionaran temas que por alguna razón no fueron considerados inicialmente o que no están contemplados en el temario de las asignaturas que tienen relación directa para el estudio de los Fenómenos de Transporte. Con el paso de los años estos cambios que resultan necesarios no se han efectuado propiamente y por consiguiente han dejado vulnerable nuestro plan de estudios, por ejemplo; temas faltantes dentro de las

asignaturas que conforman el programa de Ingeniería Química, cursos, métodos didácticos en la enseñanza de la misma, distribución de cargas horarias, congruencias entre los objetivos, los temarios de la asignatura, etc. Es necesario renovar el plan de estudios para poder competir con profesionistas en Ingeniería Química de otras instituciones, mismas que gozan de una mayor preferencia en cuanto a la formación del ingeniero químico.

Esta falta de ajustes también ha mermado el desarrollo de la carrera pues la asignatura puente entre el desarrollo básico y las ciencias de la ingeniería se ve truncado por no tener una formación adecuada que posibilite el entendimiento cabal de los Fenómenos de Transporte que en un origen, son principios físicos y que dicho sea de paso son el eje rector del desarrollo del plan de estudios actual.

En sus inicios el plan de estudios de la FES Zaragoza destacó por ser innovador y por la estructura en que estaba comprendido siendo modelo a otras instituciones, entre sus fortalezas se encuentra una asignatura llamada Laboratorio y Taller de Proyectos que se ve en cada semestre a partir del ciclo profesional, enfocada al área de proyectos.

1.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

1.2.1 LAS RAZONES DEL CURRÍCULUM INTEGRADO

Pocos son los estudiantes que logran visualizar las relaciones existentes en las diferentes asignaturas, así como no se acostumbra reflexionar sobre cómo se está llevando la formación estudiantil en el nivel educativo, dando como resultado que el alumno acepte el modo en cómo se le proporciona el conocimiento y como consecuencia se van generando huecos que con el pasar del tiempo van formando parte de la comunidad escolar científica y laboral como medida natural de las cosas.

El currículum puede organizarse de diferente forma sin centralizar lo que se adopta como costumbre, sino que también se abre a la posibilidad de visualizar, las disciplinas en límites superiores es decir, centrarnos a temas o problemas típicos que están directamente desarrollados con las instituciones, los periodos históricos, espacios geográficos, ideas factores humanos, aportando así estrategias que ayuden a valorar soluciones o propuestas disciplinarias, éticas políticas y socioculturales.

En siglo pasado hubo quienes se dedicaron a innovar la educación, recurriendo a la psicología pero sobrepasando los límites de esta disciplina, dentro de este panorama hace su aparición el término de globalización este concepto es fundamentado en razones de carácter psicológico y se relaciona particular con una estructura cognitiva y afectiva, lo que nos conduce al diseño de modelos curriculares que respetan el desarrollo y el aprendizaje; en otras palabras esto relaciona estrechamente una formación específica y metodológica de la organización a la enseñanza para facilitar el aprendizaje y el desarrollo personal del alumnado.

La frecuente reorganización del conocimiento nos conduce a obtener resultados que tienden a la especialización de unificar el conocimiento, como consecuencia de esto se puede encontrar tres tipos de dinámicas:

- La consecuencia lógica del trabajo científico y de investigación que se llevan en un marco de desarrollo especial y concreto.
- La disciplina que comparten objetos de estudios y metodología de investigación llegando a la comunicación y coordinación para formar nuevas interdisciplinas y conocimientos.
- La apariencia de equipos de investigación claramente interdisciplinarios teniendo como finalidad la solución y comprensión de asuntos actuales.

En realidad la conceptualización de la interdisciplinariedad es una cuestión típica que se dio el siglo pasado y en la actualidad pero se debe de reconocer que existieron intentos importantes en épocas pasadas. Sin embargo primeramente resulta conveniente identificar a la disciplina como base primordial de ser interdisciplinario, por lo tanto el concepto de disciplina refiere que para que un conjunto de conocimientos pueda ser identificado legítimamente como disciplina debe de cumplir una serie de argumentos en donde se organice, se delimiten en función de concretar las experiencias en la investigación sin desviar los objetivos.

Actualmente las prácticas educativas y la interdisciplinariedad se fundamentan en la internacionalización de factores sociales, económicos, políticos culturales y religiosos, llegando así a considerar la cooperación global reflejadas en decisiones gubernamentales con perspectivas mundiales, así vemos por ejemplo como la propia política de desarrollo de la ciencia y la tecnología es propuesta por los gobiernos y condicionada por intereses de orden internacional por lo tanto comprender el significado de propuestas, curriculares e integradoras nos obliga también a tomar en consideración las dimensiones globales de la sociedad y el mundo en que vivimos.

Estos procesos de internacionalización o globalización tienen una peculiaridad, la que sus límites o fronteras, están expuestas a sus denominados países desarrollados, apoyándose entre ellos para obtener materias primas a precios reducidos, controlando así el empobrecimiento de países del tercer mundo, por tal motivo pensemos que si la economía se globaliza también lo hacen los problemas que están ocasionando los modelos económicos que se basan en la producción y distribución, un buen ejemplo lo podemos observar actualmente en problemas de la droga, con países obligados a producirlas y redes empresariales beneficiándose dentro de los países que las combaten, pero la globalización también tiene importancia en la toma de concientizar problemas ecológicos sociales y políticos superando las fronteras y políticas de una nación concreta.

El reconocer que enfrentamos grandes problemas exige la colaboración internacional para solucionar efectos de producción industrial, destrucción de bosques, contaminación de mares y deterioro de la capa de ozono, contemplando la necesidad de aplicar el conocimiento disponible o de construir con urgencia nuevos métodos o procesos para resolver situaciones que impactan de manera global.

Desde el punto de vista de educación global, la enseñanza y el aprendizaje deben recurrir al trabajo en aulas con medidas interdisciplinarias didácticas e integradas, preparando de este modo a las nuevas sociedades con una participación de conciencia, teniendo siempre presente análisis y propuestas de intervenir en la conversión global.

Por lo que los objetivos de las propuestas curriculares de educación global deben incluir entre otros: el aprendizaje para obtener información y desarrollar competencias, tomar decisiones con mentalidades solidarias con una visión global, considerar los intereses de las futuras generaciones, concientizar en las enormes diferencias entre países ricos y pobres, compromiso para remediar dichas diferencias, aceptar y respetar la diversidad sin carácter de marginación.

1.2.2 EDUCACIÓN, CIENCIA E IDEOLOGÍA

En la actualidad uno de los problemas a los que nos enfrentamos los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química en la FES Zaragoza constituye en gran medida al trabajo del docente, en cuanto al apego consiente al plan de estudios vigente. En torno a esta problemática surge una serie de concepciones teóricas divergentes que impiden ver el problema educativo en su dimensión real, con la necesidad de una visión pedagógica realista.

Dentro del presente trabajo se trata de exponer la reflexión acerca de la formación práctica del docente, apoyado en los alumnos para una reflexión acerca de su formación; tanto teórica como práctica y así poder transformar el conocimiento objetivo de la educación de la Ingeniería Química en la FES Zaragoza por parte del docente.

Dándole el enfoque científico a la educación podemos retomar nuestras teorías para reflexionar sobre ellas y proponer soluciones, que vengan a transformar tanto a la práctica como a la teoría. “La ciencia no consiste en encontrar o descubrir verdades, sino en producir conocimientos validos”, ya que las concepciones científicas nunca pueden presentarse como definitivas, siempre son transitorias y están expuestas a la refutación hasta no encontrar una solución satisfactoria. Por lo tanto, la ciencia no tiene cierre o está bien definida, sino lo que busca es ir descartando falsos problemas, razonamientos circulares, preguntas mal planteadas y del constante tejer y destejer la misma trama de argumentos.

Con esta problemática nos vemos en la necesidad de abandonar posturas dogmáticas por parte de los profesores, es decir combatir la idea preconcebida de que se tienen verdades absolutas, inmutables y eternas, que impiden al propio docente la facultad de seguirse cuestionando a lo largo de su experiencia conceptos tales como el hombre, la sociedad, etc., rescatando el pensamiento del docente mismo dentro de un proceso que le permita lograr una comprensión más amplia de su propia labor, así como de sus limitantes.

La ciencia está en constante proceso de construcción porque como ya se mencionó anteriormente esta no se encuentra cerrada a que existan nuevamente aciertos y errores, que a través de estos se logra la conquista del conocimiento valido, que caracteriza a la

ciencia y que paulatinamente nos acerca al fenómeno que pretendemos estudiar. La vía del cambio está en plantear correctamente los problemas, ya que por lo regular tenemos muchas preguntas mal planteadas así como falsos problemas a lo largo de nuestra formación.

El vínculo que existe en la relación profesor-alumno deriva en constantes discusiones que contribuyen a confundir el conocimiento de la realidad, más que a comprenderla para poder transformarla, esto nos lleva a preguntarnos ¿la formación general a que son sometidos los profesores contribuye o no a propiciar el desarrollo de un criterio científico para abordar el trabajo educativo? o en su defecto ¿refuerza el dogmatismo y autoritarismo de cada individuo sin mayor proceso de reflexión y análisis, cuestionando la formación del docente? Así mismo al enfrentar al alumno a planteamientos más profundos, y no solo a conocimientos realizados mecánicamente.

Everdium¹ dice refiriéndose a la relación de los maestros con la ciencia, que es indispensable que en los centros de formación docente incluyan cursos sobre la historia de las ciencias para la comprensión adecuada del hecho científico y la formación del espíritu científico ya que es frecuente que los profesores, científicos y políticos de la educación piensen que la ciencia es neutral y que sus características son las mismas para cualquier sociedad.

Considerando la no neutralidad de la ciencia como un primer paso en la toma de conciencia del educador, se deben analizar las consecuencias que se den en una sociedad con diversos intereses de clase, que nos llevaría a combatir el dogmatismo, no solo en el docente sino también en el receptor, “se hace ciencia en oposición al dogma”.

