

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



Guía pedagógica:
Ecuaciones Diferenciales

Elaboró: Sandra Luz Martínez Vargas 20/01/2016
José Francisco Barrera Pichardo Fecha:
M. en A. María Esther Aurora Contreras Lara
Vega

Fecha de
aprobación H. Consejo académico
25 de agosto de 2016

H. Consejo de Gobierno
26 de agosto de 2016



U. A. E. M.
FACULTAD DE QUÍMICA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA



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	4
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	28
VIII. Mapa curricular	29



I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte

Licenciatura

Unidad de aprendizaje Clave

Carga académica

Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica

Seriación

UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de Unidad de Aprendizaje

Curso Curso taller

Seminario Taller

Laboratorio Práctica profesional

Otro tipo (especificar)

Modalidad educativa

Escolarizada. Sistema rígido No escolarizada. Sistema virtual

Escolarizada. Sistema flexible No escolarizada. Sistema a distancia

No escolarizada. Sistema abierto Mixta (especificar)

Formación común

Química 2015

Formación equivalente

Unidad de Aprendizaje



II. Presentación de la guía pedagógica

Conforme lo indica el **Artículo 87 del** Reglamento de Estudios Profesionales vigente, la guía pedagógica es un documento que complementa al programa de estudios y 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.

Con base en la modalidad educativa en que se ofrezca cada plan y/o programa de estudios, las unidades de aprendizaje contarán con una guía pedagógica institucional que será aprobada previamente a su empleo.

La guía pedagógica de la UA de Ecuaciones Diferenciales 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 enfoque y los principios pedagógicos que guían el desarrollo del programa educativo de la UA de Ecuaciones Diferenciales, corresponden a la corriente constructivista del aprendizaje y la enseñanza, según la cual el aprendizaje es un proceso constructivo interno que realiza el estudiante a partir de su actividad interna y externa y, por intermediación del profesor –facilitador-, que propicia diversas situaciones de aprendizaje para facilitar la construcción de aprendizajes significativos y contextualizar el conocimiento. Algunos de los principios más importantes que configuran el aprendizaje son: Autoestima, Complejidad, Comunicación estudiante-maestro, Desplazamiento asociativo y Disposición. Por tanto, los métodos, estrategias y recursos de enseñanza – aprendizaje está enfocada 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 lo que ya sabe 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.

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

Núcleo de formación	Básico
Área Curricular	Físico Matemáticas
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 Básico

Promover en el alumno/a el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.

Objetivos del área curricular o disciplinaria de Físico Matemáticas:

Proporcionar conocimientos básicos de Matemáticas y Física para la comprensión y solución de modelos de las ciencias de alimentos, biológicas, farmacéuticas, ingenieriles y químicas, a través de aportar una herramienta para la solución de problemas (heurística) y un lenguaje que le permita al alumno comunicar



adecuadamente ideas y conceptos propios de su formación profesional, incidiendo en el desarrollo de habilidades que favorezcan el pensamiento lógico deductivo, crítico, el autoaprendizaje, el manejo de instrumentos, material de laboratorio y software especializado.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje

Deducir modelos matemáticos a través de la solución de ecuaciones diferenciales de primer orden y de orden superior y sistemas de ecuaciones; con el propósito de describir fenómenos de las áreas de ciencias, económico administrativas, entre otros; promoviendo el desarrollo de habilidades para el uso de TIC y software, así como la calidad en el trabajo y actuando con responsabilidad social.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización

Unidad 1. Ecuaciones diferenciales de primer orden

Objetivo: Resolver modelos matemáticos con ecuaciones diferenciales de primer orden –en forma analítica y utilizar TIC y software especializado-, que le permitan plantear, analizar y solucionar problemas matemáticos, para el entendimiento posterior de modelos de fenómenos de transporte, operaciones unitarias, ingeniería de la reacciones y economía, entro otros; valorando el trabajo en equipo, calidad en el trabajo en el desarrollo de proyectos y en la solución de problemas

Contenidos:

- 1.1 Conceptos básicos de ecuaciones diferenciales
 - 1.1.1. Definición de ecuación diferencial
 - 1.1.2 Clasificación de ecuaciones diferenciales
 - 1.1.3 Interpretación de la solución de una ecuación diferencial
- 1.2 Métodos de solución de ecuaciones diferenciales de primer orden
 - 1.2.1 Método de variables separables
 - 1.2.2 Métodos de sustitución
 - 1.2.3 Método de ecuaciones exactas
- 1.3 Método de solución para ecuaciones lineales y no lineales
- 1.4 Modelado y solución de fenómenos con ecuaciones diferenciales de primer orden
- 1.5 Uso de software especializado –wxMaxima, SWP, otros- para resolver ecuaciones diferenciales de primer orden y representación de su solución.

Métodos, estrategias y recursos educativos

Los métodos, estrategias y recursos educativos utilizados para la construcción del proceso de enseñanza aprendizaje de esta unidad se especifican y describen en la secuencia didáctica



