



1. DATOS GENERALES			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA)			Clave de la UA
Métodos Numéricos			IB057
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Escolarizada	Curso Taller	Básica Común Obligatoria	8
UA de pre-requisito	UA simultaneo	UA posteriores	
Cálculo Diferencial e Integral	Ecuaciones Diferenciales, Cálculo Vectorial y Tensorial	Variable Compleja	
Horas totales de teoría	Horas totales de práctica	Horas totales del curso	
40	40	80	
Licenciatura(s) en que se imparte		Módulo al que pertenece	
Licenciatura en Ciencias de Materiales		Estructura y Composición	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Matemáticas		Análisis Numérico	
Elaboró o revisó		Fecha de elaboración o revisión	
Andrés García Sandoval, Fabiola del Carmen Beltrán Aguirre, Norma Elva Espino Rojas, María Elena Olivares Pérez, Gustavo Hernández Corona.		25/01/2017	

2. DESCRIPCIÓN
Presentación
<p>El curso de Métodos Numéricos tiene la finalidad de proporcionar nuevas herramientas a la resolución de problemas que no pudieron ser resueltos con métodos analíticos conocidos, como fueron conocidos o abordados en las UA de Cálculo Diferencial e Integral, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, entre otras.</p> <p>El progreso y el auge del análisis numérico van a la par con el desarrollo tecnológico de la computación, debido a que los algoritmos son generalmente iterativos y se requiere de una cantidad considerable de cálculos para obtener un valor aceptable como solución. Por tanto, al final del curso el alumno aplicará los principios básicos de la programación para implementar métodos numéricos en algún lenguaje de programación, ya se implementando algún software como Octave o equivalente, cumpliendo los estándares mínimos de una buena programación. Manipulará los algoritmos básicos para la solución numérica de ecuaciones algebraicas no lineales, sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, interpolación y ajuste de curvas, diferenciación e integración y ecuaciones diferenciales ordinarias; aplicará los algoritmos numéricos para la solución de problemas de aplicación de Ingeniería, mostrando un dominio suficiente para interpretar, discriminar y comparar los resultados obtenidos.</p>
Relación con el perfil de egreso



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Aplicar el análisis numérico para contribuir en el desarrollo de procesos y productos de diversos materiales, materia prima y productos finales, así como en la síntesis, caracterización y análisis de materiales diversos.

Competencias a desarrollar en la UA

Transversales	Genéricas	Profesionales
<p>Utiliza el pensamiento crítico y verbal para plantear y solucionar problemas en el ámbito profesional.</p> <p>Interpreta fenómenos reales a partir del uso de conceptos y procedimientos matemáticos</p> <p>Elabora proyectos en forma lógica y precisa para desarrollarlos con base en un trabajo colaborativo organizado y eficaz</p>	<p>Analiza la propagación de errores numéricos para reconocer los algoritmos estables e inestables.</p> <p>Identifica las condiciones de convergencia de los distintos métodos numéricos contemplados en la UA para su correcta aplicación.</p> <p>Aplica métodos iterativos para la resolución de: ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones lineales y no lineales y ecuaciones diferenciales.</p> <p>Emplea técnicas de interpolación polinomial para aproximar funciones complejas.</p> <p>Utiliza polinomios de interpolación para aproximar derivadas e integrales numéricas de una función.</p> <p>Implementa los distintos algoritmos numéricos en un ordenador para lograr su aplicación de la manera más eficiente de acuerdo con los estándares básicos que debe cumplir un programa eficiente.</p> <p>Interpreta los resultados obtenidos de los distintos algoritmos numéricos para establecer la solución completa en problemas de aplicación.</p>	<p>Aplica los algoritmos numéricos en la solución de problemas matemáticos de ingeniería cuya solución analítica resulta compleja o no existente, para la implementación de diferentes procesos.</p> <p>Identifica y clasifica los diferentes tipos de datos para plantear un modelo matemático adecuado.</p> <p>Emplea herramientas de software para lograr una eficiente resolución de problemas matemáticos en base a métodos numéricos.</p>

Saberes involucrados

Saber (conocimientos)	Saber hacer (habilidades)	Saber ser (actitudes y valores)
<p>Errores en el manejo de los números; algoritmos: estables e inestables. Convergencia, series de potencias.</p> <p>Ecuaciones no lineales, fundamento matemático y uso de métodos específicos para resolver ecuaciones no lineales: Regla Falsa, Bisección y Newton-Raphson.</p> <p>Definición de sistemas lineales y no lineales. Tipos de soluciones. Fundamento matemático y uso de métodos específicos para resolver sistemas de</p>	<p>Identifica y organiza la información que se requiere para resolver un problema.</p> <p>Acuerda metas en común para organizar el trabajo en equipo, desde una perspectiva equitativa.</p> <p>Discrimina y analiza información relevante para el uso correcto de los métodos numéricos.</p> <p>Identifica y corrige errores de compilación en un ordenador.</p> <p>Interpreta resultados numéricos.</p>	<p>Valorar el empleo de herramientas computacionales en el modelado matemático de fenómenos reales.</p> <p>Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes</p> <p>Cumple con los acuerdos establecidos en equipo.</p> <p>Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura.</p> <p>Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo.</p>



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ecuaciones lineales y no lineales: Jacobi, Gauss-Seidel, Punto Fijo Multivariable y Newton-Raphson Multivariable.
Diferencia entre Interpolación y ajuste. Fundamento matemático y uso de métodos específicos de interpolación y ajuste polinomial: Polinomio interpolador de Lagrange y de Newton, Ajuste polinomial por mínimos cuadrados.
Fundamento matemático y uso de las fórmulas compuestas de integración de Newton-Cotes: Trapecio, Simpson 1/3 y Simpson 3/8. Fundamento matemático y uso de la cuadratura de Gauss-Legendre. Errores en integración numérica. Derivación numérica.
Conceptos básicos de ecuaciones diferenciales ordinarias.
Fundamento matemático y uso de métodos específicos para resolver problemas de valor inicial de primer orden: Euler, Euler Modificado y Runge-Kutta de cuarto orden.