La actitud y tradición dogmática representan un obstáculo para la concepción científica de la educación a nivel social, institucional y de aula. En términos generales diremos que hay dos grandes corrientes; una que hace abstracción de los fenómenos sociales, económicos y políticos y que ven la ciencia como neutral y otra que es considerada como producto de una práctica comprometida que refleja contradicciones y conflictos, es decir, la ciencia es un hecho social e histórico que progresa por la lucha, oposición, ruptura o erupción frente a la conceptualización existente. Lo que acabamos de expresar es un problema conocido como ideología.

La ciencia y la ideología son sistemas conceptuales y tienen por fundamento las experiencias y las prácticas de los hombres, que tratan de explicar los diversos fenómenos que en la relación hombre, sociedad y naturaleza plantean el conocimiento y la legitimización de las concepciones del mundo.

La ideología dominante es la de la clase que detenta el poder, principalmente la convicción de valores mientras que la ciencia pretende la claridad intelectual al pretender negar la presencia de lo ideológico, a veces en la educación se cae en la complicidad de hacer ideología y no ciencia.

¹Documento técnicas de estudio, departamento de pedagogía, ENEP, Iztacala, 1978 p.2.

En conclusión es necesario someter la práctica educativa a una continua reflexión, ejercer una vigilancia estrecha sobre ella, a fin de construir lo científico en la educación. Una tarea que consiste en descubrir la practica científica mismas, que es amenazada por el error y así poder discernir lo bueno de lo malo que va de un conocimiento verdadero encaminada siempre a una actitud enfocada a la vigilancia, que permita ir construyendo permanentemente un conocimiento científico.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al inicio de la carrera de Ingeniería Química, el alumno no tiene una conciencia real de la importancia que representa la asignatura Fenómenos de Transporte y las materias que están directamente relacionadas con esta, siendo fundamentales en la formación del ingeniero químico. Resulta ser decepcionante ver que nuestra formación es inadecuada o débil, ya que en el ámbito laboral encontramos muchas deficiencias, lo que nos limita como ingenieros químicos formados especialmente en el área de proyectos a resolver problemas de alto nivel de complejidad e incluso en la toma de decisiones. Por tal motivo, nos encontramos en la necesidad de saber el nivel de aceptación de las asignaturas que conforman el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química y que tanto impacta para este trabajo en particular la asignatura Fenómenos de Transporte en el transcurso de la carrera, haciendo un análisis de conciencia, para elaborar un ejercicio que posibilite principalmente a los implicados y a los interesados a monitorear el estado de operación del plan de estudios.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Hacer conciencia acerca de la importancia que tiene la asignatura Fenómenos de Transporte en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, a través de un análisis estadístico con base a una encuesta realizada a egresados de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza. Este estudio pretende aportar información real para ser tomada en cuenta para la actualización al plan de estudios y específicamente para una modificación futura a la asignatura Fenómenos de Transporte de la carrera de Ingeniería Química

1.4.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- ✓ Proponer posibles transformaciones al actual Programa de la Asignatura de Fenómenos de Transporte de la FES Zaragoza.
- ✓ Desarrollar un argumento estadístico con la participación de egresados de Ingeniería Química que permita saber la relación e impacto que tiene la asignatura Fenómenos de Transporte en el plan de estudios de la carrera.
- ✓ Realizar un análisis del programa de estudios que permita definir las suficiencias e insuficiencias del actual programa de la asignatura de Fenómenos de Transporte de la FES Zaragoza.
- ✓ Despertar la inquietud e interés de los estudiantes por la carrera de Ingeniería Química a través de la motivación.
- ✓ Proponer reformar el sistema de enseñanza desde los niveles básicos y transmitir conocimientos con responsabilidad social.

CAPITULO 2:

METODOLOGÍA Y ANALISIS ESTADÍSTICO

2.1 METODOLOGIA PARA OBTENER EL % DE ACEPTACIÓN Y EL IMPACTO DE LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE AL PLAN DE ESTUDIOS

A lo largo de los años conforme se consolidaba la carrera de Ingeniería Química en la FES Zaragoza como un acto propio de cualquier proyecto que está en operación, apareció la pregunta obligada, ¿qué tan adecuado es el plan de estudios con que nos estamos formando? Han pasado muchos años y la pregunta aun persiste, además se entiende que la respuesta no será sencilla ni inmediata, pero por otro lado es digno de preguntarse. ¿Qué vamos a hacer con esa respuesta?

Otro tiempo nos ha llevado a un diferente instante del plan de estudios en el 2013, en el que nos encontramos en su posible actualización y ahora estamos en la obligación de contestarnos en lo funcional y eficiente, si dichas modificaciones lograran un cambio sustancial en la formación del ingeniero químico.

El tiempo ha dado respuestas cualitativas de las asignaturas contenidas en este plan, pero como tal, respuestas cuantitativas no existen. En el presente se desarrolla un método que permita arrojar valores de cuantificación y con ellos realizar una toma de decisiones acerca del desempeño y desarrollo de la carrera (Impacto de la asignatura Fenómenos de Transporte con el resto de las asignaturas contenidas en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química), dicho procedimiento permite desplegar un diagnostico para cada una de las asignaturas que son eje de las ingenierías como lo son las matemáticas y la sustancialidad de la física, pero para fines de este trabajo muy particularmente a la asignatura Fenómenos de Transporte.

El análisis estadístico está fundamentado en una encuesta realizada a egresados de diferentes generaciones de la carrera de la Ingeniería Química de la FES Zaragoza, para conocer el porcentaje de aceptación y el impacto de la asignatura Fenómenos de Transportes a lo largo del plan de estudios. A continuación se muestra en la Figura 1, el procedimiento que se llevo a cabo para realizar los análisis correspondientes.

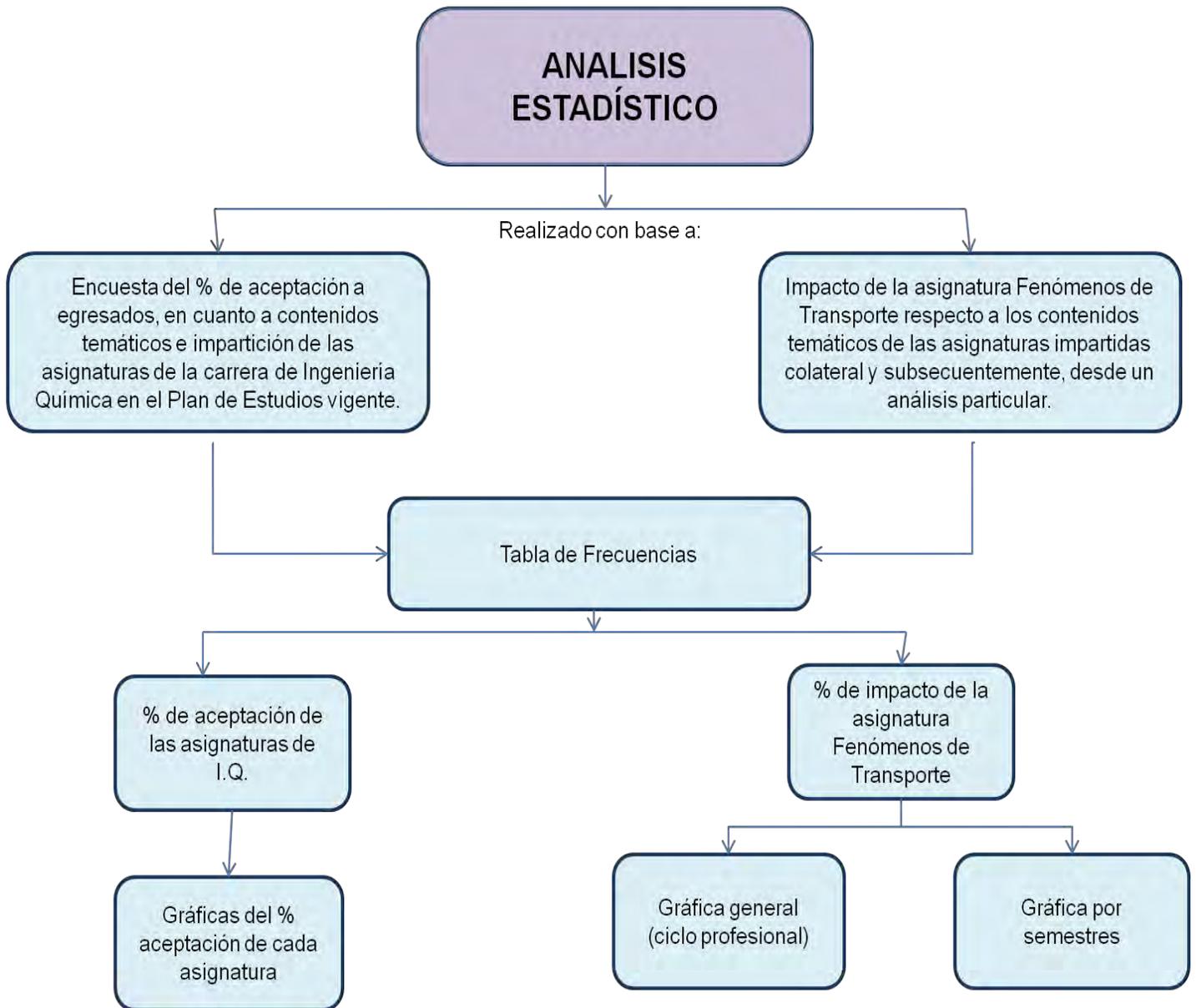


Figura 1. Diagrama de bloques del procedimiento aplicado para el análisis estadístico del porcentaje de aceptación e impacto de la asignatura Fenómenos de Transporte en el plan de estudios vigente.

