

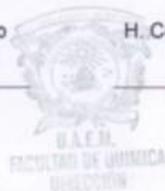
Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Química
Licenciatura en Ingeniería Química



Guía Pedagógica:
Ingeniería de Procesos

Elaboró: Dra. Sandra Luz Martínez Vargas Fecha: 27/Enero/2017
M. en C. J. Francisco Barrera Pichardo
Dr. Cesar Pérez Alonso

Fecha de aprobación: H. Consejo Académico 11 de julio 2017 H. Consejo de Gobierno 12 de julio 2017





Índice

	Pág.
I. Datos de identificación	3
II. Presentación de la guía pedagógica	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular	5
IV. Objetivos de la formación profesional	5
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	6
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización	7
VII. Acervo bibliográfico	16
VIII. Mapa curricular	17



II. Presentación de la guía pedagógica

Conforme lo indica el Artículo 87 del Reglamento de Estudios Profesionales, “la guía pedagógica es un documento que complementa al programa de estudios y que no tiene carácter normativo. Proporcionará recomendaciones para la conducción del proceso de enseñanza aprendizaje. Su carácter indicativo otorgará autonomía al personal académico para la selección y empleo de los métodos, estrategias y recursos educativos que considere más apropiados para el logro de los objetivos.

El diseño de esta guía pedagógica responde al Modelo Educativo de la Facultad de Química, en el sentido de ofrecer un modelo de enseñanza centrado en el aprendizaje y en el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que brinde a los estudiantes la posibilidad de desarrollar sus capacidades de participar en la solución de problemas de su ámbito profesional, que involucren el diseño de equipos de transferencia de calor.

La guía pedagógica de la UA de Ingeniería de Procesos será un referente para el personal académico que desempeña docencia, tutoría o asesoría académicas, o desarrolle materiales y medios para la enseñanza y el aprendizaje. En particular para el docente la guía será un instrumento que le oriente de forma sencilla en el desarrollo de sus actividades de enseñanza, así como de algunas estrategias didácticas que permitirán, que los estudiantes desarrollen las competencias propias de la UA.

El diseño de esta guía pedagógica responde al Modelo Educativo de la Facultad de Química, en el sentido de ofrecer un modelo de enseñanza centrado en el aprendizaje y en el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que brinde a los estudiantes la posibilidad de desarrollar sus capacidades de participar en la solución de problemas de su ámbito profesional, que involucren estadística inferencial o diseño de experimentos.

El enfoque y los principios pedagógicos que guían el proceso de enseñanza aprendizaje de esta UA, tienen como referente la corriente constructivista del aprendizaje y la enseñanza, según la cual el aprendizaje es un proceso constructivo interno que realiza la persona que aprende a partir de su actividad interna y externa y, por intermediación de un facilitador que propicia diversas situaciones de aprendizaje para facilitar la construcción de aprendizajes significativos contextualizando el conocimiento.

Por tanto, los métodos, estrategias y recursos de enseñanza—están enfocados a cumplir los siguientes principios: El uso de estrategias motivacionales para influir positivamente en la disposición de aprendizaje de los estudiantes; la activación de los conocimientos previos de los estudiantes a fin de vincular sus conocimientos de fenómenos de transporte, fisicoquímica, balances de materia y energía, entre otros, con lo nuevo que va a aprender; diseñar diversas situaciones y condiciones que posibiliten diferentes tipos de aprendizaje; proponer diversas actividades de aprendizaje que brinden al estudiante diferentes oportunidades de aprendizaje y representación del contenido. En el desarrollo de estas actividades



se resaltarán el trabajo colaborativo y con calidad, con una visión de sustentabilidad.

Los métodos de enseñanza, las estrategias de enseñanza-aprendizaje y los recursos que se señalan en este documento, así como los diferentes escenarios –salón de clase, sala TIC, biblioteca-, en conjunto contribuyen al logro de los objetivos de la UA de Ingeniería de Procesos. Los métodos de enseñanza propuestos contribuyen a la construcción de aprendizajes significativos y a la contextualización de los nuevos conocimientos, a través de diferentes métodos, medios y actividades -Método verbalístico, método analítico, método activo, técnica expositiva, entre otros-. En este proceso los estudiantes son sujetos operantes, donde la comunicación estudiante-docente es importante, así como la disposición al trabajo colaborativo.