Producto Integrador Final de la UA

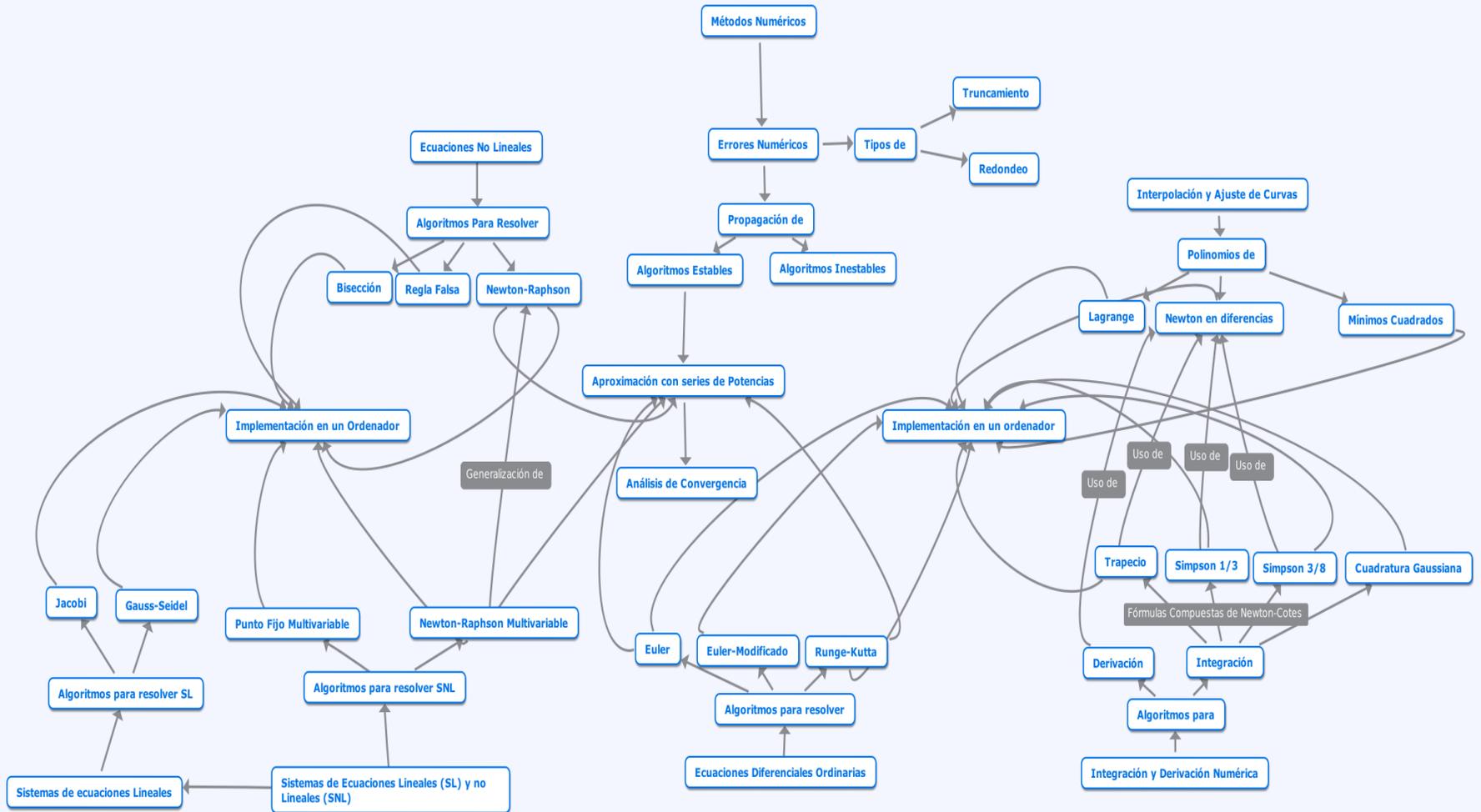
Título del Producto: Proyecto de aplicación en el área de Ciencias de Materiales.

Objetivo: Implementar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso que fue capaz de alcanzar durante el curso, para el desarrollo e interpretación de una aplicación en específico de su área de interés, con el fin de utilizar sus algoritmos matemáticos para dar una interpretación lógica a su resultado.

Descripción: Obtener un producto donde el alumno sea capaz de sentar las bases del conocimiento de la UA y otras áreas relacionadas, identificando los conocimientos previos que requiere para la implementación y desarrollo del proyecto, para lograr interpretar de una manera más acertada sus resultados. El proyecto será elaborado de una manera colaborativa, respetando, valorando y escuchando las opiniones de los integrantes del proyecto para entregar un producto de calidad y a tiempo. (La finalidad del proyecto es que el alumno empiece hacer investigación y que vea que puede utilizar todas sus herramientas para obtener un producto de calidad. También se busca con dicho trabajo que exista una comunicación afectiva y de calidad con sus pares y que desarrolle los valores de tolerancia, armonía, respeto, entre otros) .



3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA





4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad temática 1: Estabilidad y Error

Objetivo de la unidad temática: Identificar y analizar la propagación de errores numéricos para clasificar algoritmos de acuerdo a su estabilidad. Analizar los criterios de convergencia de sucesiones de números reales para indagar la convergencia de un algoritmo numérico a una solución. Aplicar las series de Taylor para aproximar funciones como series de potencias.

