



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura			Clave de la UA
Sistemas de Ecuaciones Diferenciales			15963
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Escolarizada	Curso	Básica común obligatoria	2
UA de pre-requisito	UA simultaneo	UA posteriores	
Teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias II (15934)	Taller de sistemas de ecuaciones diferenciales (15964)	ninguna	
Horas totales de teoría	Horas totales de práctica	Horas totales del curso	
51	0	51	
Licenciatura(s) en que se imparte		Módulo al que pertenece	
Matemáticas		Ecuaciones Diferenciales	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Matematicas		Modelacion Matematica	
Elaboró		Fecha de elaboración o revisión	
Martín Muñoz Chávez Néstor García Chan			



2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA

Presentación

Los sistemas de ecuaciones diferenciales juegan un rol esencial en la descripción matemática de ciertos fenómenos físico, ya que en general no resulta fácil hallar leyes que vinculen directamente las magnitudes que caracterizan dichos fenómenos, aunque si es posible en muchos casos determinar la dependencia entre esas magnitudes y sus derivadas. Esto, en general, da origen a un sistema de ecuaciones diferenciales, mismo que determinará la evolución del sistema físico.

Esta UA se complementa con la UA 15964 (taller de sistemas de ecuaciones diferenciales) que tiene como propósito mostrar la teoría de los sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias así como desarrollar las técnicas y destrezas para identificar, resolver e interpretar los resultados al resolver los sistemas de ecuaciones diferenciales aplicados en ciertos fenomenos físicos o en el área de las ciencias exactas e ingeniería. Permite a los estudiantes fortalecer los conocimientos adquiridos en la UA 15934 a fin de que desarrolle procesos de razonamiento, conceptualización, formalización y contextualización de los modelos matemáticos dados por las ecuaciones diferenciales.

Se inicia presentando una clasificacion de los diferentes sistemas de ecuaciones asi como la relacion que existe entre una ecuacion diferencial ordinario de orden n con un sistema de ecuaciones diferenciales, y despúes se presentan varios método para resolver un sistemas de ecuaciones diferenciales lineales (o formas de expresar la solución) y debido a que no existe un metodo de solucion para los sistemas de ecuaciones no lineales, se dará una descripcion cualitativa y/o geométrica del comportamiento de las soluciones (trayectorias) de los sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales en R^2 a traves del comportamiento de las soluciones de un sistema lineal (método de linealización), asi como también de los sistemas dinámicos. Se establecerán algunos teoremas importantes que nos indicaran la naturaleza de las soluciones de los sistemas de ecuaciones asi como la estabilidad de los puntos criticos (nodo, silla, foco o centro) tanto de sistemas lineales como no lineales.

Relación con el perfil

Modular

De egreso

Esta unidad de aprendizaje pertenece al módulo de Ecuaciones Diferenciales cuyo objetivo es desarrollar la capacidad de identificar los sistemas autonomos y no autonomos, lineales y no lineales. Utilizar el método adecuado para resolver problemas del área de la física-matemáticas mediante un sistema de ecuaciones diferenciales utilizando el lenguaje matemático adecuado, así como interpretar correctamente la solución del sistema.

Conforme al perfil de egreso de la licenciatura en matemáticas, el alumno tendrá las herramientas necesarias para proponer modelos que se resuelvan con ecuaciones diferenciales parciales ya sea de la vida real, la matemática misma o de otras ciencias como física, química, etc. Utilizando todas las herramientas a su alcance, bibliografía y/o equipo de cómputo así como de algún software

Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura

Transversales

Genéricas

Profesionales

1. Aplica los conceptos básicos para modelar un problema de la física matemática.
2. Contrasta la información con diferentes fuentes bibliográficas.
3. Desarrolla su capacidad de comunicación acertiva al explicar la solución de un

1. Clasifica un sistema de ecuaciones diferenciales.
2. Distingue un sistema lineal de uno no lineal, autonomo y no autonomo.
3. Identifica las diferentes formas de expresar la solucion de un sistema de ecuaciones diferenciales.
4. Utiliza el pensamiento cualitativo y razonamiento