2.2 METODOLOGÍA Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NIVEL DE ACEPTACIÓN DE LAS ASIGNATURAS QUE INTEGRAN LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El presente desarrollo pretende mostrar el nivel de aceptación que tienen las 37 asignaturas que conforman el plan de estudios vigente de la carrera de Ingeniería Química, partiendo del cumplimiento de los contenidos temáticos por cada asignatura y la calidad con la que están son impartidas por el docente cumpliendo con los objetivos establecidos dentro de cada asignatura

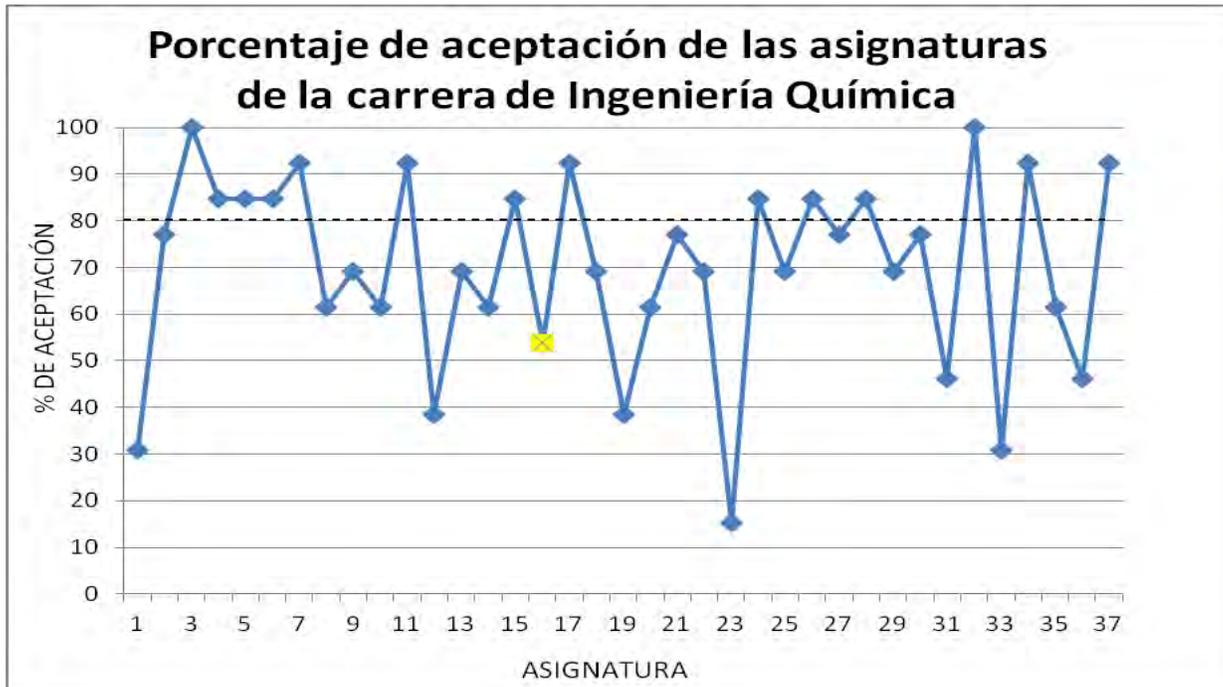
La metodología utilizada para la obtención del nivel de aceptación medida en porcentajes de las asignaturas en el actual plan de estudios consta de una encuesta aplicada a egresados de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza de distintas generaciones, donde cada individuo evaluó de manera particular los factores antes mencionados. Sin embargo cuando nos referimos al bajo nivel de aceptación no quiere decir que la enseñanza de la asignatura sea inadecuada en su totalidad o que los contenidos temáticos sean erróneos ya que dependen de diversas causas a consideración de cada encuestado.

Los resultados obtenidos en la encuesta realizada se presentan en la tabla 1.

No.	Asignatura	% de aceptación	No.	Asignatura	% de aceptación
1	Seminario de Problemas Socioeconómicos	31	20	Separación Mecánica y Mezclado	62
2	LCB I	77	21	Flujo de Fluidos	77
3	Química I	100	22	LTP 6°	69
4	Matemáticas I	85	23	Ingeniería Eléctrica	15
5	LCB II	85	24	Ingeniería Servicios	84
6	Fisicoquímica I	85	25	Transferencia de Calor	69
7	Química II	92	26	LTP 7°	85
8	Matemática II	62	27	Diseño de Equipo de Separación	77
9	LCB III	69	28	Termodinámica Química	85
10	Fisicoquímica II	62	29	Transferencia de Masa	69
11	Química III	92	30	LTP 8°	77
12	Bioestadística	38	31	Dinámica y Control de Procesos	46
13	LTP 4°	69	32	Ingeniería De Procesos	100
14	Química Industrial	62	33	Ingeniería de Reactores	31
15	Balance de Masa y Energía	85	34	LTP 9°	92
16	Fenómenos de Transporte	54	35	Administración de Proyectos	62
17	Métodos Numéricos	92	36	Ingeniería Económica	46
18	LTP 5°	69	37	Ingeniería de Proyectos	92
19	Diseño de Equipo	38			

Tabla 1. % de aceptación de cada asignatura contenida en el plan de estudios vigente.

A continuación se muestra de manera gráfica los resultados obtenidos de la tabla anterior para su mejor análisis.



Gráfica 1. Porcentaje de aceptación de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Química.

Se determinó un estándar óptimo de aceptación del 80% para las 37 asignaturas que conforman el actual plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química. Cabe destacar que solo el 37.8% de las asignaturas cumplen con el estándar establecido y desafortunadamente el 62.2% se encuentran por debajo de este estándar óptimo.

Es importante señalar que el comportamiento de la grafica 1 es muy inestable, ya que existe una variación que va desde un 15% como mínimo, hasta un 100% como máximo, donde lo esperado sería un comportamiento más uniforme. Esto se puede atribuir principalmente a que los temarios no son cubiertos en su totalidad y a la habilidad didáctica del docente que imparte cada asignatura.

Es preocupante que el 66.6% de las asignaturas de Laboratorios de Taller de Proyectos que se imparten a partir del cuarto semestre en el ciclo profesional y que inicialmente eran la principal fortaleza del plan de estudios de Ingeniería Química que le dan un enfoque al área de proyectos, hoy en día se encuentran en niveles de aceptación por debajo del 80% que es nuestro estándar óptimo. Tema digno de un estudio más profundo, pero, que para fines de este trabajo solo se limita a hacer la observación pertinente.

Destacando que las tres asignaturas siguientes cuentan con los más bajos índices de aceptación entre los encuestados.

- Ingeniería Eléctrica con el 15%
- Seminario de Problemas Socioeconómicos con el 30%
- Ingeniería de Reactores con el 30%

Así mismo los niveles máximos están representados por las asignaturas de:

- Química I con el 100%
- Ingeniería de Procesos con el 100%
- Métodos Numéricos con el 92%
- Química II con el 92%
- Química III con el 92 %
- LTP de 9° semestre con el 92 %
- Ingeniería de Proyectos con el 92%

Es pertinente hacer notar que las asignaturas cuya aceptación están por arriba del 90%, son de suma importancia en el desempeño laboral del ingeniero químico pero que por sí solas, no son suficientes para la formación adecuada del mismo, sino que requieren la integración del total de las asignaturas contempladas en el plan de estudios de Ingeniería Química.

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NIVEL DE ACEPTACIÓN DE LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE

En referencia a la metodología y análisis estadístico del nivel de aceptación de las asignaturas que integran la carrera de Ingeniería Química, se puede apreciar que la asignatura Fenómenos de Transporte se encuentra por debajo del nivel óptimo de aceptación con un 54% en referencia a su contenido temático (anexo VI) y al docente que impartió la asignatura para cada uno de los encuestados en turno.

En un análisis al cuarto semestre que involucra a la asignatura Fenómenos de Transporte con LTP de cuarto semestre, Química Industrial, Balance de Masa y Energía y Métodos Numéricos se aprecia que estas dos últimas asignaturas cuentan con buen nivel de aceptación por encima del 80%, mientras que las otras dos asignaturas están por debajo, lo cual refleja una carencia en la armonía del modulo “análisis de procesos”. Por otra parte en cuanto a la relación vertical, se observa que las materias directamente relacionadas a Fenómenos de Transporte, como lo son Transferencia de Calor y Transferencia de Masa gozan con niveles de aceptación bajos de igual manera, lo que corrobora el porcentaje obtenido de la asignatura de mi interés.

2.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE EN EL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA

Los siguientes resultados estadísticos representan la respuesta al impacto de la asignatura Fenómenos de Transporte, tanto en la formación como en el desarrollo académico del ingeniero químico de la FES Zaragoza.

El procedimiento que sustenta la información presentada está basado en una ponderación matemática entre la aportación substancial de la asignatura en análisis, con la relación de las asignaturas colaterales y subsecuentes en las que se les asignó un valor porcentual proveniente de los objetivos del actual plan de estudios. Utilizando como herramienta primaria un esquema (Esquema 1) que contiene cada asignatura de la carrera de Ingeniería Química dividido en ciclos y semestres, que a su vez se le asignaron valores porcentuales que se plasmaron en la tabla 2 de frecuencias para realizar el cálculo antes explicado,



Esquema 1. Esquema general del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química para analizar “Fenómenos de Transporte” con respecto a su relación entre las asignaturas colaterales y subsecuentes.

La tabla de frecuencias se llena de acuerdo a los valores porcentuales que tuvo cada asignatura en relación a Fenómenos de Transporte en cuanto a objetivos y temas establecidos en el plan de estudios.

% SEMESTRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL	FRECUENCIA
10										0	0
20										0	0
30				1		2	2			5	1.5
40				1	1			1	1	4	1.6
50					2		1	2		5	2.5
60				1				1	1	3	1.8
70					1					1	0.7
80										0	0
90				1		1	1			3	2.7
100										0	0
TOTALES										21	10.8

Tabla 2. Tabla de frecuencias de la asignatura Fenómenos de Transporte con las asignaturas colaterales y subsecuentes.