SECUENCIA DIDÁCTICA

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> Reflexión sobre cuáles son los fenómenos fisicoquímicos, que los estudiantes conocen y que pueden ser modelados a partir de ecuaciones diferenciales.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A1 Ejercicios de relajación</p> <p><u>Evaluar: Diagnóstico</u> El docente aplica una evaluación diagnóstica (métodos de integración). A partir del examen, realiza un repaso sobre los métodos de integración, donde la mayoría de los estudiantes tengan deficiencias.</p>	<p><u>Sensibilizar</u> A4 El alumno se integra en equipos de trabajo; en conjunto reflexiona sobre la importancia del tema.</p> <p><u>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</u> El docente solicita de un resumen o mapa conceptual, a partir de palabras clave (definición de ecuación diferencial, clasificación y solución).</p> <p><u>Seleccionar información</u> A5 Para la integración del resumen o mapa conceptual: busca, analiza, jerarquiza y organiza conceptos sobre la definición de ecuaciones diferenciales su clasificación y la interpretación de su solución.</p> <p>El docente expone los conceptos integrados en el resumen e inicia un foro de discusión sobre la estructura de una ecuación diferencial y su representación gráfica y pregunta en cuales de sus libros de texto aparecen ecuaciones diferenciales.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u></p>	<p><u>Motivacional</u> Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas. Presentación de PowerPoint, a nivel de conocimiento presentar una cinética de reacción y su relación con el diseño de un reactor, apoyo con imágenes de reactores. Se presentan ecuaciones diferenciales de termodinámica para gases y su relación con el diseño de turbinas con apoyo de imágenes de turbinas, entre otros ejemplos. El docente resalta aspectos medioambientales y de responsabilidad social en el diseño de estos equipos.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A14 Los estudiantes se integran en equipos de trabajo y reflexionan sobre la relación entre su quehacer profesional y aspectos sustentables.</p> <p><u>Recuperación</u> A partir de preguntas dirigidas se plantearan problemas que se</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Recuperar la información:</u> A2 El estudiante resuelve un examen de exploración.</p> <p><u>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</u> A partir de un ejemplo de ecuación diferencial cuyo método de solución es el de variables separables y de la gráfica de la solución, analizar la relación entre las ecuaciones diferenciales, las derivadas y las integrales; ¿qué es una ecuación diferencial?, ¿Cómo se puede definir una ecuación diferencial?, ¿Cómo se resuelve una ecuación diferencial?, ¿Cuál es la solución de una ecuación diferencial y como se presenta? El docente hace énfasis en que los estudiantes han resuelto ecuaciones diferenciales en otros cursos.</p> <p>A3 A partir de las preguntas dirigidas y de la explicación del docente, el estudiante relaciona los conocimientos previos con el concepto de ecuación diferencial</p>	<p>A6 A partir de la exposición del docente y de la selección de información, el estudiante relaciona entre conceptos previos con los nuevos.</p> <p>El docente dirige una actividad en equipos de trabajo, para la clasificación de ecuaciones diferenciales y la comprobación de la solución.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconoce logros alcanzados por los estudiantes.</p> <p>A7 Clasifica ecuaciones diferenciales y comprueba la solución de ecuaciones diferenciales; mediante la utilización de software especializado graficaran familia de curvas: solución de una ecuación diferencial. En trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional. Integración grupal:</u> Actividad para focalizar la atención. El docente retoma uno de los ejemplos de la actividad de encuadre y explica que se está trabajando con el método de variables separables para resolver una ecuación diferencial de primer orden. Esta reflexión se hace a partir de preguntas dirigidas y con afirmaciones positivas.</p>	<p>resuelven por medio de ecuaciones diferenciales de primer orden; posterior a esto se realizará trabajo en equipo, mediante el cual, los estudiantes resolverán problemas: ejercicios semanales y trabajo en clase, y utilizando software especializado.</p> <p><u>Recuperar información</u> A15 El estudiante: Analiza, jerarquiza y organiza información sobre diferentes fenómenos que pueden ser modelados por ecuaciones diferenciales de primer orden; plantea el modelo y se resuelve analíticamente y con software especializado, trabajo en ternas.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros</p> <p><u>Observar, analizar, ordenar, representar, interpretar y evaluar:</u> A partir de información de la actividad motivacional se da el objetivo del desarrollo de proyectos y problemas. Actividad desarrollada en dos semanas,</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p><u>Sensibilizar</u> A8 Los estudiantes se integran en equipos de trabajo. Comparan la información de su resumen o mapa conceptual sobre el método de variables separables.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos. A9 A partir de la actividad anterior, resuelven problemas analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</u> El docente solicita que los estudiantes integren un resumen o mapa conceptual del método de variables separables. Plantea ejercicios tipo sobre los temas y dirigir solución colegiada y por ternas. El docente solicita de un resumen o mapa conceptual de los métodos de solución que involucran sustituciones: ecuaciones homogéneas y sustituciones particulares, ecuaciones exactas; para identificar: ¿Cuál es la estructura de una ecuación diferencial que se resuelve por medio de una sustitución?, ¿Cuáles son las sustituciones que se pueden proponer?, ¿Cuáles son las características de las ecuaciones que me permitirán decidir</p>	<p>evaluación de cada etapa y retroalimentación. A partir de los resultados se lleva a cabo un foro de análisis y discusión, cada equipo presenta resultados de sus proyectos y problemas.</p> <p><u>Personaliza y transfiere el conocimiento:</u> A16 Proyecto: Cada equipo investigará la ecuación diferencial para determinar la velocidad de descarga de tanques. En el laboratorio de Ingeniería Química cada equipo dimensionará el equipo de descarga de tanques e inferirá el perfil de descarga para tres diferentes diámetros de tubería de descarga, estos perfiles se entregaran al profesor antes de realizar la práctica de descarga. Cada equipo medirá el volumen y el tiempo de descarga con los tres diferentes diámetros; con los datos experimentales deben de resolver la ecuación y graficar el perfil de descarga para cada diámetro, deben de</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p>sobre que sustitución es la correcta?, ¿Siempre se forma una ecuación que se puede resolver por variables separables al aplicar una sustitución?</p> <p><u>Seleccionar información</u> A10 El estudiante: Busca, analiza, jerarquiza y organiza conceptos sobre métodos de solución que involucran sustituciones: ecuaciones homogéneas y sustituciones particulares, ecuaciones exactas.</p> <p>Posterior a la entrega del resumen, el docente expone los conceptos integrados en el resumen e inicia un foro de discusión sobre la relación entre los métodos de solución solicitados Plantea ejercicios y problemas tipo sobre los temas y dirigiré su solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos. A11 A partir de la actividad anterior, resuelve ejercicios y problemas analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u></p>	<p>contrastar con su supuesto y justificar su respuesta. A17 Problema: calentar 500 ml de agua a temperatura de ebullición (registrar la temperatura), verter 250 ml en un vaso térmico y el resto en un vaso de pp. Registrar la temperatura de ambos vasos cada minuto por un lapso de 10 min. Graficar temperatura vs tiempo de ambos vasos y obtener el modelo para cada caso. Graficar el modelo obtenido, comparar y analizar los perfiles de temperatura de cada vaso. Cada equipo deberá presentar los resultados de su proyecto y/o problema.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros.</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p>Reconocer logros.</p> <p><u>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</u> El docente solicita de un resumen o gráfico de recuperación de los métodos de solución para ecuaciones lineales, de Bernoulli, Ricatti y Clairit; para identificar: ¿Cuál es la estructura de una ecuación diferencial lineal?, ¿Cuál es la estructura de una ecuación diferencial de Bernoulli?, ¿Cuál es la estructura de una ecuación diferencial de Ricatti?, ¿Cuál es la estructura de una ecuación diferencial de Clairit?, ¿Cuáles son los pasos que se deben de realizar para resolver estas ecuaciones?</p> <p><u>Seleccionar información</u> A12 El estudiante: Busca, analiza, jerarquiza y organiza información sobre los métodos de solución para ecuaciones lineales, de Bernoulli, Ricatti y Clairit.</p> <p>Posterior a la entrega del resumen, el docente expone los conceptos integrados en el resumen e inicia un foro de discusión sobre la relación entre los métodos de solución solicitados</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos.</p>	