1. Comprende la importancia de trabajar en equipo un trabajo interdisciplinario.
2. Es autocritico al modelar y resolver un problema de la vida real o de las ciencias e



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p>problema ante sus compañeros o personas de otras disciplinas.</p> <p>4. Crea algoritmo para resolver sistemas de ecuaciones y comprender el fenómeno de estudio logrando un aprendizaje significativo.</p>	<p>analítico para identificar cuando un sistema no lineal se puede linealizar.</p> <p>5. Clasifica los puntos criticos de un sistema de ecuaciones diferenciales.</p> <p>6. Utiliza herramientas de computo científico como apoyo para entender y resolver sistemas de ecuaciones no lineales entendiendo los algoritmos utilizados e interpretando los resultados computacionales utilizados.</p>	<p>ingeniería.</p> <p>3. Se expresa adecuadamente tanto en forma verbal como escrita.</p> <p>4. Participa activamente en estudios de casos para modelar y resolver problemas</p>
---	--	--

Saberes involucrados en la UA o Asignatura

Saber (conocimientos)	Saber hacer (habilidades)	Saber ser (actitudes y valores)
<p>Clasificar un sistema de ecuaciones diferenciales.</p> <p>Comprende las condiciones necesarias y suficientes para que un sistema de ecuación diferencial tenga solución.</p> <p>Distinguir los diferentes tipos de expresar la solución de un sistema</p> <p>Analiza las trayectorias de un sistema dependiendo del tipo de punto crítico.</p>	<p>Encontrar los valores y vectores característicos de una matriz</p> <p>Identifica claramente los términos homogéneos y no homogéneos de un sistema de ecuaciones.</p> <p>Utiliza el método adecuado para encontrar la solución particular de un sistema lineal no homogéneo.</p> <p>Determina claramente la estabilidad de los puntos críticos (silla, nodo, espiral o centro)</p> <p>Utiliza herramientas computacionales (equipo de cómputo y software) como apoyo para plantear, resolver y analizar problemas aplicados tanto a la matemática mismo como a otras áreas.</p>	<p>Respeto hacia el maestro y los demás compañeros.</p> <p>Respeto a los compañeros cuando expresan su opinión.</p> <p>Maneja adecuadamente los tiempos para realizar las actividades o tareas extra clase.</p> <p>Asume una actitud positiva y proactiva a la hora de trabajar con otros integrantes del grupo.</p> <p>Indaga sobre cómo resolver un problema cuando se enfrenta con ciertas dificultades.</p>