Introducción: Los errores numéricos se generan con el uso de aproximaciones para representar las operaciones y cantidades matemáticas; establecen una medida del ajuste o cálculo de una magnitud con respecto al valor real o teórico que dicha magnitud tiene. Un aspecto importante de los errores numéricos es su estabilidad numérica. Dicha estabilidad se refiere a como dentro de un algoritmo de análisis numérico el error de aproximación es propagado dentro del propio algoritmo.

El concepto de error es esencial con el cálculo numérico, en todos los problemas es fundamental hacer un seguimiento de los errores cometidos a fin de poder estimar el grado de aproximación de la solución que se obtiene. Por lo anterior, ésta unidad es fundamental para lograr una correcta aplicación de los algoritmos numéricos que se abordarán en la unidad de aprendizaje.

Contenido temático		Saberes Involucrados		Producto de la unidad temática	
1.1 Errores en el manejo de números. 1.1.1 Exactitud y precisión. 1.1.2 Aritmética de punto flotante. 1.2 Algoritmos y estabilidad. 1.3 Convergencia. 1.4 Series de Taylor 1.4.1 Funciones como series de Potencias. 1.4.2 Estimación del error.		Errores en el manejo de los números, definición y tipos de algoritmos: estables e inestables. Convergencia, series de potencias. Identifica el tipo de errores numéricos que aparecen en la aplicación de los métodos numéricos. Conoce la definición de algoritmo y distingue los diferentes tipos de algoritmos de acuerdo a su estabilidad. Analiza los criterios de convergencia de sucesiones de números reales. Aplica las series de Taylor para aproximar funciones como series de potencias. Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo. Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura. Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes.		Presentación de un escrito con los conceptos esenciales de la Unidad Temática (UT), incluyendo además una opinión personal del por qué son necesarios los métodos numéricos. Programas en un software numérico como octave o equivalente para la construcción de n términos de las Series de Taylor de las funciones: $\text{sen}(x)$, $\text{cos}(x)$, $\text{ln}(x)$ y $\text{exp}(x)$.	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
Realiza una prueba diagnóstico a los estudiantes, sobre conocimientos previos de Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial e Integral. Da una introducción sobre la asignatura y su relación con otras materias.	Utiliza sus conocimientos previos sobre Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial e Integral para resolver los ejercicios dados.	Hoja de resultados de la evaluación diagnóstica de conocimientos previos matemáticos	-Calculadora científica. -Papel y lápiz.		1 h
Proporciona los conceptos básicos necesarios para la UA: error, algoritmos, convergencia y estabilidad.	Investiga los conceptos, utiliza la bibliografía recomendada o busca en internet. Comenta con sus compañeros de equipo la información	Cuadro comparativo entre el Análisis Numérico y el Análisis	- Libros de la bibliografía recomendada. -Ordenador.		3 h



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Esclarece conceptos y da ejemplos aplicados de ellos.	<p>encontrada y elabora un cuadro comparativo sobre las características, semejanzas y diferencias, ventajas y desventajas, del Análisis Numérico y el Análisis Matemático.</p> <p>Comenta con sus compañeros de equipo la información encontrada y describe un ejemplo práctico en el que involucre los tipos de errores.</p> <p>Identifica los conceptos básicos de la unidad 1 mediante la elaboración de un crucigrama.</p>	<p>Matemático.</p> <p>Ejemplos prácticos de los tipos de errores.</p> <p>Crucigrama de los conceptos básicos.</p>	<p>- Internet.</p> <p>- Papel y lápiz.</p>	
Expone la fórmula de la Serie de Taylor y de Maclaurin, da algunos ejemplos donde se analice el error. Asesora en el uso del software.	Identifica y aplica las fórmulas de la Serie de Taylor y de Maclaurin, y calcula el error.	Actividad Serie de Taylor y de Maclaurin	<p>-Ordenador.</p> <p>-Procesador de textos.</p> <p>-Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)</p>	2 h
Realiza una sesión interactiva de solución de problemas utilizando software numérico. Asesora en el uso de software.	Participa de manera activa en la sesión de problemas.	Programa en software numérico que calcule los primeros n términos de la Serie de Maclaurin y el error respectivo para las funciones básicas: $\cos(x)$, $\sin(x)$, $\exp(x)$	<p>-Ordenador.</p> <p>-Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)</p>	2 h

Unidad temática 2: Ecuaciones no lineales de una variable

Objetivo de la unidad temática: Aplicar métodos iterativos para la resolución de ecuaciones no lineales e interpretar resultados numéricos para establecer la solución completa en problemas de aplicación en ingenierías.

Introducción: Es común que en ciencias e ingeniería deban resolverse ecuaciones no lineales de una variable, las cuales se representan genéricamente en la forma $f(x)=0$. Esta forma de simbolizar las ecuaciones no lineales permite interpretar de manera sencilla el problema matemático a resolver: "Dada una función $f(x)$ determínese, si es posible, algún valor x^* para el cual se cumple que $f(x^*)=0$ ". En esta unidad temática se expondrán métodos iterativos que nos permiten aproximar soluciones de una ecuación no lineal.