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p>A13 A partir de la actividad anterior, resuelve ejercicios y problemas analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p>	
3 Hrs.	10 Hrs.	5 Hrs.
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Aula Laboratorio de Ingeniería Química		Pizarrón Programa de la unidad de aprendizaje



Unidad 2. Ecuaciones diferenciales de orden superior

Objetivo: Determinar modelos matemáticos con ecuaciones diferenciales de orden superior –en forma analítica y utilizar TIC y software especializado-, que le permitan plantear, analizar y solucionar problemas matemáticos, para el entendimiento posterior de modelos de fenómenos de transporte, operaciones unitarias e ingeniería de la reacciones, entre otros; valorando el trabajo en equipo, calidad en el trabajo en el desarrollo de proyectos y en la solución de problemas.

Contenidos:

- 2.1 Métodos de solución de ecuaciones diferenciales homogéneas
- 2.2 Métodos de solución de ecuaciones diferenciales no homogéneas
 - 2.2.1 Operador Anulador
 - 2.2.2 Superposición
 - 2.2.3 Variación de parámetros
- 2.3 Ecuación de Cauchy-Euler.
- 2.4 Modelado y solución de fenómenos con ecuaciones diferenciales de orden superior
- 2.5 Uso de software especializado –wxMaxima, SWP, otros- para resolver ecuaciones diferenciales de orden superior y representación de su solución.

Métodos, estrategias y recursos educativos

Los métodos, estrategias y recursos educativos utilizados para la construcción del proceso de enseñanza aprendizaje de esta unidad se especifican y describen en la secuencia didáctica