Una vez completada la tabla se realizó el cálculo siguiente para obtener el porcentaje de aceptación de la asignatura Fenómenos de Transporte.

$$\% \text{ Impacto} = (\text{Total de la frecuencia} / \text{Total de las asignaturas relacionadas con F.T.}) * 100$$

Obteniendo de esta manera:

ASIGNATURA	IMPACTO (%)
Fenómenos de Transporte	51.43

2.5 IMPACTO DE LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE POR SEMESTRE.

Es importante considerar una idea que parta de lo general a lo particular, ya que de esta manera es posible sintetizar un desarrollo conceptual más amplio que nos permita tener un criterio justo con relación a la importancia de ciertas asignaturas como fundamentales en la formación del estudiante de ingeniería y precisamente aquí es donde se aplican las frecuencias de la asignatura Fenómenos de Transporte con las asignaturas colaterales y subsecuentes para elaborar la Tabla 3. Valorando de esta manera el impacto por semestre que tiene Fenómenos de Transporte en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química.

En dicha tabla se presenta el impacto de forma porcentual que tienen los Fenómenos de Transporte en cada uno de los semestres que conforman el plan de estudios, haciendo notar que la relación es acorde a las asignaturas subsecuentes a las cuales afecta de forma directa la asignatura en cuestión, comenzando a partir del cuarto semestre, que es donde se cursa la materia.

IMPACTO POR SEMESTRE (%)

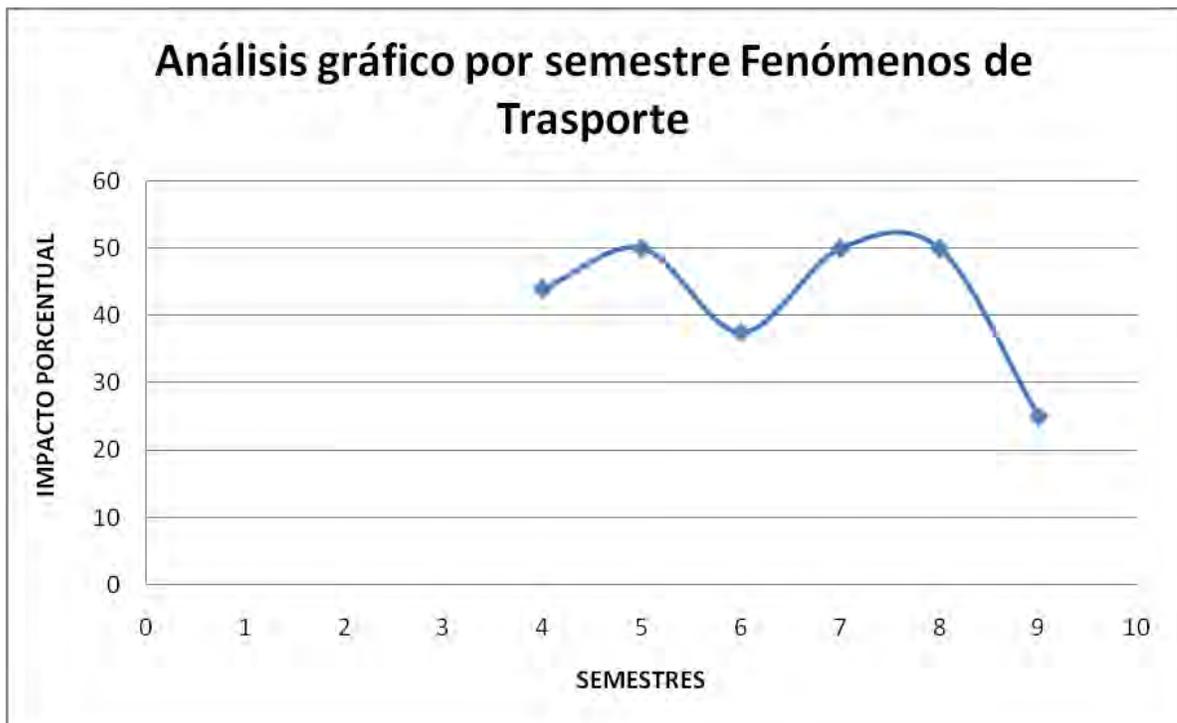
SEMESTRE	FENÓMENOS DE TRANSPORTE
1	0
2	0
3	0
4	44
5	52.5
6	37.5
7	50
8	50
9	25

Tabla 3. Tabla de valores de impacto por semestre.

Al concluir el ciclo básico y empezar el ciclo intermedio, donde los conocimientos cada vez son más complejos y demandantes, de manera tal que la formación de ingeniero químico está en riesgo, la asignatura de cuarto semestre de mayor trascendencia es Fenómenos de Transporte, que se desenvuelve sobre principios físicos de mecánica, de hidrodinámica y de difusión y la mecánica de los medios continuos, estos temas juegan un papel importante para poder enfrentar una adecuada formación y esta a su vez requiere de los conocimientos mínimos de la física clásica y marcos de referencia.

Por tal motivo a continuación se hace un análisis de la asignatura de Fenómenos de Transporte, ya que a partir del cuarto semestre hasta el noveno tiene un gran impacto como se puede observar en la gráfica 2 pues mantiene valores que fluctúan entre el 25 y el 50 porciento, por lo que respecta mencionar la importancia que juega el desarrollo de esta materia para el estudiante. Es importante no perder de vista que esta asignatura impacta de forma directa y es fundamental para el resto de las asignaturas pero principalmente a Transferencia de Calor, Transferencia de Masa e Ingeniería de Reactores siendo estas tres la columna vertebral del profesionista en Ingeniería Química, porque el desarrollo actual del ingeniero desemboca en estas asignaturas debido a que se desenvuelve principalmente en el área de la petroquímica y de los procesos.

Es fundamental destacar que siendo esta asignatura parte de la columna vertebral de la carrera muestre un deterioro significativo justamente en el último semestre debido a que este está dirigido a asignaturas administrativas, y con ello pareciera que el uso de los Fenómenos de Transporte se termina en el octavo semestre cuando en realidad debería ser una asignatura que tendría que mantener un crecimiento constante ya que es base de desarrollo de la ingeniería en la industria química.



Gráfica 2. Análisis del impacto porcentual por semestre de Fenómenos de Transporte.

Se ha hecho un análisis del ciclo intermedio tomando de referencia la asignatura Fenómenos de Transporte y se considera la incorporación de una nueva asignatura llamada Física, pues está directamente relacionada en cuanto a conceptos que van comprendidos en el contenido temático de esta asignatura, recalcando la aportación que daría para el estudio de los Fenómenos de Transporte. Aunque esa asignatura ya es motivo de otro estudio para su evaluación.

Observando el comportamiento de Fenómenos de Transporte es una asignatura que se mantiene oscilante a razón de que hay semestres en las que no se le brinda a la asignatura la importancia que esta debería, el motivo podría ser también porque no se da la seriación de las asignaturas adecuadamente, por ende el alumno no comprende la relevancia que tiene hacia las materias de semestres posteriores y la forma en que están intrínsecamente ligadas entre sí.

CAPITULO 3:

*CRÍTICA Y PROPUESTA DEL PROGRAMA DE
ESTUDIOS DE LA ASIGNATURA: FENÓMENOS DE
TRANSPORTE*

3.1 INTRODUCCIÓN

Como parte del desarrollo de este proyecto, nos vemos en la obligación y necesidad de establecer un plan operativo que sea común a todas las asignaturas involucradas, pues los resultados que estos sean, finalmente serán un perfil del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, es por esto que, primeramente se desarrolla la visión de introducción a la asignatura, utilidad de la asignatura, enfoque de la asignatura e implementación del estado de impartición.

El ingeniero químico trabaja permanentemente con materia y sus cambios de agregación por lo que éste debe estar familiarizado con los fenómenos que ahí se presentan y por ello conocer también las ecuaciones que rigen en un estado de agregación para ello debe conocer los límites de los comportamientos dinámicos de la materia que usa por lo que es necesario desarrollar en forma precisa las ecuaciones que gobiernan tal estado, así como conocer los límites de aplicación del modelo desarrollado en cada caso.

El contenido de Fenómenos de Transporte que consta de cuatro unidades didácticas incide en la consolidación y comprensión del contenido sustentado en los fenómenos físicos y fisicoquímicos que surgen en las interfaces, sea por Transferencia de Momentum, Energía o Masa, efectos que todo ingeniero químico debe poder cuantificar, pues es condición necesaria su control, pues estos afectan el costo, como la seguridad en el desarrollo del proceso.

Esta asignatura se encuentra ubicada en el cuarto semestre dentro de la carrera de Ingeniería Química, consta con un total de once créditos y es de carácter obligatorio, es de tipo teórico-práctica y cuenta con un total de 96 horas por semestre para su estudio. Para poder cursar la materia es necesario haber acreditado todas las asignaturas del ciclo básico. Además de pertenecer al módulo llamado análisis de procesos.

Para la carrera, esta asignatura es fundamental y de aplicación inmediata en todas las áreas de la Ingeniería Química. El estudio de los Fenómenos de Transporte precede al estudio de la Termodinámica. La Termodinámica observa a un sistema en equilibrio y los Fenómenos de Transporte observan a un sistema que se ha apartado del equilibrio y tratan de cuantificar el flujo de propiedades del sistema (energía, concentración de especies) que surge para tratar que el sistema llegue a una condición de equilibrio.

Las propiedades fundamentales que se pueden transportar son tres:

- Cantidad de Movimiento
- Cantidad de Energía
- Cantidad de Materia

El transporte puede ocurrir en el seno de fluidos o entre un fluido y un sólido. Por citar algunos ejemplos tenemos:

1. Un fluido que circula a través de un conducto disipa energía por rozamiento lo que se traduce en un transporte de cantidad de movimiento entre las regiones con distinta velocidad.
2. Un sistema con regiones a distintas temperaturas (diferentes concentraciones de energía) transporta energía desde la región más caliente hacia la más fría.
3. Una mezcla de dos o más componentes con regiones con diferentes concentraciones transporta materia desde la zona más concentrada hacia la menos concentrada.