III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

Núcleo de formación: Sustantivo

Área Curricular: Ingeniería Química

Carácter de la UA: Obligatoria

IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Formar profesionales en Ingeniería Química con el dominio en tópicos de la Ingeniería Química -físicoquímica, reacciones químicas e ingeniería de procesos-, principios de economía industrial y administración, e inglés; y el desarrollo de habilidades cognitivas (análisis, síntesis, pensamiento crítico, razonamiento matemático, creatividad), para que aplicando metodologías adecuadas, sean capaces de resolver problemas propios de la formación, así como de generar y/u optimizar procesos y proyectos químicos, extractivos y de manufactura, que conlleven a buscar el desarrollo sustentable de su entorno, con responsabilidad social, a través de:

- Intervenir profesionalmente en la administración de procesos y proyectos químicos, extractivos y de manufactura.
- Contribuir en la gestión y transferencia de tecnología de procesos físicoquímicos económicamente redituables.
- Contribuir al progreso científico y la investigación en el ámbito de la ingeniería química mediante la innovación y promoción de nuevas plataformas tecnológicas socialmente necesarias y redituables económicamente.



- Orientar en la eficiente articulación y uso de los recursos humanos, tecnológicos, materiales, energéticos y económicos de las plantas productivas.
- Participar en actividades de comercialización de productos, equipos y servicios relacionados con procesos y proyectos químicos, extractivos y de manufactura.

Objetivos del núcleo de formación:

Desarrollará en el alumno/a el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Contribuir en la formación de los profesionales de la Química a través de la aplicación responsable de conocimientos científicos y técnicos (como las matemáticas, la física, la química y otras ciencias) en la síntesis, diseño, desarrollo, implementación, operación, mantenimiento y optimización de todos aquellos procesos que generan cambios físicos, químicos o bioquímicos en materias primas, productos químicos o procesos industriales con la finalidad de obtener bienes y servicios más útiles, aprovechables o de mayor valor agregado para la solución de problemas en beneficio de la sociedad.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje

Formular modelos matemáticos a través de la aplicación de programación matemática, métodos irrestrictos y tecnología pinch, con el propósito de intervenir en la resolución de problemas básicos de optimización de procesos administrativos y productivos, optimización de redes de calor, en la administración óptima de recursos, entre otros; promoviendo el desarrollo de habilidades para el uso de TIC's y software, así como la calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social y con una visión de sustentabilidad.

VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

<p>Unidad 1. Programación Matemática</p> <p>Objetivo: Formular modelos matemáticos a través de la aplicación de programación matemática, con el propósito de intervenir en la resolución de problemas básicos de optimización de procesos administrativos y productivos; promoviendo el desarrollo de habilidades para el uso de TIC's y software, así como la calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social.</p> <p>Contenidos:</p> <p>1.1 Programación Lineal</p> <p>1.1.1 Definiciones: variables de decisión continuas, función objetivo, conjunto de restricciones, no negatividad, modelo matricial y modelo estándar</p> <p>1.1.2 Método gráfico</p> <p>1.1.3 Método Simplex: solución única, soluciones alternas, solución infactible</p> <p>1.1.4 Método de las dos fases: Método de las R's, método de las M's</p> <p>1.1.5 Análisis de Sensibilidad: cambio en las C's, cambio en las B's y cambios simultáneos</p>
--



1.2 Programación entera y binaria

- 1.2.1 Definiciones: variables de decisión enteras y binarias
- 1.2.2 Modelado de problemas

Métodos, estrategias y recursos educativos

Métodos de enseñanza:

- Método simbólico o verbalístico
- Método Analítico
- Método Activo
- Técnica expositiva
- Encuadre

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Preguntas dirigidas y preguntas intercaladas
- Resúmenes
- Solución de problemas

Recursos educativos:

- Diapositivas
- Proyector
- Video
- Modelos
- Sala TIC
- Bases de datos

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Encuadre Presentación del docente y del programa de la UA, acordar como se desarrollará el trabajo en el aula, cuáles serán los criterios de evaluación y acreditación del curso.</p> <p><u>Motivacional</u> <i>Crear ambiente de aprendizaje:</i> Se muestra un vídeo sobre la aplicación de tecnología pinch sensibilizar a los estudiantes sobre el impacto de la optimización de procesos hacerlos sustentables.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A1 Ejercicios de relajación</p>	<p><u>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</u> El docente entrega material visual con conceptos de Programación Matemática. Propone el enunciado de un problema de programación lineal y mediante lluvia de ideas se construye el modelo matemático; a partir de esta actividad expone los conceptos del material visual y los relaciona con conocimientos previos. Explica el método gráfico y explica el método Simplex. Plantea ejercicios y problemas tipo sobre los temas y dirigirá su solución colegiada y por ternas. Las actividades realizadas con hojas de cálculo se plantearán, entregarán y</p>	<p><u>Motivacional</u> Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas. <u>Proyecto:</u> Se entrega un artículo del ámbito de desempeño de los ingenieros químicos donde se aplique la programación matemática para el modelado y solución del problema, se solicita que analicen la definición de las variables de decisión, el modelo, la solución y conclusiones; el reporte de dicho análisis lo subirán a la plataforma Moodle para su evaluación.</p> <p><u>Sensibilizar</u> Tema 1.2</p>



<p><u>Evaluar: Diagnóstico</u> El docente aplica una evaluación diagnóstica (álgebra lineal, sistemas de desigualdades, 2ª ley de la termodinámica, conceptos de transferencia de calor). A partir del examen, inicia con un repaso sobre operaciones de matrices y sistemas de desigualdades.</p> <p><u>Recuperar la información:</u> A2 Resolver un examen de exploración.</p>	<p>evaluarán en la plataforma Moodle</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Temas 1.1.1, 1.1.2 A3 A partir de la actividad anterior, resuelven problemas gráficamente, numéricamente y con el apoyo de software especializado, de problemas que se modelan con programación lineal. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Tema 1.1.3 A4 A partir de la actividad anterior, se plantean modelos cuya solución no es única o no se tiene solución y a partir de esto se explican los diferentes casos y se resuelven problemas gráficamente, numéricamente y con software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Tema 1.1.4</p>	<p>A8 A partir de un artículo del ámbito de desempeño de los ingenieros químicos, donde se aplique la programación matemática para el modelado y solución del problema, se solicita a los estudiantes (integrados en equipos de 3), que analicen la definición de las variables de decisión, el modelo, la solución y conclusiones; deberán de entregar un reporte del análisis en base a preguntas específicas que dé el profesor. El resultado de este trabajo se evaluará en la plataforma Moodle.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes; y al azar se toma uno de los reportes para hacer una conclusión grupal sobre la aplicación del artículo.</p>
---	---	--



	<p>A5 A partir de la actividad anterior, se plantea un modelo sin una solución básica factible y a partir de este análisis se explican los métodos de las dos fases. Se resuelven problemas gráficamente, numéricamente y con software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Tema 1.1.5</p> <p>A6 A partir de la solución que se obtiene con software especializado, se propicia una reflexión sobre el análisis de sensibilidad. Se explican los diferentes casos y se resuelven ejercicios en forma analítica y con software especializado, en sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Tema 1.1.6</p>	
--	---	--



	<p>A7 A partir del tema anterior, se modela un problema cuyas variables son enteras, se resuelve con programación lineal y se hace una reflexión sobre la solución para dar pauta al planteamiento con variables enteras y binarias. Se resuelven ejercicios con software especializado, en sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes</p>	
(2 Hrs.)	(18 Hrs.)	(4 Hrs.)
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Salón, biblioteca, sala TIC		Bases de datos, computadora, software básico y de aplicación, libros de texto

Unidad 2. Métodos Irrestringidos
<p>Objetivo: Formular modelos matemáticos a través de la aplicación de métodos irrestringidos con el propósito de intervenir en la resolución de problemas básicos de optimización de procesos productivos; promoviendo el desarrollo de habilidades para el uso de TIC's y software, así como la calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social y con una visión de sustentabilidad.</p>
<p>Contenidos:</p> <p>2.1 Método de Newton</p> <p>2.1.1 Algoritmo del método: una y varias variables</p> <p>2.1.2 Modelado de problemas</p> <p>2.2 Método de Fibonacci</p> <p>2.2.1 Algoritmo del método: una y varias variables</p> <p>2.2.2 Modelado de problemas</p> <p>2.3 Método de Sección Dorada</p> <p>2.3.1 Algoritmo del método: una y varias variables</p> <p>2.3.2 Modelado de problemas</p>
Métodos, estrategias y recursos educativos
<p>Métodos de enseñanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Método simbólico o verbalístico • Método Analítico