Producto Integrador Final de la UA o Asignatura

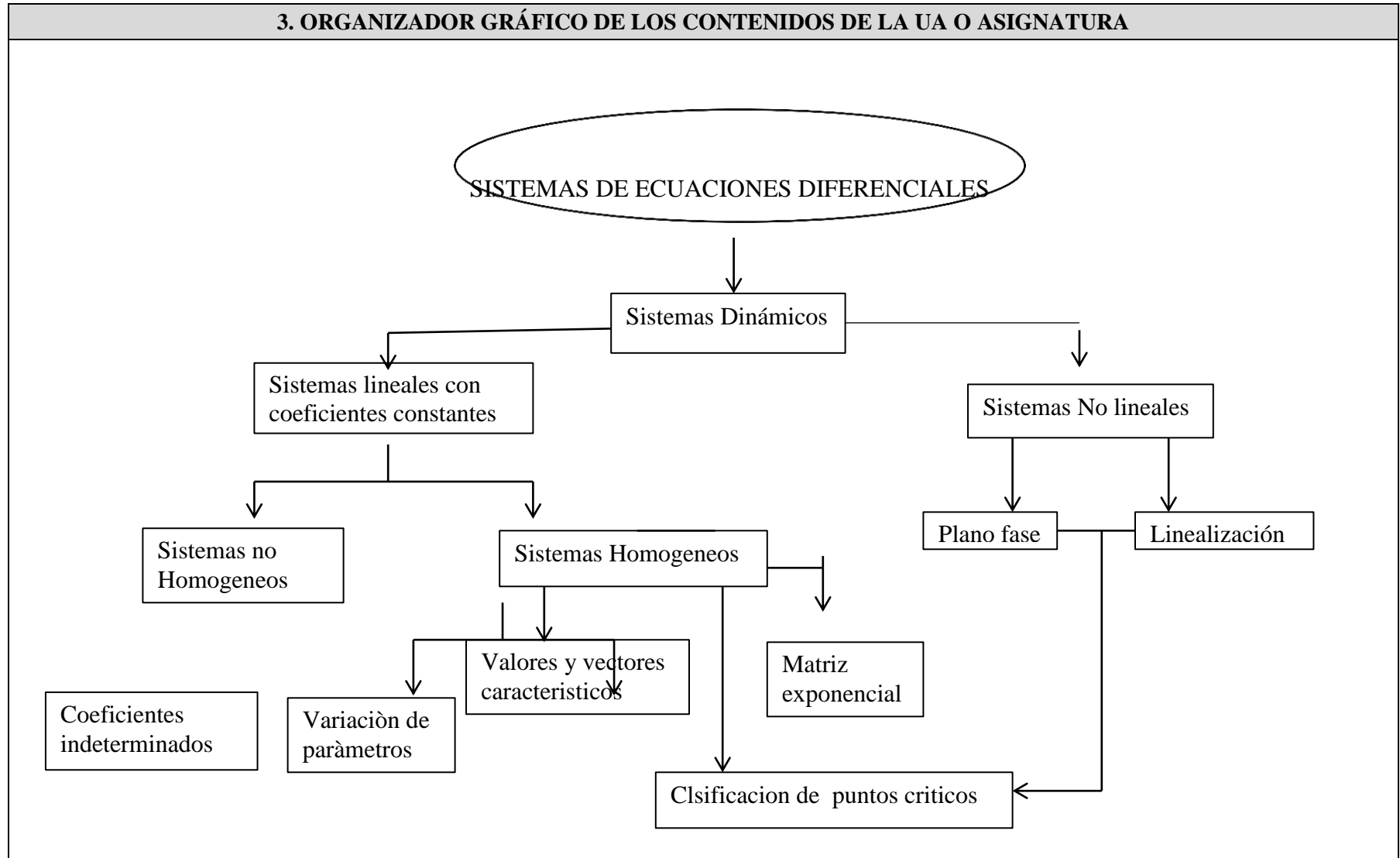
Título del Producto: Notas del curso completas

Objetivo: Se espera que mediante el concentrado de las notas del curso se propicie en el estudiante una reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje con el fin de mejorar sus hábitos de estudio y defina sus estrategias a la hora de resolver problemas..

Descripción: Las notas del curso deben incluir, definiciones, conceptos importantes, teoremas con demostraciones y métodos de solución de los sistemas de ecuaciones diferenciales así como todos los ejercicios que se dejaron durante el curso resueltos.



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



4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad temática 1: Introducción a los Sistemas Dinámicos (4 hrs)



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Objetivo de la unidad temática: Aplicar los conceptos básicos en la modelación de un sistema de ecuaciones diferenciales, así como relacionar una ecuación diferencial de orden n con un sistema de n ecuaciones diferenciales lineales.

Introducción: La unidad temática tiene como propósito dar a conocer los conceptos básicos de un sistema de ecuaciones diferenciales, haciendo una clasificación de los mismos (lineales, no lineales, autónomo, coeficientes constantes o variables etc), iniciando con la relación entre una ecuación diferencial y un sistema lineal de ecuaciones diferenciales y después se presentan algunos modelos que se presentan en la física-matemática o en la vida real.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
1. Introducción. 1.1. Conceptos básicos 1.2. Relación de los sistemas de primer orden y las ecuaciones de segundo orden. 1.3. Propiedades de los sistemas autónomos. 1.4. Modelos de especies que interactúan	Relación entre las variables dependientes e independientes. Clasificación de las Ecuaciones diferenciales Ordinarias de orden n . Saber parametrizar una ecuación. Conocer el teorema de existencia y unicidad de la solución de una ecuación diferencial ordinaria.	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros Transformar una ecuación diferencial a un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden. Ejercicios extra clase para el portafolio.