Estos ejemplos sencillos nos dan una idea del nivel de complejidad que puede ser alcanzado en términos de las condiciones dinámicas de estudio y la formalidad requerida en la respuesta, pues siempre se tendrá que evaluar la precisión de medida.

3.2 CONGRUENCIA DE LOS OBJETIVOS DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE CON EL PERFIL PROFESIONAL

Los objetivos de la asignatura “Fenómenos de Transporte” se encuentran en el anexo V y el perfil profesional del ingeniero químico se encuentra contenido en el anexo I.

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, por tal motivo la asignatura Fenómenos de Transporte es de suma importancia y está intrínsecamente relacionada con el perfil profesional del ingeniero químico.

Tenemos que considerar que en general cuando se puede realizar un estudio en términos de variables de estado, los resultados siempre son generales o de amplia aplicación, sin embargo, no siempre se tiene fortuna y en ocasiones es necesario conocer el comportamiento por los trayectos disponibles, esto es dependiendo de las variables dinámicas involucradas por lo que las propiedades dinámicas son las que resaltan en los fenómenos de transporte nos proporcionan los valores requeridos, que en ocasiones solo podremos obtener propiedades promedio. Esta divergencia entre las materias que se desarrollan sobre principios generales y los que dependen de las propiedades dinámicas, han generado una diferencia entre su aprovechamiento en el alumnado. Lo anterior lo hemos querido constatar a través del cuestionamiento en la apreciación de todas las materias por cierto número de egresados para obtener el nivel de aceptación del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química. Y en nuestro particular punto de vista la relación de nuestra asignatura respecto a las demás para obtener el impacto que la

asignatura de Fenómenos de Transporte tiene entre todas las asignaturas del plan de estudios vigente.

Considerando el capítulo 2 que es la metodología y análisis estadístico del presente trabajo de tesis, podemos apreciar que el impacto de la asignatura Fenómenos de Transporte está ligado a prácticamente todas las asignaturas de la carrera, destacando la importancia para el desarrollo del ingeniero químico. Es importante no perder de vista que esta asignatura impacta de forma directa y fundamental a las materias antecedentes y subsecuentes de la carrera, pero principalmente a; Transferencia de Calor, Transferencia de Masa e Ingeniería de Reactores siendo estas materias columna vertebral del perfil profesional del ingeniero químico.

3.3 CONGRUENCIA DE LOS OBJETIVOS DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE CON LOS OBJETIVOS DEL SEMESTRE.

Los objetivos de la asignatura están contenidos en el anexo V y los objetivos del módulo en el anexo IV respectivamente.

La congruencia de los objetivos de la asignatura con los objetivos del módulo se ven reflejados en que los dos pretenden abarcar a los Fenómenos de Transporte desde un punto de vista, no solo macroscópico sino microscópico a nivel molecular en sus diferentes mecanismos de transferencia como lo son; Masa, Momentum y Energía. Esto permite unificar el análisis de las operaciones unitarias y desarrollar modelos más precisos para su diseño y estudio.

Por tanto es de suma importancia aprender el contenido temático en los tiempos establecidos, debido a que para lograr la correcta aplicación de los Fenómenos de Transporte y la manera en que se pretende dar solución a los problemas es necesario dominar los temas contenidos dentro del plan de estudios de la materia, temas como: Mecánica vectorial, transporte de cantidad de movimiento, transporte de energía, transporte de materia, fenómenos interfaciales y superficies de contacto que nos permiten cuantificar la evolución de una reacción o de un cambio en el estado de agregación respectivamente. Sin embargo como algunos temas no están contenidos en esta carta descriptiva a nuestra forma de ver como son; simetría, tipos de energía que existen, caudal, velocidad promedio y la manera en que la densidad ya sea baja o alta afecta la difusión y conducción de la materia y energía.

3.4 CONGRUENCIA DE LOS CONTENIDOS DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE CON LOS OBJETIVOS DE LA MISMA.

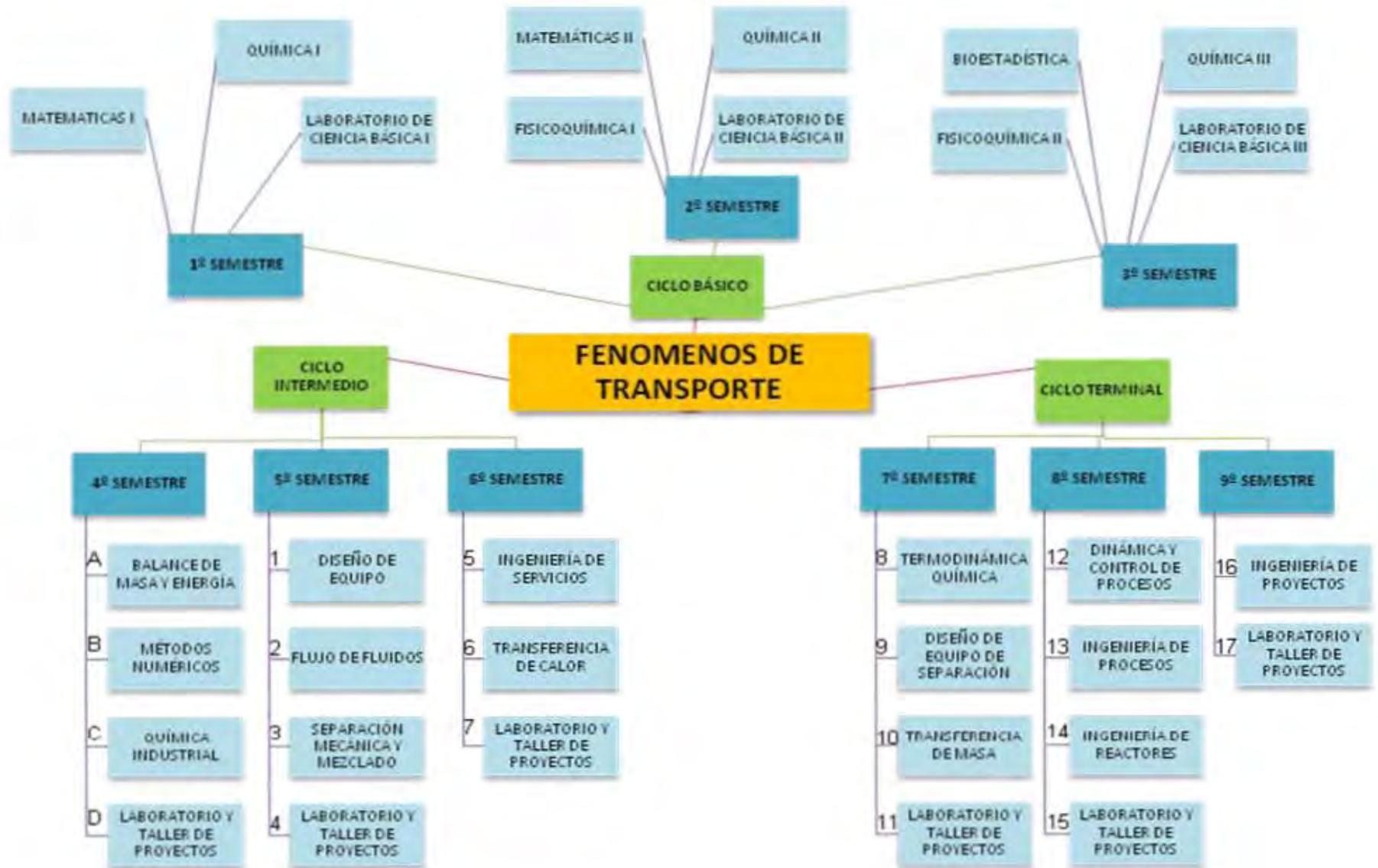
En el anexo VI están contemplados los contenidos temáticos de Fenómenos de Transporte y en el anexo V los objetivos de la asignatura, tanto general como específicos.

Los contenidos del programa de la asignatura se encuentran en su mayoría aptos para alcanzar los objetivos de la asignatura, los temas vistos en el curso son los adecuados para lograr los objetivos, solo la parte de determinación de planos y tangente normal no están contemplados como tales y se tendrían que especificar que se obtienen como una operación del gradiente, el problema es que el temario no se contempla como debiera ser, considerando que la materia es trascendental en la formación del ingeniero químico y que los temas no quedan cubiertos correctamente, estos se dan de manera superficial sin ser tan minuciosos, ya sea por cubrir el temario de la asignatura dentro de las escasas 96 horas que tenemos o por la complejidad de los problemas a resolver, tanto la falta de conocimientos del alumnado e incluso de la parte docente, además no lo proyectamos a problemas reales a nivel industria, los problemas están basados en la bibliografía ó en meras suposiciones, así como la falta de buenas bases de Matemáticas por temas no vistos y la ausencia de la asignatura Física en cuanto al estudio de los vectores que son de suma importancia, lo que provoca tener limitaciones para poder comprender adecuadamente de que depende cada uno de los Fenómenos de Transporte considerados, puesto que cada uno ocurre bajo condiciones diferentes y al final en la interpretación de un experimento u operación en ingeniería, es muy común que aparezcan ellos juntos y no fraccionados, este nivel de complicación dificulta profundamente el planteamiento, así como la determinación de la variable principal que domina el evento.

Considerando que posteriormente a la asignatura de Fenómenos de Transporte se imparten las materias de Transferencia de Calor y Masa, se debe poner énfasis al estudio de los temas básicos para entender las operaciones unitarias de Transferencia de Momentum, Energía y Masa. Se consideró que la Transferencia de Momentum es un tema que solo se estudia en esta asignatura, es de vital importancia que se busquen actividades que refuercen estos temas, pues esta parte de la asignatura es la puerta para el desarrollo de la mecánica de los cuerpos deformables y la hidrodinámica, teniendo en cuenta que el diseño de equipo es profundamente dependiente de esta área, la cual no vuelve a tocarse en toda la carrera

3.5 CONGRUENCIA VERTICAL DE LOS CONTENIDOS DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE CON LAS ASIGNATURAS POSTERIORES.