Contenido temático	Saberes Involucrados	Producto de la unidad temática
<p>2.1 Método de bisección.</p> <p>2.2 Método de Newton-Raphson.</p> <p>2.3 Método de Regla Falsa.</p>	<p>Ecuaciones no lineales, fundamento matemático y uso de los métodos específicos para resolver ecuaciones no lineales</p> <p>Identifica las propiedades fundamentales que caracterizan las ecuaciones no lineales.</p> <p>Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de bisección. Aplica el método de bisección.</p> <p>Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Newton-Raphson. Aplica el método de Newton-Raphson</p> <p>Analiza las características de estabilidad, error y</p>	<p>Programas de cada método en Octave (o equivalente): presentará los programas funcionando correctamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos.</p> <p>Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.</p>



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

		<p>convergencia del método de Regla Falsa. Aplica el método de Regla-Falsa Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes</p>		
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<p>Introduce al tema de ecuaciones no lineales de una variable utilizando el diálogo socrático a través de una lluvia de ideas.</p>	<p>Participa de manera activa en el diálogo socrático. Da un ejemplo sencillo de una ecuación lineal, con su gráfica y solución.</p> <p>Investiga que es una ecuación no lineal y menciona 3 ejemplos de ecuaciones no lineales.</p> <p>Da un ejemplo de una ecuación no lineal, con su gráfica y solución.</p>	Gráficas y ejemplos.	<p>-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)</p>	1 h
<p>Expone el tema de Bisección destacando: idea general del método, algoritmo y condiciones necesarias y suficientes para su aplicación. Muestra ejemplos.</p>	<p>Identifica las características principales del método de Bisección y lo aplica a la solución de ecuaciones no lineales de una variable.</p>	Gráfica, cálculos, tabla de iteraciones y cálculo del error.	<p>-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)</p>	2 h
<p>Expone el tema de Newton-Raphson destacando: idea general del método, algoritmo y condiciones necesarias y suficientes para su aplicación. Muestra ejemplos.</p>	<p>Identifica las características del método de Newton-Raphson y aplica a la solución de ecuaciones no lineales de una variable.</p>	Gráfica, cálculos, tabla de iteraciones y cálculo del error.	<p>-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)</p>	2 h
<p>Expone el tema de Regla falsa destacando: idea general del método, algoritmo y condiciones necesarias y suficientes para su aplicación. Muestra ejemplos. Asesora en el uso de software.</p>	<p>Identifica las características del método de Regla falsa y aplica a la solución de ecuaciones no lineales de una variable.</p>	Gráfica, cálculos, tabla de iteraciones y cálculo del error.	<p>-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)</p>	2 h
<p>Sesión interactiva a través de una lluvia de ideas escribir el pseudocódigo y el código de los métodos vistos en la UT. Asesora en el uso de software.</p>	<p>Participa de manera activa en la construcción de pseudocódigo. Codifica los métodos de la UT en un software numérico.</p>	Programas de los métodos vistos en la UT funcionando correctamente	<p>-Ordenador. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)</p>	2 h
<p>Proporciona problemas para la implementación de los métodos numéricos vistos en la unidad temática.</p>	<p>Identifica, modela y aplica los métodos numéricos en la solución de problemas de ecuaciones no lineales de una variable.</p>	Documento con el código, resultados y conclusiones.	<p>-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico</p>	2 h



			libre (octave, Scilab, etc.)	
Unidad temática 3: Sistemas de ecuaciones Lineales y no Lineales				
<p>Objetivo de la unidad temática: Aplicar métodos iterativos para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales e interpretar resultados numéricos para establecer la solución completa en problemas de aplicación en ingenierías.</p> <p>Introducción: Una ecuación de una variable es un caso particular de un sistema de ecuaciones, los cuales se representan genéricamente en la forma $F(X)=0$. Esta forma de simbolizar los sistemas de ecuaciones permite interpretar de manera sencilla el problema matemático a resolver: "Dada una función vectorial $F(X)$ determínese, si es posible, algún vector X para el cual se cumple que $F(X)=0$". En esta unidad temática se expondrán métodos iterativos que nos permiten aproximar soluciones de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.</p>				
Contenido temático		Saberes Involucrados		Producto de la unidad temática
<p>3.1 Métodos iterativos para sistemas Lineales.</p> <p>3.1.1 Método de Jacobi.</p> <p>3.1.2 Método de Gauss-Seidel.</p> <p>3.2 Métodos iterativos para sistemas de ecuaciones no lineales.</p> <p>3.2.1 Método de punto fijo multivariable.</p> <p>3.2.2 Método de Newton-Raphson Multivariable.</p>		<p>Definición de sistemas lineales y no lineales. Tipos de soluciones. Fundamento matemático y uso de los métodos específicos para resolver sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.</p> <p>Identifica las propiedades fundamentales que caracterizan a los sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.</p> <p>Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Jacobi. Aplica el método de Jacobi.</p> <p>Aplica el método de Gauss-Seidel. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Gauss-Seidel.</p> <p>Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de punto fijo multivariable. Aplica el método de punto fijo multivariable.</p> <p>Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Newton-Raphson multivariable. Aplica el método de Newton-Raphson multivariable.</p> <p>Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo</p> <p>Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura.</p> <p>Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes.</p>		<p>Programas de cada método en Octave (o equivalente): presentará los programas funcionando correctamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos.</p> <p>Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.</p>
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Introduce al tema de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales utilizando el diálogo socrático a través de una lluvia de ideas..	Participa de manera activa en el diálogo socrático. Identifica los sistemas de ecuaciones lineales y sus tipos de solución de manera gráfica. Identificar los sistemas de ecuaciones no lineales y su solución.	Gráficas y ejemplos.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab,	1 h



