



PROGRAMA DE ESTUDIO POR COMPETENCIAS
ECUACIONES DIFERENCIALES

I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

Espacio Educativo: Facultad de Ingeniería						
Licenciatura: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Computación e Ingeniería Electrónica				Área de docencia: Matemáticas		
Año de aprobación por el Consejo Universitario:						
Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno		Fecha:	Programa elaborado por: M. en C. Lorena Elizabeth Manjarrez Garduño Ing. María del Carmen Hernández Maldonado Dr. José Ismael Arcos Quezada		Programa revisado por: Ing. José A. Gutiérrez Palacios	
			Fecha de elaboración : Octubre de 2009			
Clave	Horas de teoría	Horas de práctica	Total de horas	Créditos	Tipo de curso	Núcleo de formación
L41104	4.0	0	4.0	8	Curso	Básico
Unidad de Aprendizaje Antecedente				Unidad de Aprendizaje Consecuente:		
Programas educativos o espacios académicos en los que se imparte: Facultad de Ingeniería						



II. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

Las ecuaciones diferenciales en las escuelas de ingeniería. Los conceptos y técnicas considerados tradicionalmente en los cursos de ecuaciones diferenciales, en las escuelas de ingeniería, han tenido dos propósitos básicos; por un lado, que los alumnos aprendan a modelar fenómenos o situaciones presentes en las ciencias básicas y de la ingeniería, por medio de un problema con valores iniciales o en la frontera, que involucre algún tipo de ecuación diferencial. Por otra parte, y como complemento, el alumno deberá ser capaz de resolver el modelo resultante, ya sea de manera exacta o aproximada, o bien, de hacer alguna interpretación geométrica del modelo, que permita dar alguna explicación de la situación presente.

Ahora bien, Para dar buen cumplimiento a la primera de las competencias señaladas, es decir, la de obtener el modelo matemático, a partir de una situación propuesta, en el contexto de las ciencias básicas o de la ingeniería, se requiere, por supuesto, que el alumno posea los conocimientos necesarios de la ciencia en cuestión, que le permitan establecer, mediante la simbología propia del cálculo diferencial, un determinado fenómeno, expuesto verbalmente. Esta es la razón por la cual, en otras instituciones, los cursos de ecuaciones diferenciales se ofrecen a partir del cuarto o quinto semestre.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (FIUAEM), en cambio, el curso básico de la materia no requiere (obligatoriamente) del alumno, que haya cursado y aprobado ninguna otra unidad de aprendizaje, aunque se supone que posee conocimientos mínimos del cálculo para funciones en una variable. Es así que por lo general los alumnos se inscriben al curso en su segundo semestre, por lo que resulta sumamente complicado incluir muchas de aquellas aplicaciones que se encuentran en los textos.

En cuanto a la solución del problema resultante, el cual en este caso sería un Problema con Valores Iniciales (PVI) o un Problema con Valores en la Frontera (PVF), tradicionalmente, casi la totalidad del curso se dedica a los métodos simbólicos que proporcionan la solución exacta del Problema, desatendiendo los métodos numéricos y el aspecto gráfico. Ello resultaba explicable hace cuatro décadas, cuando la tecnología disponible no facilitaba, ni el trabajo operativo ni el gráfico ni mucho menos la manipulación simbólica, por lo que el trabajo simbólico con las ecuaciones diferenciales, por parte del alumno, era la competencia principal a tomar en cuenta.

Además, los problemas que eventualmente enfrentará el ingeniero, en su actividad profesional, casi seguramente no admitirán una solución exacta, por lo que la tendencia en estos cursos, tal y como se observa en los textos escritos para el propósito, es la de atender menos los métodos simbólicos y más los numéricos y gráficos. Sin embargo, se debe reconocer que este proceso deberá aplicarse paulatinamente, por lo que, en esta versión no se aprecian grandes cambios en ese sentido.