SECUENCIA DIDÁCTICA
Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><i>Motivacional</i> <i>Integración grupal:</i></p>	<p><u><i>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</i></u> El docente solicita de un resumen o mapa conceptual de los métodos de solución de ecuaciones diferenciales no homogéneas</p>	<p><i>Motivacional</i> <i>Integración grupal:</i></p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>Actividad para que se genere un ambiente de aprendizaje, ejercicios de relajación.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A18 Ejercicios de relajación.</p> <p><i>Crear ambiente de aprendizaje:</i> El docente plantea una ecuación algebraica de segundo grado con la variable “m”; y a partir de sus raíces establece las soluciones de la ecuación diferencial y muestra que son solución de una ecuación diferencial de segundo orden. Se termina la estrategia haciendo énfasis en que los estudiantes conocen los métodos de solución de ecuaciones diferenciales de orden superior: factorización, división sintética y fórmula general.</p> <p><u>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</u> <i>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</i></p> <p>A partir de la actividad anterior el docente plantea tres ecuaciones diferenciales de orden superior, establece las ecuaciones auxiliares y solicita a los estudiantes que obtengan sus raíces. A partir de las soluciones el docente explica los</p>	<p>de orden superior (operador anulador, superposición, variación de parámetros); para identificar: ¿Cuál es la estructura de una ecuación diferencial no homogénea de orden superior?, ¿Cuáles son los métodos de solución para las ecuaciones diferenciales no homogéneas de orden superior?, ¿Existen relaciones entre los diferentes métodos de solución?, ¿Cuáles son los principales pasos de los algoritmos de solución?, ¿Cualquier ecuación diferencial de orden superior puede resolverse por cualquiera de los tres métodos?, ¿Qué relación existe entre los métodos de solución?, entre otras.</p> <p><u>Seleccionar información</u> A21 El estudiante: Busca, analiza, jerarquiza y organiza información sobre los métodos de solución de ecuaciones diferenciales de orden superior: Operador anulador, Superposición, Variación de parámetros.</p> <p>Posterior a la entrega del resumen, el docente expone los métodos de solución.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> A22 Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos, en caso de ser necesario mejora su mapa conceptual en base a lo mostrado por el docente.</p>	<p>Actividad para que se genere un ambiente de aprendizaje, ejercicios de relajación.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A27 Ejercicios de relajación</p> <p><i>Crear ambiente de aprendizaje.</i> El docente muestra un video de un sistema de masa resorte, explica que éste fenómeno puede ser modelado con ecuaciones diferenciales de orden superior.</p> <p><u>Exposición</u> A partir de la actividad anterior, el docente expone diferentes fenómenos, relacionados con la ingeniería química y que pueden ser modelados con ecuaciones diferenciales de orden superior; posterior a esto se realizará trabajo en equipo, mediante el cual, los estudiantes resolverán problemas: ejercicios semanales y trabajo en clase, y utilizando software especializado.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos.</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>tres casos que se pueden presentar.</p> <p><u>Recuperar la información:</u> Repaso complejo por asociación de conocimientos previos con nuevas aplicaciones: A19 El estudiante: Analiza, relaciona, jerarquiza y organiza conceptos sobre solución de ecuaciones algebraicas y su relación con la solución de ecuaciones diferenciales de orden superior. Integra un resumen sobre el método de solución de ecuaciones diferenciales homogéneas de orden superior.</p> <p>El docente plantea ejercicios tipo sobre el tema y dirige su solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> A20 A partir de la actividad anterior, resuelve problemas analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p>	<p><u>Motivacional.</u> Organiza a los estudiantes en ternas o parejas. Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas. Plantea ejercicios tipo sobre los temas y dirige solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Integración de la información</u> A23 A partir de la actividad anterior, resuelve problemas analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p>Reconocer logros.</p> <p><u>Motivacional</u> <u>Integración grupal:</u> Actividad para que se genere un ambiente de aprendizaje, ejercicios de relajación. <u>Crear ambiente de aprendizaje:</u> El docente plantea varias ecuaciones de Cauchy-Euler y su respectiva solución y propicia una lluvia de ideas con preguntas dirigidas: ¿Cuáles son las características comunes con las ecuaciones diferenciales de orden superior?, ¿Cuáles son las diferencias que observan?, ¿Se tiene alguna relación entre el orden de la diferencial y el término algebraico, en cada término?, ¿Cuál sería la estructura de una ecuación de Cauchy-Euler?, ¿Cuál es la relación entre las soluciones de</p>	<p>A28 A partir de la exposición del docente y de una serie de problemas proporcionados por éste, los alumnos en ternas resuelven problemas cuyo modelo es una ecuación diferencial de orden superior, analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros</p> <p><u>Motivacional</u> Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas Presentación de PowerPoint: Mostrar el modelo matemático que involucre ecuaciones diferenciales, de un artículo de algún tema relacionado con la ingeniería química. El docente resalta aspectos medioambientales, de responsabilidad social y el avance del tema en cuestión.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A29 Los estudiantes se integran en equipos de trabajo y reflexionan sobre lo que pueden desarrollar, a partir de lo mostrado en la presentación.</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p>estas ecuaciones y las soluciones de ecuaciones homogéneas?, entre otras.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A24 Los estudiantes analizan las ecuaciones mostradas y contestan las preguntas del docente.</p> <p><u>Integrar información</u> A25 El estudiante integra su resumen del método de solución para la ecuación de Cauchy-Euler.</p> <p><u>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</u> <i>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</i></p> <p>A partir de la actividad anterior el docente integra la definición de la ecuación de Cauchy-Euler. Relaciona los conceptos del tema anterior y las respuestas de la lluvia de ideas para presentar el método de solución de variación de parámetros. Posterior a esto se realizará trabajo individual y en equipo, mediante el cual los estudiantes resolverán ecuaciones diferenciales en modalidades como: trabajo en clase y extraclase, de forma analítica y utilizando software especializado.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> A26 Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos.</p>	<p><u>Buscar, analizar, representar, interpretar y evaluar</u> El docente organiza a los estudiantes por ternas y les solicita que busquen un artículo científico en inglés, de su ámbito profesional, que en su modelo matemático estén presentes ecuaciones diferenciales. Solicita un reporte sobre el análisis de las secciones de metodología, de resultados y conclusiones; así como un comentario sobre la sección de introducción. Utilizando software especializado solicita que resuelvan algunas de las ecuaciones diferenciales que se presentan en el modelo.</p> <p><u>Personalizar y transferencia</u> A30 Reporte: En ternas los estudiantes buscan y analizan un artículo científico en inglés de un tema relacionado con la ingeniería química; deben de analizar las secciones de metodología, de resultados y conclusiones y emitir un comentario sobre la sección de introducción. Además, de resolver algunas de las ecuaciones diferenciales de la sección metodológica del artículo.</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p>A partir de la actividad anterior, resuelve ecuaciones de Cauchy-Euler, analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros.</p>	<p>A31 Cada equipo presenta el tema de estudio del artículo, las ecuaciones diferenciales y su solución, así como un comentario sobre la actividad.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros.</p> <p><u>Evaluación</u> Aplicar 1er. Examen parcial, hasta el tema de Solución de ecuaciones no homogéneas hasta por superposición.</p> <p>A32 Presentar el primer examen parcial.</p>
3 Hrs.	10 Hrs.	5 Hrs.
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Aula		Pizarrón



Unidad 3. Soluciones no integrativas de ecuaciones diferenciales

Objetivo: Determinar modelos matemáticos con ecuaciones diferenciales de primer orden y superior –en forma no integrativa, numérica y utilizar TIC y software especializado-, que le permitan plantear, analizar y solucionar problemas matemáticos, para el entendimiento posterior de modelos de fenómenos de transporte, dinámica y control de procesos e ingeniería de la reacciones; valorando el trabajo en equipo, calidad en el trabajo en el desarrollo de proyectos y en la solución de problemas.