- Método Activo
- Técnica expositiva
- Lluvia de ideas
- Encuadre

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Preguntas dirigidas y preguntas intercaladas
- Búsqueda de información
- Solución de problemas

Recursos educativos:

- Diapositivas
- Proyector
- Modelos
- Sala TIC
- Bases de datos

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Motivacional</u> <i>Crear ambiente de aprendizaje:</i> Entregar un artículo del ámbito de desempeño de los ingenieros químicos, donde se apliquen métodos numéricos para la optimización de equipos de proceso</p> <p><u>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</u> A partir del artículo (proporcionado por el docente), propiciar una reflexión para reconocer la importancia de los métodos numéricos para la optimización de equipos de proceso ¿Conocen el método numérico que se aplicó?, ¿Cuál es la función objetivo?, ¿Cómo se construyó?, ¿Existe un conjunto de restricciones?</p> <p>A9 A partir de las preguntas dirigidas y de la explicación</p>	<p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Relaciona los conceptos de métodos numéricos. A partir de conocimientos previos, se explica el algoritmo del método de Newton para funciones de una variable, plantea ejercicios; dirigirá su solución colegiada y por ternas.</p> <p>Tema 2.1.1 A10 Resolver problemas de funciones de una variable – en forma analítica y con hojas de cálculo-. Los resultados en las hojas de cálculo se subirán a la plataforma de Moodle.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes.</p> <p><u>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</u> A partir del algoritmo explicado para funciones de una variable, se explica el</p>	<p><u>Motivacional</u> Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas.</p> <p>El docente solicita la investigación y presentación del método de Sección Dorada.</p> <p><u>Seleccionar información</u> Tema 2.3.1 y 2.3.2 A13 Buscar, analizar, jerarquizar y organizar información para preparar el tema del método de Sección Dorada. Cada equipo presentará el tema y subirá la presentación a la plataforma Moodle.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros</p> <p>A partir del algoritmo presentado, plantea ejercicios y problemas de optimización de equipos de proceso; dirigirá su solución colegiada y por ternas.</p>



<p>del docente, el estudiante reconoce la importancia de los métodos numéricos en la optimización de equipos de proceso.</p>	<p>algoritmo del método de Newton para funciones de varias variables. Plantea ejercicios y problemas de optimización de equipos de proceso; dirigirá su solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> A partir del ejercicio anterior, el docente dirige la sesión para resolver problemas de optimización de equipos de proceso.</p> <p>Tema 2.1.2 A11 En forma grupal se resuelven problemas de optimización de equipos de proceso con el método de Newton, en sesiones de trabajo en clase y extraclase –en forma analítica y hojas de cálculo-</p> <p><u>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</u> A partir del algoritmo explicado del método de Newton, se explica el método de Fibonacci para funciones de una y varias variables. Plantea ejercicios y problemas de optimización de equipos de proceso; dirigirá su solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> A partir del ejercicio anterior, el docente dirige la sesión para resolver problemas de optimización de equipos de proceso.</p> <p>Tema 2.2.1 y 2.2.2 A12 En forma grupal se resuelven ejercicios y</p>	<p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> En forma grupal se resuelven problemas de optimización de equipos de proceso con el método de Sección Dorada, en sesiones de trabajo en clase y extraclase –en forma analítica y hojas de cálculo-</p>
--	---	--



	problemas de optimización de equipos de proceso con el método de Fibonacci, en sesiones de trabajo en clase y extraclase –en forma analítica y hojas de cálculo.	
(2 Hrs.)	(14 Hrs.)	(4 Hrs.)
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Salón, biblioteca, sala TIC		Bases de datos, computadora, software básico y de aplicación, libros de texto

Unidad 3. Tecnología Pinch

Objetivo: Formular modelos matemáticos a través de la aplicación de tecnología pinch, con el propósito de intervenir en la resolución de problemas básicos de optimización de redes de calor, en la administración óptima de recursos, entre otros; promoviendo el desarrollo de habilidades para el uso de TIC's y software, así como la calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social y con una visión de sustentabilidad.