Finalmente, cabe mencionar que es necesario que los profesores de la asignatura no sólo se actualicen en los aspectos numérico y gráfico, sino también en el uso de software con manipulador simbólico (como Mathematica o Maple), ya que esta herramienta puede hacer buena parte de los procesos involucrados, lo que permitirá dedicar mayor atención a los aspectos más importantes para el estudiante de ingeniería: la modelación y la solución de problemas.



III. LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DEL DOCENTE	DEL DISCENTE
<p>Establecer las políticas del curso. Respetar el horario del curso y la forma de evaluarlo. Cumplir el temario y el número de horas asignadas al curso. Asesorar y guiar el trabajo de las unidades de aprendizaje. Retroalimentar el trabajo de los alumnos. Fomentar la creatividad en los alumnos a través del desarrollo de proyectos. Preparar material y utilizar estrategias que permitan alcanzar los propósitos del curso. Asistir a todas las sesiones y estar a tiempo. Mantener el control dentro del aula y fomentar el trabajo en equipo. Mantener una actitud de respeto y tolerancia a los discentes.</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Asistir puntualmente▪ Contar con la asistencia establecida en el reglamento de Facultades:<ul style="list-style-type: none">○ 80% para examen ordinario○ 60% para examen extraordinario○ 30% para examen a título de suficiencia▪ Cumplir con las actividades encomendadas entregando con calidad en tiempo y forma los trabajos requeridos▪ Participar activa y críticamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje

IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Propósito general. El estudiante será capaz de:
Modelar fenómenos físicos y geométricos haciendo uso de ecuaciones diferenciales ordinarias, obtener la solución de problemas de aplicación que involucren ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias e interpretar gráfica o cualitativamente los resultados obtenidos en los problemas de aplicación.



V. COMPETENCIAS GENÉRICAS

Uso del lenguaje y la herramienta matemática para la modelación de fenómenos propios de las ciencias básicas y de la ingeniería.

Uso del lenguaje y la herramienta matemática para el planteamiento y solución de problemas propios de la ingeniería.

VI. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

Cursos de Ciencias Básicas y de la Ingeniería

VII. ESCENARIOS DE APRENDIZAJE

Aula



VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. Ecuaciones de primer orden

I.1. Conceptos básicos

I.2. Métodos simbólicos

I.2.1. Ecuaciones separables

I.2.2. Cambio de variable

I.2.3. Ecuaciones exactas

I.2.4. Ecuaciones homogéneas

I.2.5. Factor integrante

I.2.6. Ecuaciones lineales

I.2.7. Series de potencias

I.3. Métodos numéricos y gráficos

I.3.1. Método de Euler

I.3.2. Método de Runge-Kutta

I.3.3. Campo de pendientes

I.4. Modelos (aplicaciones)

I.4.1. Crecimiento y decaimiento exponencial

I.4.2. Trayectorias ortogonales



- I.4.3. Ley de Newton para enfriamiento/calentamiento
- I.4.4. Mezclas
- I.4.5. Movimiento en caída libre (sin y con rozamiento con el aire)
- I.4.6. Tiro vertical y tiro parabólico

II. Ecuaciones lineales

- II.1. Conceptos básicos
- II.2. Métodos simbólicos
 - II.2.1. Reducción de orden
 - II.2.2. Ecuación homogénea con coeficientes constantes
 - II.2.3. Ecuación no homogénea con coeficientes constantes. Obtención de una solución particular
 - II.2.4. Ecuación con coeficientes variables. Ecuación de Euler-Cauchy
 - II.2.5. Ecuación con coeficientes variables. Series de potencias
 - II.2.6. Transformada de Laplace
- II.3. Métodos numéricos y gráficos
 - II.3.1. Método de Euler
 - II.3.2. Método de Runge-Kutta
- II.4. Modelos (aplicaciones)
 - II.4.1. Sistema masa-resorte
 - II.4.2. Circuitos LR, RC y LRC en serie