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

			etc.)	
Expone el tema de Sistemas de ecuaciones lineales, teorema de convergencia con los algoritmos de Jacobi y Gauss-Seidel, criterios y ejemplos.	Identifica y compara las características de los métodos de Jacobi y Gauss-Seidel, aplica a la solución de sistemas de ecuaciones lineales.	Cálculos, tabla de iteraciones y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Expone el tema de Sistemas de ecuaciones no lineales, teorema de convergencia con los algoritmos de Newton-Raphson, Punto Fijo Multivariable, criterios y ejemplos.	Identifica y compara las características de los métodos de Jacobi y Gauss-Seidel, aplica a la solución de sistemas de ecuaciones lineales.	Cálculos, tabla de iteraciones y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Sesión interactiva para escribir el pseudocódigo y el código de los métodos vistos en la UT. Asesora en el uso de software.	Participa de manera activa en la construcción de pseudocódigo. Codifica los métodos de la UT en un software numérico.	Programas de los métodos vistos en la UT funcionando correctamente.	-Ordenador. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Proporciona problemas para la implementación de los métodos numéricos vistos en la unidad temática.	Identifica, modela y aplica los métodos numéricos en la solución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.	Documento con el código, resultados y conclusiones.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h

Unidad temática 4: Interpolación y ajuste de curvas

Objetivo de la unidad temática: Utilizar la aproximación polinomial para aproximar funciones complejas y discretas.

Introducción: El proceso de interpolación consiste en determinar un valor desconocido para una función, la cual no se conoce o no es posible manipularla debido a su complejidad, pero sí se conocen otros valores entre los que queda comprendido el valor desconocido. La aproximación polinomial permite además obtener fórmulas numéricas para integración y derivación las cuales se utilizan en la unidad temática 5.

Contenido temático	Saberes Involucrados	Producto de la unidad temática
4.1 Polinomio de interpolación de Lagrange. 4.2 Aproximación polinomial de Newton en diferencias. 4.3 Estimación de errores. 4.4 Ajuste polinomial por el método de mínimos cuadrados.	Diferencia entre Interpolación y aproximación polinomial. Fundamento matemático y uso de los métodos Lagrange y Newton en diferencias para interpolación Ajuste polinomial por mínimos cuadrados. Aplica el método de interpolación de Lagrange. Comprende los resultados obtenidos de la interpolación. Aplica el método de interpolación de Newton. Comprende los resultados obtenidos de la interpolación. Analiza los errores cometidos en la interpolación con funciones polinomiales. Aplica el método de mínimos cuadrados en el ajuste polinomial. Comprende los resultados obtenidos de la	Programas de cada método en octave (o equivalente): presentará los programas funcionando adecuadamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos. Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

		interpolación. Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo. Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura. Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes.		
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Introduce al tema de interpolación y ajuste de curvas utilizando el diálogo socrático a través de una lluvia de ideas.	Participa de manera activa en el diálogo socrático. Aproxima valores de una función analítica y otra función dada en forma tabular, compara los procedimientos y resultados.	Gráficas y ejemplos.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	1 h
Expone el tema de aproximación polinomial de Lagrange con el algoritmo, los criterios y ejemplos.	Identifica las características del método de Aproximación Polinomial de Lagrange y aplicarlo en la solución de problemas de interpolación.	Gráfica, cálculos, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Expone el tema de aproximación polinomial de Newton en diferencias divididas y finitas con el algoritmo, los criterios y ejemplos.	Identifica las características del método de Aproximación Polinomial de Newton en diferencias divididas y finitas y aplicarlo en la solución de problemas de interpolación.	Gráfica, cálculos, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Expone el tema de ajuste de curvas por Mínimos Cuadrados con el algoritmo, los criterios y ejemplos.	Identifica las características del método de Mínimos Cuadrados y aplicarlo en la solución de problemas de ajuste de curvas.	Gráfica, cálculos, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Explica la diferencia entre interpolación y ajuste de curvas.	Compara las gráficas, los polinomios y los errores de los diversos métodos vistos.	Gráfica, cálculos, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Sesión interactiva para escribir el pseudocódigo y el código de los métodos vistos en la UT. Asesora en el uso de software.	Participa de manera activa en la construcción de pseudocódigo. Codifica los métodos de la UT en un software numérico.	Programas de los métodos vistos en la UT funcionando correctamente.	-Ordenador. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Proporciona problemas para la implementación de los métodos numéricos vistos en la unidad temática.	Identifica, modela y aplica los métodos numéricos en la solución de problemas de interpolación y ajuste de curvas.	Documento con el código, resultados y conclusiones.	-Ordenador. -Procesador de textos.	2 h