Unidad temática 2: Sistemas Lineales con coeficientes constantes (16 hrs)

Objetivo de la unidad temática: Conocer los diferentes métodos de solución de un sistema de ecuaciones lineales y aplicarlos en algunos modelos de la física-matemática

Introducción: En esta unidad temática se desarrollará una teoría general para resolver sistemas de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes. Se dará un método de solución en el que se utilizarán algunos conceptos del álgebra de matrices (valores y vectores característicos). Las diferentes formas que se darán para expresar la solución de un sistema lineal tiene gran importancia a la hora de resolver algunos problemas de la física o matemática misma o áreas afines, además la teoría es fundamental para efectuar el análisis de las soluciones de sistemas de ecuaciones no lineales.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
2.1. Sistemas lineales homogéneos; conceptos básicos 2.2. Valores y vectores característicos 2.2.1. Valores característicos reales y diferentes 2.2.2. Valores característicos reales e iguales 2.2.3. Valores característicos complejos conjugados 2.3. Solución por diagonalización. 2.4. Sistemas de ecuaciones lineales no homogéneos. 2.4.1. Coeficientes indeterminados 2.4.2. Variación de parámetros 2.5. Matriz exponencial y sus propiedades.	Conceptos básicos del álgebra matricial y solución de sistemas de ecuaciones algebraicas. Resolver el polinomio característico para obtener los valores y vectores característicos de una matriz. La serie de Taylor de una función. Saber expresar la solución de un sistema en forma matricial. Identificar cuando un sistema se puede resolver por diagonalización. Transformar un sistema en coordenadas cartesianas a polares. Verificar que una matriz fundamental satisface las propiedades que un conjunto fundamental de soluciones de una ecuación diferencial.	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Unidad temática 3: Estabilidad según Lyapunov y estabilidad asintótica (6 hrs)

Objetivo de la unidad temática: La unidad temática pretende dar una introducción al gran tema estabilidad de sistemas de ecuaciones diferenciales, tanto lineales como no lineales. Se analiza la estabilidad de los puntos críticos del sistema lineales según Lyapunov y para el caso de los sistemas no lineales, mediante el estudio del comportamiento del estado en un entorno del punto de equilibrio.

Introducción: El concepto de estabilidad e inestabilidad esta presente en la vida cotidiana, como por ejemplo; el paciente esta estable, nuestra moneda es inestable, etc. La teoría de la estabilidad juega un rol muy importante dentro de la teoría de sistemas e ingeniería. Es una de las características mas importantes de los sistemas dinámicos ya que, en los sistemas dinámicos existen distintos tipos de problemas de estabilidad y se analizaran esos diferentes tipos de problemas.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
3.1. El criterio de la estabilidad de un sistema lineal con coeficientes constantes. 3.2 Teorema de Lyapunov sobre la estabilidad en una primera aproximación 3.3. Función de Lyapunov: lema de Lyapunov sobre estabilidad y estabilidad asintótica 3.4. Teorema de Chetaev sobre inestabilidad	Concepto de estabilidad, limites de trayectorias alrededor de un punto crítico. Derivadas parciales para encontrar la función de Lyapunov. Conocer los metodos de Lyapunov para determinar la estabilidad de un sistema. Aplicar las diferentes formas de linealizar un sistema para analizar la estabilidad de los puntos criticos. Interpretación geométrica de los diferentes puntos criticos para comprender la estabilidad de los mismos.	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro.

Unidad temática 4: Retrato fase para un sistema lineal plano (dos variables) (12 hrs)

Objetivo de la unidad temática: El objetivo de la unidad tematica es dar a conocer una forma de analizar la naturaleza de los puntos criticos en forma geometrica a traves de la traza y el determinante de la matriz del sistema.