III. Sistemas de ecuaciones lineales

- III.1. Conceptos básicos
- III.2. Métodos simbólicos
 - III.2.1. Eliminación
 - III.2.2. Transformada de Laplace
 - III.2.3. Método matricial
- III.3. Métodos numéricos y gráficos
 - III.3.1. Método de Euler
 - III.3.2. Método de Runge-Kutta
 - III.3.3. Plano fase (sistemas autónomos)
- III.4. Modelos (aplicaciones)
 - III.4.1. Sistemas masa-resorte acoplados
 - III.4.2. Redes de circuitos eléctricos



IX. DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE COMPETENCIA I ECUACIONES DE PRIMER ORDEN	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
El estudiante será capaz de modelar fenómenos físicos y geométricos, por medio de un Problema con valores iniciales, que involucre una ecuación diferencial de primer orden, resolver el problema (simbólica o numéricamente) e interpretar gráfica o cualitativamente los resultados obtenidos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ecuación diferencial ➤ Ecuación diferencial lineal y no lineal ➤ Ecuación diferencial separable ➤ Ecuación diferencial homogénea ➤ Ecuación diferencial exacta ➤ Factor integrante ➤ Ecuación diferencial lineal ➤ Ecuaciones diferenciales y curvas en el plano ➤ Trayectorias ortogonales ➤ Crecimiento poblacional ➤ Decaimiento radiactivo ➤ Ley de Newton para enfriamiento ➤ Mezclas ➤ Método de Euler 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar una ecuación diferencial separable de una que no lo es. ➤ Aplicar las diferentes técnicas de integración para obtener la solución de una ecuación diferencial utilizando separación de variables. ➤ Aplicar adecuadamente el método de Euler y comparar el resultado obtenido con la solución simbólica. ➤ Reconocer la naturaleza de un problema de valor inicial. ➤ Modelar un problema de aplicación con una ecuación diferencial de primer orden y resolverlo. 	<p>Actitudes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Propositiva ➤ Positiva para aprender ➤ Analítica ➤ Trabajo en equipo <p>Valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Compañerismo ➤ Respeto ➤ Puntualidad ➤ Trabajo ➤ Honestidad ➤ Responsabilidad
<p>Estrategias didácticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Elaboración de una gráfica tipo II con los tipos de ecuaciones diferenciales. ➤ Exposición introductoria del procedimiento de solución del método de variables separables. ➤ Representación gráfica que permita visualizar los problemas de aplicación. ➤ Ejercicios de reforzamiento. 	<p>Recursos requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintaron, plumones y borrador. ➤ Copias del material a emplear. ➤ Libro y/o material de la asignatura. 	<p>Tiempo destinado:</p> <p style="text-align: center;">22 horas</p>	



<ul style="list-style-type: none"> ➤ Leer, analizar, sintetizar y discutir un texto relativo a problemas de aplicación. ➤ Elaboración de una matriz (gráfica tipo I) con las características de los diversos métodos de solución de las ecuaciones diferenciales de primer orden. ➤ Exposición introductoria de los procedimientos de solución de los distintos métodos. ➤ Representación gráfica que permita visualizar los problemas de aplicación. ➤ Ejercicios de reforzamiento. ➤ Cuestionario. ➤ Leer, analizar, sintetizar y discutir un texto relativo a problemas de aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calculadora ➤ computadora (más software e internet), 	
<p>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p>		
<p>Identificar los diferentes tipos de ecuaciones diferenciales de acuerdo a sus características. Identificar una ecuación diferencial ordinaria separable de una que no lo es, realizando muy poca o ninguna labor algebraica. Que pueda determinar la naturaleza de un problema de aplicación con base en los datos que presenta el mismo. Establecer correctamente la ecuación ordinaria en variables separables que represente un fenómeno de crecimiento poblacional, decaimiento radiactivo, trayectorias ortogonales o mezcla de dos soluciones. Que aplique correctamente las técnicas de integración para obtener la solución de una ecuación diferencial en variables separables. Obtener la solución correcta de una ecuación diferencial utilizando el método de variables separables. Que pueda comparar los resultados obtenidos al resolver una ecuación diferencial de forma simbólica y numérica. Identificar y reconocer las diferencias entre las ecuaciones homogéneas, exactas, lineales, de factor integrante, de Bernoulli, de Ricatti y las que requieren otras sustituciones. Que pueda determinar la naturaleza de un problema de aplicación con base en los datos que</p>	<p style="text-align: center;">DESEMPEÑO</p> <p>Series de ejercicios y problemas a resolver individualmente y por equipo. Otras actividades a realizar dentro y fuera del aula.</p>	<p style="text-align: center;">PRODUCTOS</p> <p>Examen parcial (escrito).</p>