Contenidos:

3.1. Definiciones

- 3.1.1 Definición de tecnología Pinch
- 3.1.2 Definición de punto pliegue
- 3.1.3 Diagrama de cascada

3.2 Definición de curva compuesta y de gran curva

- 3.2.1 Curvas compuestas
- 3.2.2 Gran curva

3.3. Construcción de redes de transferencia de calor

Métodos, estrategias y recursos educativos

Métodos de enseñanza:

- Método simbólico o verbalístico
- Método Analítico
- Método Activo
- Técnica expositiva
- Lluvia de ideas
- Encuadre

Estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Preguntas dirigidas y preguntas intercaladas
- Mapas conceptuales
- Resúmenes
- Búsqueda de información

Recursos educativos:

- Video
- Modelos
- Sala TIC



- Bases de datos

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Motivacional</u> <i>Crear ambiente de aprendizaje:</i> Mostrar un vídeo –en inglés- donde se explique el principio de optimización de los IC. Posterior a ello, se harán algunas preguntas sobre el tema que contestarán por equipo con el MIMIO VOTE, al final se reconocerá al equipo con más aciertos. Con esta actividad se propiciará una reflexión sobre la importancia de optimizar las redes de calor, para un menor consumo de fluidos de servicio: agua y vapor de agua; así como de los principios que se aplican en el diseño de redes de calor. Al concluir la actividad se lleva a cabo un foro de análisis y discusión sobre los principios que se aplican en el diseño de las redes de calor y el concepto de tecnología Pinch</p> <p>Tema 3.1.1 A14 En ternas de estudiantes contestan las preguntas sobre los principios que se aplican para el diseño de redes de calor y se establece el concepto de tecnología Pinch.</p>	<p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Relaciona los conceptos de balances de energía y 2ª ley de la Termodinámica, para el cálculo del diagrama de cascada y punto pliegue. El docente hace énfasis en que dichos conceptos son base para el cálculo del diagrama de cascada y punto pliegue; y explica el algoritmo de cálculo. Se calcula, en forma grupal, un diagrama de cascada y punto pliegue. Plantea problemas tipo sobre el cálculo de diagrama de cascada y punto pliegue; dirigire su solución colegiada y por ternas.</p> <p>Temas 3.1.3, 3.1.2 A15 Calcular diagrama de cascada y punto pliegue, en sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p>El docente propicia un foro de análisis para analizar el significado de la gráfica de Temperatura vs Entalpía. Solicita la búsqueda de la definición de curva compuesta y gran curva</p> <p><u>Seleccionar información</u> Temas 3.2.1 y 3.2.2 A16 Buscar, analizar, jerarquizar y organizar información sobre los conceptos de gran curva y curva compuesta. Cada equipo subirá la información a la plataforma Moodle.</p> <p><u>Motivacional</u></p>	<p><u>Motivacional</u> Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas.</p> <p>El docente solicita un artículo de optimización de redes de calor, cada equipo debe de entregar un reporte del artículo –con elementos establecidos previamente-. Este trabajo se subirá a la plataforma Moodle para su evaluación.</p> <p><u>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</u> A19 Por equipo, analizar la aplicación de tecnología Pinch en la optimización del proceso, identifica como se define el número mínimo de IC, condensadores y evaporadores, diseña la red de calor en base a los datos del artículo y compara su red con la del artículo. Esta información la deberán integrar en un reporte – criterios establecidos en la rúbrica- y subir a la plataforma Moodle para su evaluación.</p>



	<p>Reconocer logros</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u></p> <p>Relaciona los conceptos investigados con el análisis hecho con el docente de la gráfica T vs. H. El docente explica el algoritmo para graficar curvas compuestas y la gran curva de un sistema de calor.</p> <p>Se construye la gran curva y las curvas compuestas de un sistema de calor, en forma grupal. Plantea problemas tipo sobre el tema; dirigirá su solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Tema 3.2.1, 3.2.2</u></p> <p>A17 Grafica curvas compuestas y gran curva de sistemas de calor en sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u></p> <p>El docente propicia una reflexión sobre la importancia de diseñar procesos sustentables: optimizar el uso de fluidos de servicio (agua y vapor de agua). A partir de los temas anteriores, explica el diseño de una red de calor y se diseña una red en forma grupal. Plantea problemas tipo sobre el tema; dirigirá su solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Tema 3.3</u></p> <p>A18 Diseña redes de calor en sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p>	
(2 Hrs.)	(14 Hrs.)	(4 Hrs.)



Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)	
Escenarios	Recursos
Salón, biblioteca, sala TIC	Bases de datos, computadora, software básico y de aplicación, libros de texto

VII. Acervo bibliográfico

Básico

1. Himmelblau E. (2001) *Optimization of Chemical Processes*. 2a ed. John Wiley. New York.
2. Jiménez G. A. (2003) *Diseño de Procesos en Ingeniería Química*. 1a. ed. Ed. Reverté S.A.
3. Seader, Seider & Lewin. (2003) *Product & Process Design Principles: Synthesis, Analysis and Evaluation*. John Wiley. New York.

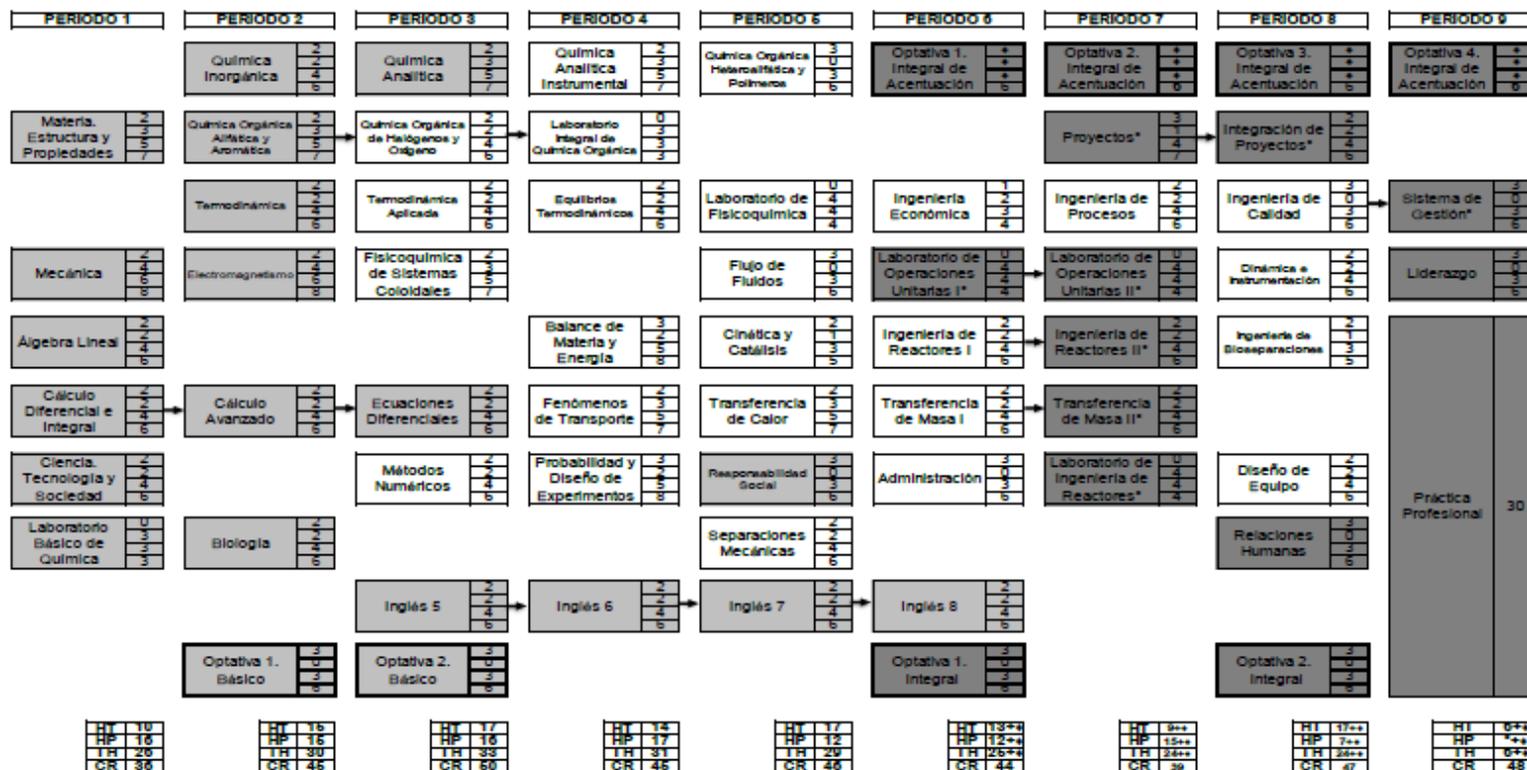
Complementario

1. Green, D. W. y R. H. Perry. (2007). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 8th Edition. McGraw-Hill Education.
2. Bases de datos