Para poder desarrollar el punto cuatro y cinco fue necesario elaborar un cuadro para su mejor comprensión y análisis. Los contenidos de la asignatura están contemplados en el anexo VI.



Esquema 2. Relación de los Fenómenos de Transporte con las asignaturas verticales del Plan de Estudios.

Este esquema nos permite observar el entramado que hay entre los Fenómenos de Transporte y su relación con las demás asignaturas de la carrera, una vez cumplido con los objetivos del ciclo básico (Anexo III), ayuda a realizar un recorrido fácil de la ubicación así como de la importancia de la misma, anulando las materias con las que menos relación tiene y recalcando como es que la asignatura impacta en la Ingeniería Química, donde se alimenta de once materias previas, está unida a cuatro en el mismo semestre y permite proyectar en diecisiete materias posteriores, sin embargo, con años de aplicación del plan de estudios por diversas razones se sabe que existe un deterioro en la implementación del programa, materias con altos índices de reprobación, envejecimiento de la planta docente, amplio margen de termino en la carrera por cada uno de los alumnos, escaso número de egresados y más aun pocos programas de servicio social, además de pocos programas de proyectos para titulación por tesis en la institución.

A continuación se presenta la relación de los Fenómenos de Transporte con las asignaturas subsecuentes a la misma. Recalcando las de mayor importancia.

1 Diseño de Equipo

Los Fenómenos de Transporte intervienen en la consideración de pérdidas por Transferencia de Masa, Momentum y Energía en la elaboración de un equipo. Determina los materiales a utilizar dependiendo de las materias primas empleadas para el proceso y de las reacciones que se lleven a cabo dentro de cualquier operación unitaria que requiera un equipo para llevarse a cabo.

2 Flujo de Fluidos

Los Fenómenos de Transporte aportan en el Flujo de los Fluidos a cualquier condición del manejo de los mismos, considerando pérdidas de las propiedades de transporte con el contacto que existe entre las paredes de los equipos con los fluidos enviados a través de ellos. Prediciendo el comportamiento del fluido y así evitar problemas durante el proceso.

3 Separación Mecánica y Mezclado

Para separar o combinar eficientemente los componentes de una mezcla es importante determinar los tipos de interacción que se pueden presentar a nivel molecular. Tomando como fundamento los principios de la mecánica de partículas y fenómenos de superficie. Por tal motivo los Fenómenos de Transporte se relacionan en la Separación Mecánica y Mezclado.

4 Laboratorio y Taller de Proyectos 5° Semestre

La asignatura engloba el modulo que tiene por nombre “manejo de materiales”, así que los Fenómenos de Transporte son de gran influencia para el estudio de esta materia, algunos temas en común son el manejo de materiales en la industria química de procesos, en la selección de materiales, en las variables que intervienen en la separación y mezclado de los materiales, por mencionar algunos.

5 Ingeniería de Servicios

En esta asignatura es importante que el ingeniero químico tenga buenas bases de conocimiento de Fenómenos de Transporte para poder cumplir con las exigencias del cliente que requiere un servicio para su proceso. Ya que para la selección o diseño de algún servicio auxiliar se necesitan considerar los fenómenos que tienen impacto en el proceso.

6 Transferencia de Calor

La Transferencia de Calor está regida por la ley de Fourier que es el calor transferido por unidad de tiempo y es parte de los Fenómenos de Transporte al igual que Masa y Momentum. De esta manera sabemos que toda la materia está contenida en la otra. Los mecanismos de Transferencia de Calor y las ecuaciones asociadas con cada una de ellos hacen posible identificar los diferentes mecanismos de transferencia. En este semestre podemos estudiar de manera aislada a la Transferencia de Calor y solucionar problemas con mayor nivel de dificultad.

7 Laboratorio y Taller de Proyectos 6º Semestre

La asignatura está relacionada a los Fenómenos de Transporte en determinar las variables más importantes que intervienen en los procesos de manejo de energía, en los intercambiadores de calor empleados, en las propiedades físicas de los reactivos, en el manejo de los fenómenos físicos dentro de los procesos y en los coeficientes de Transferencia de Calor. Como el nombre del modulo lo indica “manejo de energía” que es parte de los Fenómenos de Transporte.

8 Termodinámica Química

Los Fenómenos de Transporte entran en la parte de equilibrio químico, ecuaciones de estado y reactores adiabáticos.

9 Diseño de Equipo de Separación

En esta asignatura aplicamos los principios termodinámicos y los mecanismos básicos de la Transferencia de Masa, seleccionamos los principales métodos analíticos y gráficos para el diseño de los equipos de separación más comunes en la industria, ya sea con operaciones continuas o intermitentes.

Algunos temas que involucran a los Fenómenos de Transporte son; procesos de separación, destilación y lecho fijo, el equilibrio de fases, etapas de equilibrio, tipos y comportamiento de flujos dentro del equipo de separación y operaciones continuas y discontinuas.

10 Transferencia de Masa

Como sabemos la Transferencia de Masa es parte medular de los Fenómenos de Transporte junto con Calor y Energía, así que prácticamente todo el contenido temático para ambas asignaturas están directamente relacionados entre sí. Donde el objetivo principal desarrollar son las ecuaciones de Transferencia de Masa a régimen laminar u turbulento para el cálculo de coeficientes en sistemas con y sin reacción química y en sistemas con transferencia simultanea de masa y calor. La Transferencia de Masa está definida por la ley Fick.

11 Laboratorio y Taller de Proyectos 7° Semestre

Ya que en el LTP se aplican los conocimientos adquiridos del resto de las materias pertenecientes al modulo e incluso a materias previas, podemos citar los objetivos de la asignatura y de cómo estos están ligados a los Fenómenos de Transporte.

Identifica las principales variables que intervienen en los procesos de Transferencia de Masa y Energía. Así como los niveles de las principales variables que se mezclan en los Fenómenos de Transporte mediante un método previamente seleccionado. Hablando temáticamente comparten lazos en la determinación de propiedades termodinámicas, la determinación de calor de combustión de materiales orgánicos y la determinación de calor de un sistema sólido disuelto en agua.

12 Dinámica y Control de Procesos

Los Fenómenos de Transporte y la Dinámica y Control de Procesos se relacionan en el control de las principales operaciones de la industria química y en la importancia de las variables involucradas, así como la manera en que se comportan en un periodo de tiempo determinado. Los temas en armonía son; las funciones de transferencia en modelos de entrada y salida, además de la dinámica de los procesos químicos.

13 Ingeniería de Procesos

La Ingeniería de Procesos es el conjunto de operaciones que guardan una secuencia y que tienden a un objetivo común. La ingeniería de proceso tiene como función primordial ayudar al área productiva a cumplir con sus objetivos de producción; esta ayuda se manifiesta, suministrándole los equipos adecuados para producir, la información necesaria para operarlos, como así también indicando todas las operaciones productivas y la forma de realizarlas, incluyendo los Fenómenos de Transporte que están involucrados y son de consideración dentro del proceso. Como la selección de variables de diseño y la optimización de procesos por citar algunos.

14 Ingeniería de Reactores

Tiene que ver con la manera de operar un reactor que se emplea en la industria para la transformación física y química de la materia. Además de estimar parámetros cinéticos de modelos cinéticos de reacciones típicas en la industria química, así como la selección de un reactor adecuado en base al nivel de producción, modo de operación y régimen dinámico, requerido para una determinada conversión o rendimiento deseado.

Se encuentra relacionado en temas como; la cinética química, reactores continuos e intermitentes, cinética de las reacciones y en los balances de materia, energía y momentum para reactores y fermentadores.

15 Ingeniería de Proyectos

En la asignatura de Ingeniería de Proyectos el alumno mostrara la importancia de los conocimientos adquiridos de Balance de Materia y Energía para la cuantificación de proyecto, además de la selección, diseño y especificación de equipo de proceso, aplicando de esta manera los Fenómenos de Transporte.

16 y 17 Laboratorio y Taller de Proyectos de 8° Y 9° semestre

En el diseño y selección de reactores homogéneos y heterogéneos análisis de los principales modelos fenomenológicos de un sistema de reacción. Determinación experimental de las principales variables que intervienen en la dinámica de una etapa de proceso, en su mayoría para octavo semestre.

En ambas asignaturas las Matemáticas II intervienen en los modelos matemáticos del comportamiento durante las etapas de un proceso, en la selección de un sistema de control de proceso y en especificaciones de equipo de proceso. Así como en la concepción de las materias que componen el ciclo terminal y que se ven reunidas para la aplicación de un buen desempeño en los LTP's de los últimos semestres.

Bajo la idea que los Fenómenos de Transporte son una parte medular en la formación del ingeniero químico, entonces los anteriores problemas pueden reducirse con una implementación adecuada de esta asignatura que garantice una optima formación que sea la respuesta a la gran cantidad de problemas que sobre ella se ciernen.

3.6 CONGRUENCIA HORIZONTAL DE LOS CONTENIDOS DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE CON OTRAS ASIGNATURAS DEL MISMO MÓDULO.

Los contenidos temáticos de la asignatura se encuentran en el anexo VI. El modulo de cuarto semestre tiene por nombre “análisis de procesos”, comprendido por las asignaturas:

- Balance de Masa y Energía
- Métodos Numéricos
- Química Industrial
- Laboratorio y Taller de Proyectos

A Balance de Masa y Energía

Una de las actividades más relevantes que desempeña el ingeniero químico en la industria es la formulación de los balances de masa y energía para el análisis y diseño de proceso. Está relacionada a Fenómenos de Transporte principalmente en temas tales como; aplicación de operaciones unitarias, unidades fundamentales y derivadas.

B Métodos Numéricos

Contribuye con el perfil del ingeniero para poder plantear y resolver problemas típicos de los procesos químicos en forma matemática, mediante la selección adecuada de métodos numéricos establecidos.