<p>presenta el mismo. Establecer correctamente la ecuación ordinaria homogénea, exacta, lineal, de factor integrante o de Bernoulli que represente un problema de valor inicial de mezclas, temperatura, flujo de fluidos, modelos de población, etc., y resolverla.</p>		
--	--	--

UNIDAD DE COMPETENCIA II ECUACIONES LINEALES	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
<p>El estudiante será capaz de modelar fenómenos físicos y geométricos, por medio de un Problemas con valores iniciales o problemas con valores en la frontera, que involucren ecuaciones lineales de segundo orden (o mayor), resolver (simbólica o numéricamente) el problema, e interpretar gráfica o cualitativamente los resultados obtenidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ecuación diferencial lineal, de orden 2 o mayor ➤ Ecuación lineal homogénea y no homogénea ➤ Ecuación con coeficientes variables o constantes ➤ Método de reducción de orden ➤ Método de coeficientes indeterminados ➤ Método de variación de parámetros ➤ Ecuación de Cauchy-Euler ➤ Propiedades de la función exponencial y de las funciones seno y coseno ➤ Sistema masa-resorte ➤ Circuitos eléctrico LR, RC, y LRC en serie ➤ Segunda Ley de Kirchhoff ➤ Serie de potencias ➤ Puntos ordinarios ➤ Transformada de Laplace: ➤ Función escalón ➤ Convolución 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar las características de una ecuación diferencial de orden superior. ➤ Identificar si dos o más soluciones son linealmente dependientes o independientes. ➤ Obtener la ecuación auxiliar de una ecuación diferencial homogénea con coeficientes constantes (o variables). ➤ Obtener la solución de una ecuación diferencial homogénea, con coeficientes constantes y con coeficientes variables (Cauchy-Euler). ➤ Modelar un sistema masa-resorte o un circuito eléctrico y resolverlo. ➤ Obtener una solución en serie de potencias de una ecuación diferencial de primer orden. 	<p>Actitudes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Propositiva. ➤ Positiva para aprender ➤ Trabajo en equipo. <p>Valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Compañerismo ➤ Respeto ➤ Puntualidad ➤ Trabajo ➤ Honestidad ➤ Responsabilidad



		<ul style="list-style-type: none">➤ Obtener un par de soluciones, linealmente independientes, de una ecuación diferencial de segundo orden con coeficientes variables.➤ Modelar un sistema masa-resorte o un circuito eléctrico con algún coeficiente variable y resolverlo.➤ Obtener la transformada de Laplace y la transformada inversa de diversas funciones, aplicando las propiedades y teoremas correspondientes.➤ Establecer la ecuación diferencial o integral de un problema de valor inicial.➤ Aplicar la transformada de Laplace para obtener la solución de las ecuaciones anteriores.	
Estrategias didácticas: <ul style="list-style-type: none">➤ Exposición conceptual.➤ Material puente.➤ Ejercicios de reforzamiento.➤ Cuestionario.➤ Elaboración de una matriz (gráfica tipo I) con las características de los métodos de solución de las ecuaciones diferenciales de orden superior.➤ Exposición introductoria de los procedimientos de solución de los métodos.➤ Mapa conceptual.➤ Presentación de dibujos o imágenes que permitan visualizar los problemas de aplicación.➤ Leer, analizar, sintetizar y discutir un texto relativo a un problema de aplicación.➤ Elaboración de una matriz (gráfica tipo I) con las propiedades y teoremas de la		Recursos requeridos: <ul style="list-style-type: none">➤ Pintaron, plumones y borrador.➤ Copias del material a emplear.➤ Libro y/o material de la asignatura.➤ Calculadora➤ Computadora (más software e internet).	Tiempo destinado: 24 horas