VIII. Mapa curricular

Mapa curricular de la Licenciatura en Ingeniería Química 2015



SIMBOLOGÍA

UH: Horas Teóricas
HP: Horas Prácticas
TR: Total de Horas
CR: Créditos

12 Líneas de seriación:

- Obligatorio Núcleo Básico
- Obligatorio Núcleo Sustantivo
- Obligatorio Núcleo Integral
- Optativo Núcleo Básico
- Optativo Núcleo Integral

PARAMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico cursar y acreditar 19 UA	UH: 29, HP: 36, TR: 65, CR: 116	Núcleo Básico acreditar 2 UA	UH: 6, HP: 6, TR: 12, CR: 12
Núcleo Sustantivo cursar y acreditar 25 UA	UH: 51, HP: 27, TR: 96, CR: 139	Núcleo Integral cursar y acreditar 2 UA	UH: 6, HP: 6, TR: 12, CR: 12
Núcleo Integral cursar y acreditar 10 UA + 1 Práctica	UH: 16, HP: 19, TR: 37, CR: 55	Núcleo Integral acreditar 2 UA	UH: 6, HP: 6, TR: 12, CR: 12
		Núcleo Integral acreditar 1 UA de acentuación	UH: 2, HP: 2, TR: 4, CR: 4

Totales de créditos:

- Total del Núcleo Básico 21 UA para cubrir 130 créditos
- Total del Núcleo Sustantivo 25 UA para cubrir 149 créditos
- Total del Núcleo Integral 16 UA + 1 Práctica Profesional para cubrir 121 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

UA Obligatorias	51 UA + 1 Actividad Académica
UA Optativas	8
UA a Acreditar	61 UA + 1 Actividad Académica
Créditos	400

* Unidades de Aprendizaje Integrativas Profesionales
+ Carga horaria de UA Optativa del Núcleo Integral de Acentuación



	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
		Comunicación Eficaz 3 0 3 6	Desarrollo Humano 3 0 3 6			Desarrollo de Negocios 3 0 3 6		Finanzas 3 0 3 6	
		Comunicación Virtual 3 0 3 6	Mundo contemporáneo 3 0 3 6			Desarrollo de Productos 3 0 3 6		Optimización de procesos 3 0 3 6	
			Vida Cultural 3 0 3 6			Diseño Asistido por Computadora 3 0 3 6		Procesos de Separación 3 0 3 6	
						Electroquímica 3 0 3 6		Procesos Sustentables 3 0 3 6	
						Producción 2 0 4 6	Economía Industrial 3 0 3 6	Mercadotecnia 3 0 3 6	Desarrollo organizacional 3 0 3 6
						Materiales Poliméricos y Compuestos 2 0 4 6	Propiedades de los Metales y Corrosión 3 0 3 6	Innovación y Entorno de Negocios 3 0 3 6	Microeconomía 3 0 3 6
								Resistencia de Materiales 3 0 3 6	Procesos de Manufactura y Materiales 3 0 3 6
								Temas selectos de ciencia y Tecnología de Materiales 3 0 3 6	Tendencias emergentes e innovación en el Desarrollo de Materiales 3 0 3 6
								Fuentes de Energía Renovable 3 0 3 6	Procesos de Tratamientos Ambientales 2 0 2 4 6
								Temas selectos de Procesos Ambientalmente Amigables 3 0 3 6	Tendencias emergentes e innovación en Procesos Ambientales 3 0 3 6
						Matemáticas Avanzadas 3 0 3 6	Investigación de Operaciones 3 0 3 6	Administración de Operaciones 3 0 3 6	Simulación de Procesos 2 0 2 4 6
								Temas Selectos de Procesos 3 0 3 6	Tendencias emergentes e innovación de Procesos Fisicoquímicos 3 0 3 6
						Bioquímica 2 0 4 6	Microbiología 3 0 3 6	Ingeniería de Bioreactores 3 0 3 6	Ingeniería de Bioprocesos 3 0 3 6
								Temas Selectos de Bioprocesos 3 0 3 6	Tendencias emergentes e innovación en biotecnología o bioprocesos 3 0 3 6

Economía Administrativa

Tecnología de Materiales

Tecnología Ambiental

Procesos

Bioprocesos

Nota: La representación de las UA optativas por orden alfabético en el presente mapa es sólo eso una representación, sin embargo su oferta dependerá de la planeación académica y de la elección del alumno.