C Química Industrial

Como se plantea en los objetivos del plan de estudios, la Química Industrial pretende resolver balances de materia y energía que permitan un análisis macroscópico de los procesos químicos y fisicoquímicos, así como dar solución a las ecuaciones de transporte de momentum, energía y masa que permitan describir desde un punto de vista molecular los procesos químicos.

D Laboratorio y Taller de Proyectos de 4° Semestre

De manera general la asignatura contribuye a desarrollar conocimientos y habilidades necesarias para entender el análisis de procesos dentro de la industria química.

La asignatura contribuye en los siguientes conocimientos:

- 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 correspondiente.

La asignatura contribuye en las siguientes habilidades y aptitudes:

- Búsqueda y manejo adecuado de la información, incluye el empleo de herramientas actuales como el Internet, bases de datos electrónicos especializados, patentes, marcas, etc.
- Trabajo en equipo y de colaboración antes que de competencia.
- Administración del tiempo y planeación.

La asignatura contribuye en las siguientes actitudes:

- Calidad en el trabajo
- Flexibilidad de criterio y respeto a la opinión del otro
- Disponibilidad positiva ante el estudio, el trabajo y la vida misma
- Tener conciencia de la problemática ambiental nacional e internacional
- Mente abierta para solucionar los problemas de la industria de procesos y de manufactura
- Confianza en su preparación académica
- Una actitud de colaboración para trabajar en equipo
- Iniciativa por un aprendizaje autodidacta
- Analizar y resolver problemas desde una perspectiva interdisciplinaria
- Comprensión del entorno social y natural.

3.7 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS HORARIAS PARA DESARROLLAR CADA TEMA DEL PROGRAMA DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE.

Unidad	Contenido Temático de Fenómenos de Transporte Temas y subtemas	HORAS	
		T	P
1	Introducción	10	2
	1.1 Unidades y notaciones. Derivadas		
	1.2 Análisis de ecuaciones. Soluciones de ecuaciones		
2	Análisis vectorial	10	2
	2.1 Magnitudes escalares, vectoriales y tensores	<u>14</u>	<u>0</u>
	2.2 Espacios vectoriales reales. Transformaciones lineales. Multiplicación, diferenciación (operadores diferenciales) e integración de vectores, Teorema de Gauss, Green y Stokes		
	2.3 Transformación de coordenadas cartesianas, esféricas y cilíndricas		
	2.4 Valores promedio de funciones		
3	Mecanismos de transporte molecular	10	2
	3.1 Hipótesis de continuo o transporte en un continuo	<u>10</u>	<u>0</u>
	3.2 Ecuación general de transporte		
	3.3 Leyes de Newton, Fourier y Fick. Cálculo de coeficientes		
4	Transferencia de momentum	10	2
	4.1 Ley de Newton	<u>20</u>	<u>4</u>
	4.2 Ecuación de continuidad		
	4.3 Ecuación de transferencia de momentum. Conservación de momentum		
	4.4 Ecuación de Navier-Stokes, de Euler, de Bernoulli, etc.		
	4.5 Condiciones iniciales y a la frontera		
	4.6 Aplicaciones. Flujo a régimen permanente y no permanente.		
	Geometrías simples		
5	Transferencia de energía	20	4
	5.1 Ley de Fourier	<u>10</u>	<u>2</u>

	5.2 Transferencia de energía en sólidos. Formas de transferir energía		
	5.3 Ecuación de transferencia de energía		
	5.4 Transferencia de energía en fluidos en movimiento		
	5.5 Condiciones iniciales y a la frontera		
	5.6 Aplicaciones. Transferencia de calor a régimen permanente y no permanente en sólidos y fluidos. Geometrías simples		
6	Transferencia de Masa	10	2
	6.1 Ley de Fick	<u>10</u>	<u>0</u>
	6.2 Formas de expresar la composición de una fase		
	6.3 Ecuación de transferencia de masa		
	6.4 Condiciones iniciales y a la frontera		
	6.5 Aplicaciones; transferencia a régimen permanente y no permanente, con reacción		
7	Flujo turbulento	10	2
	7.1 Resultados experimentales. Fluctuaciones y valores promedio	<u>14</u>	<u>0</u>
	7.2 Ecuación de momentum		
	7.3 Ecuación de energía		
	7.4 Ecuación de transferencia de masa		
	7.5 Analogías		

Tabla 4. Distribución de las cargas horarias de cada tema establecidas y propuestas.

Las horas que se encuentran por debajo de las horas determinadas y que están subrayadas por cada unidad son las que se proponen modificar

Como se puede apreciar en la tabla anterior, las cargas horarias no están debidamente establecidas, ya que en algunas unidades se estudian hasta seis temas y están enfocados en su mayoría para la Transferencia de Momentum, Masa y Energía, haciendo énfasis que en los semestres posteriores se estudian aisladamente. Conviene agregar más horas de estudio a las primeras cuatro unidades para tener buenas bases y poder comprender mejor los Fenómenos de Transporte.

Considero se le debe de dar más importancia a la Transferencia de Momentum respecto a Energía, cambiando las horas destinadas a cada unidad.

3.8 ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE.

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, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

Uso de las aulas inteligentes que se encuentran en la planta piloto de la carrera de Ingeniería Química, internet, conferencias con otras escuelas, exposiciones y evaluación continua, evitando el sistema de exentar materias y el no presentar exámenes ordinarios ya que estos arrojan resultados de lo que el estudiante realmente aprendió durante el curso.

3.9 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE.

Evaluación del aprendizaje: 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.

Se sugiere las siguientes técnicas: resolución de problemas, proyectos, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

Además de constante participación por parte del alumnado dentro del aula de clases y problemas reales dentro de la industria.

Aspectos Teóricos	Aspectos Prácticos	Final
70% en exámenes	30% en otras actividades	100%

3.10 ANÁLISIS DEL PERFIL PROFESIOGRAFICO PARA LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE.

Perfil profesiográfico: Licenciatura en Ingeniería Química y afines al área de las ingenierías y matemáticas. Preferentemente con estudios de posgrado.

Que sea de preferencia tiempo completo, tenga experiencia en el área docente, así como a nivel industrial, cuente con cursos de didáctica y evaluación continua en el proceso de enseñanza.

Que sea constante en la impartición de sus clases, se apegue al plan de estudios y que trabaje en conjunto con los profesores que dan asignaturas relacionadas directamente con los Fenómenos de Transporte verticalmente y horizontalmente.

Actualmente así se conforma la planta docente.

Sólo el 8% de los profesores son de Carrera o Tiempo Completo

CATEGORÍA	NÚMERO	%
Asignatura	77	92
Carrera	7	8
TOTAL	84	100

Grado

Sólo el 31% de los profesores cuenta con estudios de posgrado.

GRADO	NÚMERO	%
Licenciatura	58	69
Maestría	20	24
Doctorado	6	7
TOTAL	84	100

3.11 ANÁLISIS DE LA BIBLIOGRAFÍA PARA LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE.

La bibliografía es muy deficiente dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química tomando en cuenta solo dos referencias

Bibliografía Básica:

- Bird, Stewart, Lightfoot. (2005), *Fenómenos de transporte*, Reverte.

Bibliografía complementaria:

- Murray Spiegel, (SF) (1969), *Análisis vectorial*. Mc Graw Hill
- Sisson, E. Elements of transport phenomena, Mc. Graw Hill, México, 1972.
- Welty, J.R. Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa. Limusa, México, 1972.
- Bennet & Myers. Momentum, Heat And Mass Transfer. Mc Graw Hill. USA, 1982

Bibliografía de apoyo:

- Pita , L. Y Ruiz, H. Análisis Vectorial. Mc. Graw Hill , México, 1993
- Murray, R. Y Spiegel, M.R. Análisis Vectorial Y Una Introducción Al Análisis Tensorial.. Mc Graw Hill, Bogotá, Colombia, 1973
- Edwards, C.H. Y Penney, D.E. Ecuaciones Diferenciales Elementales. Prentice Hall Hispanoamericana. México, 1993.

CAPITULO 4:

CONCLUSIONES

4.1 CRÍTICA A LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE

La asignatura debe impartirse a grupos reducidos por la complejidad de la misma, así como dedicarle más tiempo a la semana ya que seis horas no son suficientes, que el profesor en turno domine la asignatura Fenómenos de Transporte y aborde problemas de alta complejidad utilizando los tres mecanismos de transferencia en un solo problema (Momentum, Energía y Masa), porque durante el curso se resuelven problemas con un solo mecanismo de transferencia, reforzar el estudio del análisis vectorial por lo trascendental que son en los problemas de Fenómenos de Transporte.

La bibliografía debe ir en aumento respecto al nivel de complejidad de los problemas desarrollados en clase y debe mantenerse para los semestres posteriores donde se siguen estudiando Calor y Masa, cabe mencionar que solo hay dos libros de referencia en el plan de estudios.

4.2 PROPUESTA PARA LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE

La propuesta es modificar las cargas horarias de la asignatura o en su defecto incrementar las horas para su estudio, ya que la materia cuenta con 96 horas por semestre; un claro ejemplo de esto, es la materia Bioestadística que cuenta con 128 horas para su estudio y que tiene un nivel más bajo de aceptación entre los egresados de la carrera de Ingeniería Química y que es de menor importancia comparada con los Fenómenos de Transporte. Una opción aumentar las horas para el estudio de los Fenómenos de Transporte tomando dos horas por semana del LTP de cuarto semestre, asumiendo que el estudio del LTP se realiza mas fuera del aula de clases, que dentro de la misma teniendo un horario que cumplir, desperdiciando horas importantes que se pueden invertir en los Fenómenos de Transporte ó en su defecto que la asignatura se enfoque más a las primeras cuatro unidades, considerando que las siguientes unidades que son Transferencia de Calor y Transferencia de Masa se ven de forma aislada en los semestres posteriores. Las cargas horarias se encuentran explicadas en el punto 3.7 del capítulo 3 para su mejor entendimiento. Además implementar cursos íter-semestrales obligatorios de temas no vistos durante la carrera, por citar algunos ejemplos: Las transformadas de Laplace que son básicas para la Transferencia de Masa y las funciones de Bessel, principalmente para la Trasferencia de Calor o el estudio preciso de las condiciones iniciales y de frontera para los mecanismos de transferencia.