			-Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	
Unidad temática 5: integración y derivación numérica				
Objetivo de la unidad temática: Utilizar polinomios de interpolación para aproximar derivadas e integrales numéricas de una función.				
Introducción: La evaluación analítica de una derivada o una integral definida a menudo es difícil o imposible. Una alternativa evidente consiste en encontrar una función que aproxime la original pero que sea sencilla de manipular. Los polinomios de interpolación que se abordan en la UT anterior producen a menudo aproximaciones adecuadas, y poseen la propiedad deseada de integrabilidad y derivación sencilla. Por tanto en esta UT se abordarán fórmulas de derivación e integración obtenidas a partir de polinomios de interpolación.				
Contenido temático	Saberes Involucrados	Producto de la unidad temática		
5.1 Fórmulas compuestas de Newton-Cotes 5.1.1 Fórmula del trapecio. 5.1.2 Fórmula de Simpson 1/3. 5.1.3 Fórmula de Simpson 3/8. 5.2 Cuadratura Gaussiana. 5.3 Errores en la integración. 5.4 Derivación numérica.	Fundamento matemático y uso de las fórmulas cerradas de integración de Newton-Cotes. Fundamento matemático y uso de la cuadratura de Gauss-Legendre. Errores en integración numérica. Derivación numérica. Aplica la fórmula de integración del trapecio. Comprende los resultados obtenidos de la integración. Aplica la fórmula de integración de Simpson 1/3. Comprende los resultados obtenidos de la integración. Aplica la fórmula de integración de Simpson 3/8. Comprende los resultados obtenidos de la integración. Aplica el método de cuadratura gaussiana. Comprende los resultados obtenidos de la integración. Analiza los errores cometidos en la integración por los métodos abordados. Aplica las fórmulas de derivación numérica en diferencias finitas. Comprende los resultados obtenidos de la derivación. Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes	Programas de cada método en octave (o equivalente): presentará los programas funcionando adecuadamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos. Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.		
Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Introduce al tema de integración y derivación numérica utilizando el diálogo socrático a través de una lluvia de ideas. Da ejemplos de comparación en solución analítica y numérica de integrales y derivadas.	Participa de manera activa en el diálogo socrático. Identifica los problemas de la solución de integrales y derivadas por métodos analíticos y sus diferencias con los métodos numéricos.	Gráficas y ejemplos.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	1 h
Expone el tema de fórmulas cerradas y compuestas de Newton-Cotes, los criterios y ejemplos.	Identificar las características de las fórmulas cerradas y compuestas de Newton-Cotes, y aplicarlas a la integración de funciones analíticas y dadas en forma tabular.	Procedimiento, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico	2 h



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

			libre (octave, Scilab, etc.)	
Expone el tema de Cuadratura de Gauss de 2 y 3 puntos, los criterios y ejemplos.	Identifica las características del método de Cuadratura de Gauss de 2 y 3 puntos, y aplicarlas a la integración de funciones analíticas y dadas en forma tabular.	Procedimiento, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Expone distintos métodos para aproximación de derivadas numéricas.	Identificar distintos métodos de interpolación aplicados a la solución de derivadas con funciones dadas en forma tabular.	Procedimiento, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Sesión interactiva para escribir el pseudocódigo y el código de los métodos vistos en la UT. Asesora en el uso de software.	Participa de manera activa en la construcción de pseudocódigo. Codifica los métodos de la UT en un software numérico.	Programas de los métodos vistos en la UT funcionando correctamente.	-Ordenador. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	4 h
Proporciona problemas para la implementación de los métodos numéricos vistos en la unidad temática.	Identifica, modela y aplica los métodos numéricos en la integración y derivación de funciones analíticas y funciones dadas en forma tabular.	Documento con el código, resultados y conclusiones.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h

Unidad temática 6: Ecuaciones diferenciales ordinarias

Objetivo de la unidad temática: Aplicar métodos iterativos para la resolución de ecuaciones diferenciales e interpretar resultados numéricos para establecer la solución completa en problemas de aplicación en ingenierías.

Introducción: la inmensa mayoría de las ecuaciones diferenciales no pueden resolverse analíticamente, por lo que resulta fundamental diseñar algoritmos que permitan encontrar una aproximación numérica precisa. En esta UT se abordan métodos específicos para resolver Problemas de Valor Inicial de primer orden, los cuales, se pueden obtener utilizando las Series de Taylor que se desarrollan en la primera unidad temática.

Contenido temático	Saberes Involucrados	Producto de la unidad temática
6.1 Introducción. 6.2 Método de Euler. 6.3 Método de Euler modificado. 6.4 Método de Runge-Kutta de cuarto Orden.	Conceptos básicos de ecuaciones diferenciales ordinarias Fundamento matemático y uso de los métodos numéricos para resolver problemas de valor inicial de orden 1. Conoce los conceptos básicos de ecuaciones diferenciales ordinarias. Aplica el método de Euler. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Euler. Aplica el método de Euler Modificado. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Euler modificado. Aplica el método de Runge-Kutta clásico. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del	Programas de cada método en octave (o equivalente): presentará los programas funcionando adecuadamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos. Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

		<p>método de Runge-Kutta clásico.</p> <p>Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo.</p> <p>Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura.</p> <p>Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes.</p>		
Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Introduce los conceptos básicos de las ecuaciones diferenciales ordinarias, su clasificación, métodos de solución y tipos de solución.	Identificar el concepto de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, aplicando un problema de valor inicial, y su solución de forma gráfica.	Gráficas y ejemplos.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	1 h
Expone el tema de Euler para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, algoritmo, los criterios y ejemplos.	Identifica las características del método de Euler y aplica a la solución de un problema de valor inicial de una ecuación diferencial ordinaria de primer orden.	Gráfica, cálculos, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Expone el tema de Euler Modificado para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, algoritmo, los criterios y ejemplos.	Identifica las características del método de Euler Modificado y aplica a la solución de un problema de valor inicial de una ecuación diferencial ordinaria de primer orden.	Gráfica, cálculos, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Expone el tema de Runge-Kutta de orden 4 para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, algoritmo, los criterios y ejemplos.	Identifica las características del método de Runge-Kutta de orden 4 y aplica a la solución de un problema de valor inicial de una ecuación diferencial ordinaria de primer orden.	Gráfica, cálculos, algoritmo y cálculo del error.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Sesión interactiva para escribir el pseudocódigo y el código de los métodos vistos en la UT. Asesora en el uso de software	Participa de manera activa en la construcción de pseudocódigo. Codifica los métodos de la UT en un software numérico.	Programas de los métodos vistos en la UT funcionando correctamente	-Ordenador. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h
Proporciona problemas para la implementación de los métodos numéricos vistos en la unidad temática.	Identifica, modela y aplica los métodos numéricos en la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.	Documento con el código, resultados y conclusiones.	-Ordenador. -Procesador de textos. -Software numérico libre (octave, Scilab, etc.)	2 h



5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Requerimientos de acreditación:

Para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario el alumno debe tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso. Para aprobar la Unidad de Aprendizaje el estudiante requiere una calificación mínima de 60.