<p>transformada de Laplace aplicables a la solución de ecuaciones diferenciales o integrales.</p>		
<p>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</p>	EVIDENCIAS	
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS
<p>Emplear correctamente la terminología de la unidad de competencia. Determinar si dos o más soluciones son linealmente dependientes o independientes haciendo uso de la definición de independencia lineal o del determinante wronskiano. Utilizar el método de reducción de orden para obtener la solución de una ecuación diferencial homogénea de segundo orden con coeficientes variables o constantes. Que identifique las características de una ecuación diferencial de orden superior y los métodos de solución aplicables a la misma. Obtener la solución de una ecuación diferencial homogénea con coeficientes constantes o de Cauchy-Euler utilizando la ecuación auxiliar. Aplicar correctamente el método de coeficientes indeterminados para obtener la solución de una ecuación diferencial no homogénea de orden superior con coeficientes constantes. Aplicar correctamente el método de variación de parámetros para obtener la solución de una ecuación diferencial no homogénea de orden superior con coeficientes constantes o variables (de Cauchy-Euler). Elaboración del mapa conceptual de las ecuaciones diferenciales de orden superior y sus métodos de solución. Que identifique y reconozca las diferencias entre los tipos de movimiento que se pueden presentar en un sistema masa-resorte o las vibraciones eléctricas de un circuito eléctrico. Establecer correctamente la ecuación diferencial ordinaria de segundo orden que represente un sistema masa-resorte o un circuito eléctrico y resolverla. Que aplique adecuadamente el método de series de potencias para obtener la solución de una ecuación diferencial de primer o segundo orden con coeficientes variables alrededor de puntos ordinarios. Establecer correctamente la ecuación diferencial ordinaria de segundo orden que represente un sistema masa-resorte o un circuito eléctrico con algún coeficiente variable y resolverla. Que aplique adecuadamente la definición, y las propiedades de la transformada de Laplace a una ecuación diferencial o integral para obtener su solución. Identificar los datos de un problema de valor inicial, establecer la ecuación que lo representa y resolverlo utilizando transformada de Laplace.</p>	<p>Series de ejercicios y problemas a resolver individualmente y por equipo. Otras actividades a realizar dentro y fuera del aula.</p>	<p>Examen parcial (escrito).</p>



UNIDAD DE COMPETENCIA III SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
El estudiante será capaz de modelar fenómenos físicos y geométricos, por medio de un Problema con valores iniciales, que involucre un sistema de ecuaciones lineales, resolver (simbólica o numéricamente) el problema, e interpretar gráfica o cualitativamente los resultados obtenidos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema de ecuaciones diferenciales ➤ Método de eliminación sistemática ➤ Método de la transformada de Laplace ➤ Método matricial para un sistema de ecuaciones de primer orden ➤ Matriz fundamental ➤ Sistemas masa-resorte acoplados ➤ Tanques interconectados ➤ Redes de circuitos eléctricos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar el método o métodos de solución más apropiado(s) para resolver un sistema de ecuaciones diferenciales dado. ➤ Identificar la solución complementaria y particular de un sistema de ecuaciones diferenciales. ➤ Plantear el sistema de ecuaciones diferenciales, dado un problema de valor inicial. 	Actitudes: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Propositiva. ➤ Positiva para aprender ➤ Trabajo en equipo. ➤ Analítica Valores: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Respeto. ➤ Puntualidad. ➤ Compañerismo. ➤ Trabajo. Responsabilidad
Estrategias didácticas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Exposición conceptual ➤ Material puente ➤ Elaboración de un mapa conceptual. ➤ Presentación de dibujos o imágenes que permitan visualizar los problemas de aplicación. ➤ Leer, analizar, sintetizar y discutir un texto relativo a un problema de aplicación. ➤ Exposición introductoria del procedimiento de solución. ➤ Ejercicios de reforzamiento. ➤ Cuestionario. 		Recursos requeridos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintarrón, plumones y borrador. ➤ Copias del material a emplear. ➤ Libro y/o material de la asignatura. ➤ Calculadora ➤ Computadora (más software e internet), 	Tiempo destinado: 18 horas



CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS DESEMPEÑO	PRODUCTOS
<p>Que aplique adecuadamente el método de eliminación sistemática, de la transformada de Laplace o matricial para resolver un sistema de ecuaciones diferenciales dado. Plantear el sistema de ecuaciones diferenciales de un problema de tanques interconectados, sistemas masa-resorte o circuitos eléctricos y resolverlo por el método más adecuado.</p>	<p>Series de ejercicios y problemas a resolver individualmente y por equipo. Otras actividades a realizar dentro y fuera del aula.</p>	<p>Examen parcial (escrito).</p>

X. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Al término de cada unidad de competencia se aplicará un examen parcial. La calificación obtenida en este examen tendrá un peso de entre el 70% y el 90% de la evaluación parcial. (Se recomienda, sin embargo, que se apliquen 4 exámenes parciales y no sólo 3)

Además del examen parcial, podrán (y deberán) considerarse, con fines de evaluación, el desempeño de cada estudiante en el aula y en la realización de un conjunto de actividades a realizar de manera grupal, algunas de las cuales se señalan, para cada sección, en el apartado de "actividades adicionales". Estos factores, y otros que el profesor considere pertinentes, conformarán entre el 10% y el 30% de la evaluación parcial correspondiente a cada unidad, si bien podrá asignarse al final del curso.

La evaluación continua (EC) del curso se conforma entonces, por el promedio parcial (PP), con un peso que va del 70% al 90% y los otros factores (OF) con un peso del 10% al 30%.

Si la evaluación continua es mayor o igual que 6.0, el alumno habrá acreditado el curso y la evaluación ordinaria (EO) será igual a la evaluación continua (EO = EC). En caso contrario podrá optar por presentarse al examen ordinario (EXO), en cuyo caso la evaluación ordinaria se compondrá, por una parte, de la evaluación continua, con un peso que va del 50% al 70% y la obtenida en el examen ordinario (EXO), con un peso que va del 30% al 50%.

Así, si los pesos mencionados son 60% y 40%, respectivamente, entonces la evaluación ordinaria (EO) se obtendrá mediante la siguiente ecuación:

$$EO = 0.6 EC + 0.4 EXO$$

Las otras evaluaciones (extraordinaria y a título de suficiencia) serán las obtenidas en los exámenes correspondientes, es decir, la evaluación continua ya no



es tomada en cuenta.

XI. REFERENCIAS

- Blanchard**, P., Devaney, R. L., Hall, G. R.; *Ecuaciones Diferenciales*, Thomson editores, México, 1999 (1998).
- Campbell**, S., Haberman, R.; *Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Elementales con problemas de valor en la frontera*, McGraw-Hill, México, 1998 (1996).
- Edwards**, C. H., Penney, D. E.; *Ecuaciones Diferenciales Elementales con condiciones en la frontera*, 3ª edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1994 (1993).
- Lomen**, D., Lovelock, D.; *Ecuaciones Diferenciales a través de gráficas, modelos y datos*, CECSA, México, 2000 (1998).
- Marcus**, D. A.; *Ecuaciones Diferenciales*, CECSA, México, 1993 (1991).
- Nagle**, R., Saff, E., Snider, A.; *Ecuaciones Diferenciales Elementales y problemas con valores en la frontera*, Pearson Educación, México, 2001 (2000).
- Simmons**, G. F.; *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas*, 2ª edición, Mc Graw-Hill / Interamericana de España, Madrid, 1993 (1991).
- Trench**, W.; *Ecuaciones Diferenciales Elementales con condiciones en la frontera*, Thomson Learning, México, 2002 (2001).
- Zill**, D. *Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado*. Ed. Thomson Learning, 8ª ed. México (2005).