Contenidos:

- 3.1 Conceptos básicos de series
 - 3.1.1 Definición de serie
 - 3.1.2 Definición de puntos ordinarios y singulares
 - 3.1.3 Operaciones con series

- 3.2 Métodos de solución de ecuaciones diferencias por series de potencia
 - 3.2.1 En puntos ordinarios
 - 3.2.2 En puntos singulares.

- 3.3 Transformada de Laplace
 - 3.3.1 Definición de la Transformada de Laplace
 - 3.3.2 Axiomas y teoremas de la Transformada de Laplace
 - 3.3.3 Transformada inversa de Laplace
 - 3.3.4 Solución de ecuaciones diferenciales

- 3.4 Modelado y solución de fenómenos con ecuaciones diferenciales de primer orden y orden superior

- 3.5 Uso de software especializado –wxMaxima, SWP, otros- para resolver ecuaciones diferenciales por series de potencia y transformada de Laplace



Métodos, estrategias y recursos educativos

Los métodos, estrategias y recursos educativos utilizados para la construcción del proceso de enseñanza aprendizaje de esta unidad se especifican y describen en la secuencia didáctica

SECUENCIA DIDÁCTICA

Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Motivacional</u> <i>Integración grupal:</i> Actividad para que se genere un ambiente de aprendizaje, ejercicios de relajación.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A33 Ejercicios de relajación</p> <p><u>Proceso de análisis:</u> <i>Conocimientos previos.</i> El docente a partir de un ejemplo de ecuación diferencial homogénea de orden uno, de su solución y de la representación en series de la función exponencial, explicar por qué es posible resolver ecuaciones diferenciales por medio de series. Dirige el trabajo para que el alumno compruebe que la solución por series satisface la ecuación diferencial, con ello explica las principales operaciones con series.</p>	<p><u>Sensibilizar</u> A35 Se integra en equipos de trabajo y se llevan a cabo ejercicios de relajación.</p> <p><u>Integración</u> A partir de preguntas dirigidas se identificará la diferencia entre un punto ordinario y un punto singular, así como la clasificación de estos últimos, con ello se establece el método de solución para ecuaciones diferenciales homogéneas por medio de series, sobre un punto ordinario: ¿qué tipo de ecuaciones diferenciales se pueden resolver por series?, ¿Cuál es el radio de convergencia?, ¿Cómo se resuelve una ecuación diferencial por medio de series?, ¿Cómo se simplifica el resultado?</p> <p><u>Integra información</u> A36 El alumno: Analiza e integra información a partir de las respuestas del grupo; integra un resumen o mapa conceptual de punto ordinario, punto singular y el método de solución.</p>	<p><u>Motivacional</u> Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas Presentación de PowerPoint: A nivel de conocimiento, el docente muestra ecuaciones empleadas en los ciclos de control de variables críticas, en equipos de proceso. Resalta aspectos medioambientales y de responsabilidad social en el uso de estos equipos.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A42 Los estudiantes se integran en equipos de trabajo y reflexionan sobre lo que pueden desarrollar, a partir de lo mostrado en la presentación.</p> <p><u>Observar, analizar, ordenar, representar, interpretar y evaluar.</u> A partir de información de la actividad motivacional se da el objetivo del desarrollo de un</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento:</u> A34 Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos. A partir de la reflexión en clase, en forma colegiada definen que es una serie y establecen cuáles son las ecuaciones diferenciales que se pueden resolver por series y sus principales operaciones. Cada estudiante integra un resumen de lo anterior.</p>	<p>Plantea ejercicios tipo sobre el tema y dirige su solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> A37 Resuelve ecuaciones diferenciales por series sobre un punto ordinario y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros</p> <p><u>Buscar, analizar, ordenar, representar, interpretar y evaluar.</u> Solicita un resumen o mapa conceptual sobre la solución de ecuaciones diferenciales por series sobre un punto singular regular. Se lleva a cabo un foro de análisis y discusión, sobre la forma en que debe ser resuelta una ecuación diferencial empleando series si dicha ecuación está centrada sobre un punto singular regular: ¿Cuál es la estructura de una ecuación diferencial que se resuelve por medio del método de Frobenius?, ¿Cuáles son los casos que se pueden presentar?, ¿Cómo se simplifica la solución?, ¿Qué sucede si no se identifican las soluciones al sustituir las raíces de la ecuación indicial?</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u></p>	<p>proyecto. Actividad desarrollada en dos semanas, evaluación de cada etapa y retroalimentación. A partir de los resultados se lleva a cabo un foro de análisis y discusión, cada equipo presenta resultados de sus proyectos y problemas.</p> <p><u>Personalizar y transferencia</u> A43 Proyecto: A partir de datos experimentales de prácticas del laboratorio de Dinámica y Control de Procesos –descarga de tanques, operación de válvulas, movimiento unidireccional, entre otros-, obtener el modelo matemático y la ecuación de transferencia del sistema de control. Cada equipo debe presentar los resultados de su proyecto.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros.</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p>A38 A partir de la información del resumen o mapa conceptual y el análisis a dicha información, el alumno resuelve ecuaciones diferenciales por series sobre un punto singular regular y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros.</p> <p><u>Sensibilizar</u> Ejercicios de relajación</p> <p><u>Motivacional. Integración grupal:</u> Organiza a los estudiantes en ternas o parejas. Actividad para focalizar la atención. Presenta un video sobre fenómenos que pueden ser modelados mediante la Transformada de Laplace, propicia una reflexión sobre el tema.</p> <p><u>Sensibilizar</u> Ejercicios de relajación</p> <p>A39 Los estudiantes reflexionan sobre las aplicaciones de la Transformada de Laplace.</p> <p><u>Observar, analizar, ordenar y clasificar información</u></p>	