4.3 CONCLUSIONES GENERALES

A lo largo del presente trabajo se determinó, las necesidades que tiene el actual plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, mediante una metodología con base a elementos estadísticos, que precisan en el análisis correspondientes a Fenómenos de Transporte y con la observación que se puede aplicar dicho método a cualquier materia del plan de estudios.

Bajo el argumento estadístico se pretendió concientizar al alumnado y el área docente de la importancia de modificar diversos factores que afectan directamente al desarrollo

profesional del ingeniero químico de la FES Zaragoza, tales como; distribución de cargas horarias, el cumplimiento y dominio total de los temarios, la carencia de temas y asignaturas indispensables para complementar el estudio en temas específicos de Ingeniería Química requeridos para la industria.

La metodología del cálculo estadístico desarrollada en el presente trabajo fue limitada a la carrera de Ingeniería Química, sin embargo cabe mencionar que este procedimiento puede ser aplicado en general a cualquier otra carrera o nivel educativo.

4.4 CONCLUSIONES PARTICULARES A FENÓMENOS DE TRANSPORTE

El temario de la asignatura Fenómenos de Transporte en su esencia está bien elaborado, los temas incluidos son los adecuados, el problema radica en el número de horas destinadas para su estudio, en temas que son necesarios y no están contemplados en el plan de estudios, en el área docente que imparte dicha materia e inclusive en el alumno que no mide la importancia que la asignatura tiene para su vida profesional.

Se concluyó con base al temario de Fenómenos de Transporte (anexo VI) que es necesaria e indispensable la incursión de la asignatura Física como fundamento en el análisis vectorial. Además de las horas destinadas para su estudio, estas no son las suficientes para abordarla correctamente ó es su defecto dar más importancia y dedicación a las primeras cuatro unidades que incluyen la Transferencia de Momentum, ya que la Transferencia de Calor y Masa se estudian en semestres posteriores como asignaturas independientes, caso que no ocurre con Momentum.

4.5 BIBLIOGRAFIA PARA LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO DE TESIS

Documento técnicas de estudio, departamento de pedagogía, ENEP, Iztacala, 1978 p.2.

Bird, R., Byron, W.E., Stewart, E.N., Lightfoot. Fenómenos de Transporte, un estudio sistemático de los fundamentos del transporte de materia, energía y cantidad de movimiento. Reverte, México, 1ª Edición, 1993.

Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, Consejo técnico, FES Zaragoza, 2012

ANEXOS

ANEXO I

PERFIL PROFESIONAL

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:

A) Manejo y control de plantas industriales de proceso

Consta de dos actividades básicas: operación y mantenimiento.

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, rendimientos y productividad de equilibrio 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.

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.

B) Desarrollo de proyectos para la industria de procesos químicos

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.
- 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.

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.

Cálculo de equipos

Auxiliado 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.

C) 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.

ANEXO II

PLAN DE ESTUDIOS DEL AÑO 2013

1º 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.
 - Número complejos, teoría de ecuaciones y elementos de 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 en disolución acuosa.
 - Estructura electrónica del átomo.

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

2º 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.

3º Semestre

- **Bioestadística**
 - Introducción.
 - Estadística descriptiva.
 - Probabilidad.
 - Poblaciones, muestra y distribuciones.
 - 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 alquillo 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.
 - Síntesis orgánica.

4º 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.
 - Transferencia de momentum.
 - Transferencia de energía.
 - Transferencia de masa.
 - Flujo turbulento.
- **Química Industrial**
 - Introducción.
 - Clasificación de la industria química.
 - Perfil por industrias.
 - 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.

5º 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.
- Cálculo 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.
- Transportadores de materiales.
- Montaje de quipo.
- 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.

6º Semestre

➤ **Ingeniería de Servicios.**

- Introducción.
- Tipos de procesos y ciclos 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.

7º Semestre

- **Termodinámica Química**
 - Cálculo de las propiedades termodinámicas de los sistemas gaseosos que no se comportan idealmente.
 - Cálculo 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.
 - Transferencias de masa con reacción química.
 - Transferencia simultánea de calor y masa.

➤ **Laboratorio y Taller de Proyectos**

- Prácticas de laboratorio.
- Revisión de reportes.

8º Semestre

➤ **Ingeniería de Reactores**

- Introducción a la cinética química.
- Introducción a la ingeniería de reactores.
- Reactores homogéneos isotérmicos.
- Reactores heterogéneos isotérmicos.
- Reactores heterogéneos isotérmicos.

➤ **Ingeniería de Procesos**

- Introducción.
- Simulación de procesos.
- Optimización de procesos.
- Síntesis de procesos.

➤ **Dinámica y Control de Procesos**

- Aspectos fundamentales del 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.

9º 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 proceso.
 - 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.

ANEXO III

OBJETIVOS DEL MÓDULO DE CICLO BÁSICO:

- Proporcionar a los alumnos una formación en metodología científica sólida, unificada y multidisciplinaria, capacitándolos para entender los procesos físicos, químicos y biológicos elementales.
- Proporcionar los antecedentes matemáticos, fisicoquímicos y químicos necesarios para el desarrollo de las funciones profesionales de la carrera.
- Capacitar a los alumnos en la resolución de problemas inter y multidisciplinarios relacionados con los procesos antes mencionados.
- Capacitar a los alumnos en la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos a situaciones experimentales.
- Desarrollar habilidades manuales en el laboratorio.
- Enterar al alumno en los problemas socioeconómicos del país directamente relacionados con las actividades profesionales de las carreras del área.

ANEXO IV

OBJETIVO DEL MÓDULO DE 4º SEMESTRE:

ANÁLISIS DE PROCESOS

Proporcionar una visión integral de los procesos industriales, desde un punto de vista macroscópico y económico, así como estudiar los fundamentos de los fenómenos de transferencia a nivel molecular.

ANEXO V

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Objetivo general:

Aplicar los conocimientos y habilidades necesarias de los mecanismos de masa, momentum y energía en elementos diferenciales de superficie y volumen en la solución de problemas macroscópicos concretos.

Generalmente las operaciones unitarias de transferencia de masa, momentum y energía se han estudiado en forma aislada y a partir de correlaciones empíricas con un punto de vista macroscópico. Es hasta los últimos años en los que se ha desarrollado el estudio de los fenómenos de transferencia desde un punto de vista microscópico, lo que permite unificar el análisis de las operaciones unitarias y desarrollar modelos más precisos para su diseño.

Objetivo específicos:

- Aplicar los conceptos, productos vectoriales, determinación de planos, tangente y normal, aplicar la derivación e integración vectorial, aplicar la transformación de coordenadas diversas, sistemas de coordenadas.
- Resolver problemas de transferencia de momentum por métodos diferenciales así como a través de una ecuación general de conservación, ecuación de continuidad y ecuación de movimiento en diferentes geometrías.
- Resolver problemas de transferencia de calor considerando diferentes fuentes de generación, a diferentes coordenadas, geometrías y determinar las características dominantes en la distribución de temperatura.
- Aplicar el concepto de difusión, así como utilizar las velocidades de difusión que permitan obtener el perfil de concentración así como las distribuciones de concentración para aplicar a un compuesto o a mezclas.

ANEXO VI

CONTENIDO TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA FENÓMENOS DE TRANSPORTE

Unidad I

Introducción.

- 1.1 Unidades y notaciones. Derivadas.
- 1.2 Análisis de ecuaciones. Soluciones de ecuaciones.

Unidad II

Análisis vectorial.

- 2.1 Magnitudes escalares, vectoriales y tensores.
- 2.2 Espacios vectoriales reales. Transformaciones lineales. Multiplicación, diferenciación (operadores diferenciales) e integración de vectores, Teorema de Gauss, Green y Stokes.
- 2.3 Transformación de coordenadas cartesianas, esféricas y cilíndricas.
- 2.4 Valores promedio de funciones.

Unidad III

Mecanismos de transporte molecular.

- 3.1 Hipótesis de continuo o transporte en un continuo.
- 3.2 Ecuación general de transporte.
- 3.3 Leyes de Newton, Fourier y Fick. Cálculo de coeficientes.

Unidad IV

Transferencia de momentum.

- 4.1 Ley de Newton.
- 4.2 Ecuación de continuidad.
- 4.3 Ecuación de transferencia de momentum. Conservación de momentum.
- 4.4 Ecuación de Navier-Stokes, de Euler, de Bernoulli, etc.
- 4.5 Condiciones iniciales y a la frontera.
- 4.6 Aplicaciones. Flujo a régimen permanente y no permanente. Geometrías simples.

Unidad V

Transferencia de energía.

- 5.1 Ley de Fourier.
- 5.2 Transferencia de energía en sólidos. Formas de transferir energía.
- 5.3 Ecuación de transferencia de energía.
- 5.4 Transferencia de energía en fluidos en movimiento.
- 5.5 Condiciones iniciales y a la frontera.
- 5.6 Aplicaciones. Transferencia de calor a régimen permanente y no permanente en sólidos y fluidos. Geometrías simples.

Unidad VI

Transferencia de Masa.

6.1 Ley de Fick.

6.2 Formas de expresar la composición de una fase.

6.3 Ecuación de transferencia de masa.

6.4 Condiciones iniciales y a la frontera.

6.5 Aplicaciones; transferencia a régimen permanente y no permanente, con reacción.

Unidad VII

Flujo turbulento.

7.1 Resultados experimentales. Fluctuaciones y valores promedio.

7.2 Ecuación de momentum.

7.3 Ecuación de energía.

7.4 Ecuación de transferencia de masa.

7.5 Analogías