Introducción: Una de las formas mas claras de entender el comportamiento de las trayectorias de un sistema de ecuaciones diferenciales y la naturaleza de los puntos criticos es la forma gráfica. Después de calcular todos los puntos criticos del sistema se puede analizar la naturaleza de cada uno de los puntos criticos mediante el calculo de la traza y el determinante de la matriz. A traves del plano fase es muy claro saber que tipo de punto critico es y sobre todo si es estable o inestable.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
4.1. Cambios de coordenadas. 4.2. La traza y determinante de un sistema planar. 4.3. Clasificación de los puntos singulares (puntos de equilibrio) en el plano (R^2): el nodo, el de silla, el foco, el centro 4.4. Separatrices.	Solución de sistemas para determinar los puntos criticos. Solucion de una ecuacion cuadratica para determinar la traza y el determinante de la matriz. Conocer el sistema planar (traza – determinante) para clasificar el punto critico.	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro.

Unidad temática 5: Sistemas de Ecuaciones Diferenciales No Lineales (13 hrs)



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Objetivo de la unidad temática: Analizar el comportamiento de un sistema no lineal cerca de un punto crítico mediante el comportamiento del sistema lineal cerca del origen.

Introducción: En esta unidad temática estudiaremos sistema se ecuaciones diferenciales no lineales $\frac{dx}{dt} = f(X)$. Se demostrara que bajo ciertas condiciones la función f , el sistema no lineal tiene solución única a través de cada punto X_0 definido sobre un intervalo $(a, b) \in \mathbb{R}$. En general no es posible resolver un sistema no lineal sin embargo si se puede dar un comportamiento local del sistema mediante el comportamiento de las soluciones del sistema lineal.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
5.1. Plano de fase para sistemas autónomos no lineales. Relación con puntos de equilibrio del sistema linealizado. 5.2. Teorema de existencia y unicidad. 5.3.. Dependencia continua de las soluciones 5.4. Estabilidad de las trayectorias. 5.5. Bifurcaciones y caos. 5.6. Mapa de Poincaré. 5.7. teorema de Poincaré-Bendixson.	Daber transformar un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales en una ecuación diferencial mediante la eliminación del parámetro t . Conocer y aplicar el teorema de existencia y unicidad de un sistema de ecuaciones no lineales. Analizar la estabilidad local de las trayectorias de un sistema no lineal a través del análisis del sistema lineal. Aplicar el teorema de Poincaré-Bendixson a los sistemas no lineales.	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro.



5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Requerimientos de acreditación:

- 1.- Para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario 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.
- 2.- Asistir puntualmente a las clases, participar activamente en las actividades en el salon de l case y realizar las actividades que se dejen de tarea, ya sean ejercicios o investigación.
- 3.- Debe cumplir con los requisitos para presentar los examen y realizarlos honestamente.
- 4.- Ser dicitplinado en el salón de clase y repetar tanto al maestro como a los compañeros sobre todo cuando haya opiniones con las cuales no este muy de acuerdo.

Criterios generales de evaluación:

El alumno tiene que presentar los exámenes parciales en las fechas establecidas, las tareas realizadas durante el semestre, entregar las notas del curso completas, asi como tener una participacion activa en el salon de clase durnte todo el curso. Los rublos de evaluacion son los siguientes:

- 60% Exámenes parciales (teorico/practicos)
- 25% Tareas
- 10% Notas del curso incluyendo todas las tareas
- 5% Participacion activa en clase

Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
1er Examen parcial	Todos los concetos involucrados en la Unidad tematica 1 y 2. Identificar las variables dependientes e independientes. Clasificación de las Ecuaciones diferenciales Ordinarias de orden n. Saber parametrizar una ecuación. Aplicar adecuadamente el teorema de existencia y unicidad de la solución de una sistema de ecuaciones diferencial Resolver el polinomio caracteristico oara obtener los valores y vectores caracteristicos de una matriz. La serie de Taylor de una función. Saber expresar la solucion de un sistema en forma matricial. Identificar cuando un sistema se puede resolver por diagonalización.	Relación entre un sistemas de ED de primer orden y una ecuacion diferencial de orden n. Propiedades de los sistemas autonomos. Sistemas lineales homogéneos; Valores y vectores característicos; a) reales y diferentes b) reales e iguales y c) complejos conjugados. Diagonalización. Método de Coeficientes indeterminados, Variación de parámetros. Matriz exponencial.	30%