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p>Solicita un resumen o mapa conceptual sobre el concepto de transformadas y sus teoremas y transformaciones integrales. Expone los conceptos integrados en el resumen e inicia un foro de discusión sobre un tipo especial de transformación integral llamada transformada de Laplace.</p> <p><u>Integrar información</u></p> <p>A40 El estudiante integra su del concepto de transformada de Laplace, sus teoremas y transformaciones integrales. Reflexiona sobre la información recabada y la exposición del docente. Integra un resumen sobre el método de obtención de la Transformada de Laplace, su inversa y la aplicación de sus teoremas.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u></p> <p>Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos.</p> <p>Resuelve ejercicios tipo para enfatizar el método de obtención de la transformada de Laplace, su transformada inversa y sus teoremas y propiedades operacionales.</p> <p>Se lleva a cabo un foro de análisis y discusión, sobre la forma en que debe ser resuelta una ecuación diferencial empleando la transformada de Laplace, su inversa y teoremas. Plantea ejercicios tipo y dirige su solución colegiada y por temas.</p>	



Inicio	Desarrollo	Cierre
	<p><i>Adquirir y personalizar el conocimiento</i> Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos. A41 A partir de la actividad anterior y de la exposición del docente, resuelve ecuaciones diferenciales por medio de la Transformada de Laplace y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><i>Motivacional</i> Reconoce los logros de los estudiantes.</p>	
2 Hrs.	10Hrs.	4 Hrs.
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Aula		Pizarrón



Unidad 4. Sistemas de ecuaciones diferenciales

Objetivo: Deducir modelos matemáticos con sistemas de ecuaciones diferenciales de primer orden y superior –en forma analítica, no integrativa, numérica y utilizar TIC y software especializado-, que le permitan plantear, analizar y solucionar problemas matemáticos, para el entendimiento posterior de modelos de fenómenos de transporte, operaciones unitarias e ingeniería de la reacciones; valorando el trabajo en equipo, calidad en el trabajo en el desarrollo de proyectos y en la solución de problemas.

Contenidos:

- 4.1 Definición de sistemas de ecuaciones diferenciales
- 4.2 Sistemas de ecuaciones diferenciales homogéneas
 - 4.2.1 Método de solución de Suma y/o Resta
 - 4.2.2 Método de solución de Determinantes.
- 4.3 Sistemas de ecuaciones diferenciales no homogéneas
 - 4.3.1 Método de solución de Suma y/o Resta
 - 4.3.2 Método de solución de Determinantes.
- 4.4 Uso de software especializado –wxMaxima, SWP, otros- para resolver ecuaciones diferenciales por series de potencia y transformada de Laplace

Métodos, estrategias y recursos educativos

Los métodos, estrategias y recursos educativos utilizados para la construcción del proceso de enseñanza aprendizaje de esta unidad se especifican y describen en la secuencia didáctica



SECUENCIA DIDÁCTICA
Actividades de enseñanza y de aprendizaje

Inicio	Desarrollo	Cierre
<p><u>Motivacional</u> <i>Integración grupal:</i> Actividad para que se genere un ambiente de aprendizaje, ejercicios de relajación.</p> <p><u>Sensibilizar</u> A44 Ejercicios de relajación</p> <p><i>Proceso de análisis: Conocimientos previos.</i> A partir de un video o presentación sobre cómo se comportan los reactivos y productos cuando dos o más reacciones químicas se llevan a cabo simultáneamente, o como varía la concentración de un componente al alimentar/descargar tanques interconectados. Esto permitirá introducir el concepto de sistemas de ecuaciones diferenciales y con ello crear un estado de interés y dudas sobre el tema en los estudiantes.</p> <p><u>Recuperar la información:</u></p>	<p><u>Sensibilizar</u> A46 Ejercicios de relajación.</p> <p><u>Analizar, ordenar, clasificar y organizar información</u> Solicita un resumen o mapa conceptual, recuperación de los métodos de solución de sistemas de ecuaciones diferenciales</p> <p><u>Seleccionar información</u> A47 El estudiante: Busca, analiza, jerarquiza y organiza conceptos sobre métodos de solución de ecuaciones diferenciales.</p> <p>Expone los conceptos integrados en el resumen e iniciar un foro de discusión sobre, diferencias entre sistemas homogéneos y no homogéneos, así como sistemas de primero y segundo orden.</p> <p>Plantea ejercicios tipo sobre los temas y dirigir solución colegiada y por ternas.</p> <p><u>Adquirir y personalizar el conocimiento</u> Relaciona entre los conceptos previos con los nuevos.</p>	<p><u>Motivacional</u> Actividad para focalizar la atención; afirmaciones positivas</p> <p><u>Sensibilizar</u> A49 Ejercicios de relajación.</p> <p><u>Observar, analizar, ordenar, representar, interpretar y evaluar.</u> A partir de información de la actividad motivacional se da el objetivo del desarrollo de un proyecto. Actividad desarrollada en dos semanas, evaluación de cada etapa y retroalimentación.</p> <p><u>Personalizar y transferencia</u> A50 Proyecto: Se conectaran dos buretas en serie, la segunda tendrá diferentes niveles para cada equipo. Se tomará el tiempo de descarga de las buretas y con el nivel de cada una, se graficará el perfil de descarga y se definirá el modelo matemático. Para el desarrollo de este proyecto se apoyarán con el uso de software.</p>