Criterios generales de evaluación:

A lo largo de la UA se elaborarán diversos reportes e informes por escrito, que deberán seguir los siguientes lineamientos básicos (más los específicos de cada trabajo):

- Entrega en tiempo
- Diseño de portada con datos de la Unidad de Aprendizaje, alumno, profesor y fecha
- El desarrollo del tema se acompañará siempre de una conclusión que rescate los principales aprendizajes. Todas las conclusiones se sustentarán en datos
- Todas las referencias se citarán adecuadamente conforme al criterio APA
- Queda estrictamente prohibido el plagio

Las presentaciones orales se evaluarán conforme a los siguientes rubros: Contenido suficiente, comprensión del contenido, dicción, volumen, apoyo visual y tiempo utilizado. Cuando se pida una presentación oral se entregará a los estudiantes una lista de elementos básicos que debe incluir.

Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
<p>Reporte con los conceptos esenciales de la Unidad Temática (UT), incluyendo además una opinión personal del por qué son necesarios los métodos numéricos. Programas en un software numérico como octave o equivalente para la construcción de n términos de las Series de Taylor de las funciones: $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\ln(x)$ y $\exp(x)$. Presentará los programas funcionando correctamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos.</p>	<p>Expresa ideas a través de un uso correcto del lenguaje escrito Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes Identifica el tipo de errores numéricos que aparecen en la aplicación de los métodos numéricos. Conoce la definición de algoritmo y distingue los diferentes tipos de algoritmos de acuerdo a su estabilidad. Analiza los criterios de convergencia de sucesiones de números reales. Aplica las series de Taylor para aproximar funciones como series de potencias. Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura</p>	<p>Errores en el manejo de números Exactitud y precisión. Aritmética de punto flotante. Algoritmos y estabilidad. Convergencia. Series de Taylor Funciones como series de Potencias. Estimación del error.</p>	<p>5%</p>
<p>Programas de cada método en Octave (o equivalente): presentará los programas funcionando correctamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos. Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.</p>	<p>Ecuaciones no lineales, fundamento matemático y uso de los métodos específicos para resolver ecuaciones no lineales Identifica las propiedades fundamentales que caracterizan las ecuaciones no lineales. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de bisección. Aplica el método de bisección. Analiza las características de estabilidad, error y</p>	<p>Método de bisección. Método de Newton-Raphson. Método de Regla Falsa.</p>	<p>5%</p>



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>convergencia del método de Newton-Raphson. Aplica el método de Newton-Raphson Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Regla Falsa. Aplica el método de Regla-Falsa Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes</p>		
<p>Programas de cada método en Octave (o equivalente): presentará los programas funcionando correctamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos. Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.</p>	<p>Definición de sistemas lineales y no lineales. Tipos de soluciones. Fundamento matemático y uso de los métodos específicos para resolver sistemas de ecuaciones lineales y no lineales Identifica las propiedades fundamentales que caracterizan a los sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Jacobi. Aplica el método de Jacobi. Aplica el método de Gauss-Seidel. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Gauss-Seidel. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de punto fijo multivariable. Aplica el método de punto fijo multivariable Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Newton-Raphson multivariable. Aplica el método de Newton-Raphson multivariable. Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes</p>	<p>Método de Jacobi. Método de Gauss-Seidel. Método de punto fijo multivariable. Método de Newton-Raphson Multivariable.</p>	<p>10%</p>
<p>Programas de cada método en octave (o equivalente): presentará los programas funcionando adecuadamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos. Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.</p>	<p>Diferencia entre Interpolación y aproximación polinomial. Fundamento matemático y uso de los métodos Lagrange y Newton en diferencias para interpolación Ajuste polinomial por mínimos cuadrados. Aplica el método de interpolación de Lagrange. Comprende los resultados obtenidos de la interpolación.</p>	<p>Polinomio de interpolación de Lagrange. Aproximación polinomial de Newton en dife Estimación de errores. Ajuste polinomial por el método de mínimos cuadrados.</p>	<p>10%</p>



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	<p>Aplica el método de interpolación de Newton. Comprende los resultados obtenidos de la interpolación.</p> <p>Analiza los errores cometidos en la interpolación con funciones polinomiales.</p> <p>Aplica el método de mínimos cuadrados en el ajuste polinomial. Comprende los resultados obtenidos de la interpolación.</p> <p>Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo</p> <p>Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura</p> <p>Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes</p>		
<p>Programas de cada método en octavo (o equivalente): presentará los programas funcionando adecuadamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos.</p> <p>Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con interpretación de los resultados numéricos.</p>	<p>Fundamento matemático y uso de las fórmulas cerradas de integración de Newton-Cotes.</p> <p>Fundamento matemático y uso de la cuadratura de Gauss-Legendre. Errores en integración numérica.</p> <p>Derivación numérica.</p> <p>Aplica la fórmula de integración del trapecio. Comprende los resultados obtenidos de la integración.</p> <p>Aplica la fórmula de integración de Simpson 1/3. Comprende los resultados obtenidos de la integración.</p> <p>Aplica la fórmula de integración de Simpson 3/8. Comprende los resultados obtenidos de la integración.</p> <p>Aplica el método de cuadratura gaussiana. Comprende los resultados obtenidos de la integración.</p> <p>Analiza los errores cometidos en la integración por los métodos abordados.</p> <p>Aplica las fórmulas de derivación numérica en diferencias finitas. Comprende los resultados obtenidos de la derivación.</p> <p>Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo</p> <p>Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura</p> <p>Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes</p>	<p>Fórmulas compuestas de Newton-Cotes</p> <p>Fórmula del trapecio.</p> <p>Fórmula de Simpson 1/3.</p> <p>Fórmula de Simpson 3/8.</p> <p>Cuadratura Gaussiana.</p> <p>Errores en la integración.</p> <p>Derivación numérica.</p>	<p>10%</p>
<p>Programas de cada método en octavo (o equivalente): presentará los programas funcionando adecuadamente y explicará de manera oral el funcionamiento de cada uno de ellos.</p> <p>Solución de problemas proporcionados por el profesor, incluyendo reporte escrito con</p>	<p>Conceptos básicos de ecuaciones diferenciales ordinarias</p> <p>Fundamento matemático y uso de los métodos numéricos para resolver problemas de valor inicial de orden 1.</p> <p>Conoce los conceptos básicos de ecuaciones diferenciales ordinarias.</p>	<p>Introducción.</p> <p>Método de Euler.</p> <p>Método de Euler modificado.</p> <p>Método de Runge-Kutta de cuarto Orden.</p>	<p>10%</p>