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

	Verificar que una matriz fundamental satisface las propiedades que un conjunto fundamental de soluciones de una ecuación diferencial.		
2do Examen parcial	<p>Todos los conceptos involucrados en las unidades temáticas 3, 4 y 5: Estabilidad, límites de trayectorias alrededor de un punto crítico. Derivadas parciales para encontrar la función de Lyapunov; métodos de Lyapunov para determinar la estabilidad de un sistema. Aplicar las diferentes formas de linealizar un sistema para analizar la estabilidad de los puntos críticos. Interpretación geométrica de los diferentes puntos críticos para comprender la estabilidad de los mismos; Resolver sistemas de ecuaciones para determinar los puntos críticos y determinar la naturaleza de los puntos críticos a través de la traza y el determinante de la matriz tanto para sistemas lineales como no lineales. Conocer el sistema planar</p>	<p>El criterio de la estabilidad de un sistema lineal con coeficientes constantes.</p> <p>Teorema de Lyapunov sobre la estabilidad en una primera aproximación. Teorema de Chetaev sobre inestabilidad. Cambios de coordenadas.</p> <p>La traza y determinante de un sistema planar.</p> <p>Clasificación de los puntos singulares (puntos de equilibrio) en el plano (R^2): el nodo, el de silla, el foco, el centro</p> <p>Separatrices.</p> <p>Plano de fase para sistemas autónomos no lineales. Relación con puntos de equilibrio del sistema linealizado.</p> <p>Teorema de existencia y unicidad.</p> <p>Dependencia continua de las soluciones</p> <p>Bifurcaciones y caos.</p> <p>Mapa de Poincaré.</p> <p>teorema de Poincaré-Bendixson.</p>	30%
Producto final			
Descripción		Evaluación	
Título: Notas del curso con ejercicios resueltos		Criterios de fondo: Para su aprobación, las definiciones, teoremas conceptos importantes deben estar bien señalados y los ejercicios bien resueltos revisor por el maestro.	Ponderación
Objetivo: Se espera que mediante el concentrado de las notas del curso se propicie en el estudiante una reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje con el fin de mejorar sus hábitos de estudio y defina sus estrategias a la hora de resolver problemas..			10%



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Caracterización : Las notas del curso deben incluir, definiciones, conceptos importantes, teoremas con demostraciones y metodos de solución de los sistemas de ecuaciones diferenciales asi como todos los ejercicios que se dejan durante el curso resueltos.	Criterios de forma: Se debe entrar en orden y con limpieza: si es a mano en una libreta o en un archivo en pdf si es escritos en un procesador.	
Otros criterios		
Criterio	Descripción	Ponderación
Tareas	El estudiante debe hacer y entregar todos los ejercicios que se dejan para su revisión	25%
Participación	El alumno debe tener una participación activa en el salón de clase realizando los ejercicios que se indican y respetando las opiniones de los demás compañeros.	5%



6. REFERENCIAS Y APOYOS				
Referencias bibliográficas				
Referencias básicas				
Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso)
Hirsch, Morris	2005	Differential Equations, dynamical Systems and Introduction to Chaos.	Second Edition	
Lawrence, Perko	2001	Differential Equations and Dynamical Systems	Springer Second Edition	
Referencias complementarias				
Willamson, Richard E.	1997	Introduction to differential equations and dynamical systems		
Apoys (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)				
Unidad temática 1: https://wp.me/p5P46A-6Z				
Unidad temática 2: https://wp.me/p5P46A-iy				
Unidad temática 3: https://wp.me/p5P46A-j3				
Unidad temática 4:				
Unidad temática 5:				