Inicio	Desarrollo	Cierre
<p>A45 Repaso complejo por asociación de conocimientos previos con nuevas aplicaciones: Sistemas de ecuaciones algebraicas y ecuaciones diferenciales lineales de orden superior</p>	<p>A48 Resuelve sistemas analíticamente y con el apoyo de software especializado. En sesiones de trabajo en clase y extraclase.</p> <p><u>Motivacional.</u> Reconocer logros.</p>	<p>A partir de los resultados se lleva a cabo un foro de análisis y discusión, cada equipo presenta resultados de sus proyectos y problemas.</p> <p>A51 Cada equipo debe presentar los resultados de su proyecto y/o problema.</p> <p><u>Motivacional</u> Reconocer logros.</p>
2 Hrs.	5 Hrs.	3 Hrs.
Escenarios y recursos para el aprendizaje (uso del alumno)		
Escenarios		Recursos
Aula		Pizarrón



VII. Acervo bibliográfico

Básico

1. Zill, Dennis G. (2009) ***Ecuaciones Diferenciales con Problemas de Valores en la Frontera***. 7ª ed. CENGAGE Learning. México.
2. Rainville, E. (2006) ***Ecuaciones Diferenciales***. 2a. ed. Trillas. México.
3. Rice, G. Richard, Do Duong (1995) ***Applied Mathematics and Modeling for Chemical Engineers***. Wiley. New York.

Complementario

1. Boyce, W. (1998) ***Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la Frontera***. Ed. Limusa. México.
2. Ayres, F. (1989) ***Teoría y Problemas de Ecuaciones Diferenciales. Serie: Schaums Publishing***. Ed. Mc Graw Hill. EUA.
3. Bases de Datos como Elsevier, ACS, entre otras.



VIII. Mapa curricular

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
Cálculo Diferencial e Integral 2 2 4 6	Cálculo Avanzado 2 2 4 6	Ecuaciones Diferenciales 2 2 4 6	Metodología de la Investigación 0 3 3 3	Probabilidad y Estadística 1 3 4 5	Diseño de Experimentos 1 3 4 5			Optativa 4, Integral de Acentuación 3 0 3 6
Álgebra Lineal 2 2 4 6	Química de Hidrocarburos Alifáticos 2 2 4 6	Química del Benceno y sus Derivados 2 2 4 6	Química Orgánica del Grupo Carbonilo 2 2 4 6	Química Orgánica Heteroalifática 2 2 4 6	Química Orgánica Heterocíclica 2 2 4 6	Seguridad e Higiene Ocupacional 3 0 3 6		
Mecánica 2 4 4 8	Electromagnetismo 2 4 4 8	Laboratorio de Química Orgánica Básica 0 3 3 3	Laboratorio de Físicoquímica Básica 0 3 3 3	Laboratorio de Síntesis de Compuestos Orgánicos 0 3 3 3	Laboratorio de Síntesis de Compuestos Heterocíclicos 0 3 3 3	Laboratorio Integral de Físicoquímica 0 3 3 3	Termodinámica Aplicada 3 0 3 6	
Materia, Estructura y Propiedades 2 3 5 7	Termodinámica 2 2 4 6	Equilibrio de Fases 2 2 4 6	Físicoquímica de Sistemas Coloidales 2 2 4 6	Cinética y Catálisis 2 2 4 6	Electroquímica 2 0 3 6	Optativa 1, Integral 3 0 3 6	Optativa 2, Integral 3 0 3 6	
Laboratorio Básico de Química 0 3 3 3	Química Inorgánica Iónica 2 2 4 6	Química Inorgánica Covalente 2 2 4 6	Química Inorgánica de Coordinación 2 2 4 6	Química Organometálica 2 2 4 6	Optativa 1, Integral de Acentuación 3 0 3 6	Optativa 2, Integral de Acentuación 3 0 3 6	Optativa 3, Integral de Acentuación 3 0 3 6	
	Biología 2 2 4 6	Laboratorio de Elementos Representativos 0 3 3 3	Microbiología 2 3 5 7	Laboratorio de Elementos de Transición y Organometálicos 2 3 3 3	Bioquímica 0 0 3 6		Laboratorio de Especialidad* 0 15 15 15	
	Química Analítica Cualitativa 2 2 4 6	Química Analítica Cuantitativa 2 2 4 6	Métodos Electroanalíticos 2 2 4 6	Métodos Analíticos Ópticos 2 2 4 6	Métodos Analíticos Espectroscópicos 2 2 4 6	Métodos Analíticos de Separación 2 2 4 6		
Ciencia, Tecnología y Sociedad 2 2 4 6		Laboratorio de Reacciones en Solución 0 3 3 3		Laboratorio de Análisis Instrumental 0 3 3 3		Liderazgo 3 0 3 6		
			Optativa 1, Básico 3 0 3 6	Optativa 2, Básico 3 0 3 6		Optativa 1, Sustantivo 3 0 3 6	Optativa 2, Sustantivo 3 0 3 6	
		Inglés 5 - - 6		Inglés 6 - - 6	Inglés 7 - - 6	Inglés 8 - - 6		
HT 10 HP 16 TH 26 CR 36	HT 14 HP 16 TH 30 CR 44	HT 10+ HP 19+ TH 29+ CR 45	HT 13 HP 17 TH 30 CR 43	HT 12+ HP 17+ TH 29+ CR 47	HT 14+ HP 13+ TH 27+ CR 47	HT 17+ HP 5+ TH 22+ CR 45	HT 12 HP 15 TH 27 CR 39	HT 3 HP 0 TH 3 CR 36

Práctica Profesional 30

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas HP: Horas Prácticas TH: Total de Horas CR: Créditos
-----------------------	---

8 Líneas de seriación →

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

* Unidad de Aprendizaje Integrativa Profesional

- Las cargas horarias de las Unidades de Aprendizaje de inglés 5, 6, 7 y 8 de la presente licenciatura, no aparecerán en la distribución por periodos, ni en su representación gráfica en el mapa curricular, a razón de no incrementar el número de horas marcadas por el Organismo Acreditador en el Área de Ciencias Básicas, y porque el alumno/a puede cursarlas en la Facultad de Química, en otras dependencias de la propia UAEM (CELE o CILC) o en instituciones particulares.

PARAMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico cursar y acreditar 19 UA	36 44 80 116	Núcleo Básico acreditar 2 UA	6 0 6 12	Total del Núcleo Básico 21 UA para cubrir 128 créditos	
Núcleo Sustantivo cursar y acreditar 28 UA	39 62 101 140	Núcleo Sustantivo acreditar 2 UA	6 0 6 12	Total del Núcleo Sustantivo 30 UA para cubrir 152 créditos	
Núcleo Integral cursar y acreditar 5 UA + 1 Práctica Profesional	8 20 28 66	Núcleo Integral acreditar 2 UA	6 0 6 12	Total del Núcleo Integral 11 UA + 1 Práctica Profesional para cubrir 102	
		Núcleo Integral acreditar 4 UA de Acentuación	12 0 12 24		

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

UA Obligatorias	52 UA + 1 Actividad Académica
UA Optativas	10
UA a Acreditar	62 UA + 1 Actividad Académica
Créditos	382



	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																																
OPTATIVAS				<table border="1"> <tr><td>Autoconocimiento e Identidad</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Autoconocimiento e Identidad	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Filosofía de la Ciencia</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Filosofía de la Ciencia	3		0		3		6		<table border="1"> <tr><td>Administración</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Administración	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Estadística Aplicada</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Estadística Aplicada	3		0		3		6	
	Autoconocimiento e Identidad	3																																							
		0																																							
		3																																							
		6																																							
	Filosofía de la Ciencia	3																																							
		0																																							
		3																																							
		6																																							
	Administración	3																																							
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Estadística Aplicada	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
			<table border="1"> <tr><td>Comunicación de la Química</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Comunicación de la Química	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Formación en Valores</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Formación en Valores	3		0		3		6		<table border="1"> <tr><td>Control de Calidad</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Control de Calidad	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Informática Aplicada a la Química</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Informática Aplicada a la Química	3		0		3		6		
Comunicación de la Química	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Formación en Valores	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Control de Calidad	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Informática Aplicada a la Química	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
			<table border="1"> <tr><td>Desarrollo de Habilidades del Pensamiento</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Desarrollo de Habilidades del Pensamiento	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Relaciones Humanas</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Relaciones Humanas	3		0		3		6		<table border="1"> <tr><td>Economía Sustentable</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Economía Sustentable	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Normatividad Aplicada a la Química</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Normatividad Aplicada a la Química	3		0		3		6		
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Relaciones Humanas	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Economía Sustentable	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Normatividad Aplicada a la Química	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
						<table border="1"> <tr><td>Bioinorgánica</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Bioinorgánica	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Química Ambiental</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Química Ambiental	3		0		3		6																		
Bioinorgánica	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Química Ambiental	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
						<table border="1"> <tr><td>Bioquímica Avanzada</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Bioquímica Avanzada	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Tendencias en Química</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Tendencias en Química	3		0		3		6																		
Bioquímica Avanzada	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Tendencias en Química	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
						<table border="1"> <tr><td>Espectroscopia Aplicada</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Espectroscopia Aplicada	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Técnicas de Caracterización Avanzada</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Técnicas de Caracterización Avanzada	3		0		3		6																		
Espectroscopia Aplicada	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Técnicas de Caracterización Avanzada	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
						<table border="1"> <tr><td>Métodos Numéricos</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Métodos Numéricos	3		0		3		6																											
Métodos Numéricos	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Química de los Materiales						<table border="1"> <tr><td>Química de Materiales</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Química de Materiales	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Polímeros</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Polímeros	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Cerámicos</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Cerámicos	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Materiales Compuestos</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Materiales Compuestos	3		0		3		6
Química de Materiales	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Polímeros	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Cerámicos	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Materiales Compuestos	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Química Sustentable						<table border="1"> <tr><td>Química Sustentable</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Química Sustentable	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Reacciones Químicas Sustentables</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Reacciones Químicas Sustentables	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Química Sustentable Industrial</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Química Sustentable Industrial	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones de Química Sustentable</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Aplicaciones de Química Sustentable	3		0		3		6
Química Sustentable	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Reacciones Químicas Sustentables	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Química Sustentable Industrial	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Aplicaciones de Química Sustentable	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Química Industrial						<table border="1"> <tr><td>Procesos Químicos Industriales</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Procesos Químicos Industriales	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Administración de Procesos</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Administración de Procesos	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Sistemas de Calidad</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Sistemas de Calidad	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Industria Química en México</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Industria Química en México	3		0		3		6
Procesos Químicos Industriales	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Administración de Procesos	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Sistemas de Calidad	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Industria Química en México	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Química Computacional						<table border="1"> <tr><td>Teoría Cuántica</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Teoría Cuántica	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Diseño y Reactividad Molecular</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Diseño y Reactividad Molecular	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Aplicaciones del Modelado Molecular</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Aplicaciones del Modelado Molecular	3		0		3		6	<table border="1"> <tr><td>Diseño Computacional de Fármacos</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>6</td></tr> </table>	Diseño Computacional de Fármacos	3		0		3		6
Teoría Cuántica	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Diseño y Reactividad Molecular	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Aplicaciones del Modelado Molecular	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								
Diseño Computacional de Fármacos	3																																								
	0																																								
	3																																								
	6																																								

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.