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

interpretación de los resultados numéricos.	<p>Aplica el método de Euler. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Euler.</p> <p>Aplica el método de Euler Modificado. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Euler modificado.</p> <p>Aplica el método de Runge-Kutta clásico. Analiza las características de estabilidad, error y convergencia del método de Runge-Kutta clásico.</p> <p>Presenta sus productos en tiempo y forma, de tal manera que demuestra interés y cuidado en su trabajo</p> <p>Escucha la opinión de sus compañeros y expresa la suya con apertura</p> <p>Muestra seguridad al hablar y transmitir mensajes</p>		
Exámenes parciales	<p>Identifica y organiza la información que se requiere para resolver un problema</p> <p>Discrimina y analiza información relevante</p>	<p>Métodos numéricos de la UA: bisección, Newton-Raphson, Regla Falsa, Jacobi, Gauss-Seidel, Punto fijo Multivariable, Newton-Raphson Multivariable, Interpolación de Lagrange, Interpolación de Newton en diferencias, Trapecio, Simpson 1/3, Simpson 3/8, Cuadratura Gaussiana, Derivación Numérica, Euler, Euler modificado, y Runge-Kutta de cuarto Orden.</p>	30 %

Producto final		
Descripción	Evaluación	
Título: Proyecto de aplicación en el área de Ciencias de Materiales.	Criterios de fondo: Uso correcto del lenguaje matemático	Ponderación
<p>Objetivo: Implementar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso que fue capaz de alcanzar durante el curso, para el desarrollo e interpretación de una aplicación en específico de su área de interés, con el fin de utilizar sus algoritmos matemáticos para dar una interpretación lógica a su resultado.</p>	<p>Criterios de forma: Distingue fuentes de información bibliográfica y/o electrónica confiable. Elabora reportes de investigación respetando las normas gramaticales. Redacta sin errores ortográficos. Traduce artículos o lectura de libros en inglés.</p>	20 %
<p>Caracterización: Obtener un producto donde el alumno sea capaz de sentar las bases del conocimiento de la UA y otras áreas relacionadas, identificando los conocimientos previos que requiere para la implementación y desarrollo del proyecto, para lograr interpretar de una manera más acertada sus resultados. El proyecto será elaborado de una manera colaborativa, respetando, valorando y escuchando las opiniones de los integrantes del proyecto para entregar un producto de calidad y a tiempo. (La finalidad del proyecto es que el alumno empiece hacer investigación y que vea que puede utilizar todas sus herramientas para obtener un producto de calidad. También se busca con dicho trabajo que exista una comunicación afectiva y de calidad con sus pares y que desarrolle los valores de tolerancia, armonía, respeto,</p>		



entre otros).

Otros criterios

Criterio	Descripción	Ponderación

6. REFERENCIAS Y APOYOS

Referencias bibliográficas

Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o biblioteca virtual donde esté disponible (en su caso)
J.A. Gutiérrez Robles, M.A. Olmos Gómez, J.M. Casillas González	2010	Análisis Numérico	McGraw-Hill, México	
Dominguez Sanchez Clicerio Federico, Nieves Hurtado Antonio	2014	Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería	Grupo Editorial Patria	
John W. Eaton	2017	Software Octave		https://www.gnu.org/software/octave/download.html
María Santos Bruzón Gallegos, José Ramírez Labrador	2011	Métodos Numéricos con Software Libre: MAXIMA	Universidad de Cádiz, 2011	María Santos Bruzón Gallegos, José Ramírez Labrador
R.L. Burden, J.D. Faires	2011	Análisis Numérico	CENCAGE Learning	

Referencias complementarias

John H. Mathews, Kurtis D. Fink,	2000	Métodos Numéricos con Matlab	Pearson Prentice-Hall. Madrid, 2000.	
Francisco Javier Delgado Cepeda (Author)	2015	Métodos numéricos para ingeniería	Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey; Primera edición, 2015	

Apoys (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)

Unidades temáticas 1-6

Curso de Métodos Numéricos nivel universitario con acceso abierto:

<http://cursos.aiu.edu/Metodos%20Numericos.html>

Página con recursos de matemáticas como derivación numérica, integración numérica, mínimos cuadrados, métodos de punto fijo, y resolución numérica de ecuaciones, finalmente en la página están los materiales didácticos con su respectivo tema.

http://arquimedes.matem.unam.mx/lite/2013/1.1_Un100/MetodosNumericos.html

Proyecto Integrador: Recursos disponibles en

<http://moodle2.cucei.udg.mx/>