

**ECUACIONES DIFERENCIALES I**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**GRUPO 4163, CLAVE 0162 (10 CRÉDITOS)**  
**SEMESTRE 2022-2**

RAMÓN G. PLAZA

**Nota importante.**

- Este curso se impartirá en línea a través de la plataforma [Zoom](#).
- Utilizaremos una licencia de la UNAM para dicha plataforma. Los estudiantes requieren únicamente un browser (Google Chrome o Firefox) e instalar el cliente de Zoom. Pueden encontrar las instrucciones en el sitio de [Aulas Virtuales de la UNAM](#).
- Los alumnos oyentes son bienvenidos, pero el previo registro de todos los asistentes es **obligatorio**.
- Si deseas incluir tu nombre en la lista de correo del curso envía un correo a [plaza@mym.iimas.unam.mx](mailto:plaza@mym.iimas.unam.mx).
- El **lunes 14 de febrero del 2022 a las 18:00hrs.** tendrá lugar la primera reunión virtual, donde se presentará el curso y les daré las instrucciones para la conexión.
- La liga para esta primera reunión (así como las ligas para el resto de las lecciones del curso) se las haré llegar por correo electrónico unos minutos antes de empezar.

**Horario.**

- Las clases se llevarán a cabo los **lunes, miércoles y viernes, de 18:00 a 19:00 hrs.**
- Las ayudantías serán los **martes y jueves, de 18:00 a 19:00 hrs.**

**Horas de oficina.**

- Las horas de oficina se destinarán a atender a los alumnos con dudas y aclaraciones sobre el contenido del curso.
- No hay un horario fijo. Las citas se agendan mediante correo electrónico y se utilizará la plataforma Zoom.

**Contacto.**

Dr. Ramón G. Plaza.

Oficina 216, segundo piso, IIMAS.

E-mail: [plaza@mym.iimas.unam.mx](mailto:plaza@mym.iimas.unam.mx); [ramongplaza@gmail.com](mailto:ramongplaza@gmail.com).

Ayudantes:

- M. en C. José Manuel Valdovinos.
- M. en C. Francisco Bautista.

**Página del curso.**

- La página del curso contendrá todos los anuncios relacionados con el mismo, así como tareas, calendario, temario y demás material auxiliar.
- La liga permanente de la página del curso es:  
<https://mym.iimas.unam.mx/ramon/EcuacionesDiferencialesI-2022-2.html>

## EVALUACIÓN

- Se evaluará al estudiante con tareas y exámenes parciales. No habrá examen final.
- La calificación final será: 60 % promedio de exámenes parciales y 40 % promedio de tareas.
- En la evaluación no se tomará en cuenta la asistencia ni a las clases ni a las ayudantías.
- Las tareas (aproximadamente 10 en total) se entregarán en fechas por determinar.
- Los exámenes parciales (4 en total) se realizarán al final de las secciones 2, 3, 4 y 5 en fechas por determinar. El último examen parcial se efectuará en la primera semana de exámenes ordinarios.
- Todo estudiante podrá renunciar a cualquier calificación aprobatoria a solicitud expresa en una fecha anterior a la firma de actas, la cual será determinada durante la semana de exámenes ordinarios.
- Si un estudiante entrega al menos una tarea o presenta al menos un examen parcial que haya sido calificado(a) entonces no tendrá derecho a solicitar NP (no presentado) como calificación final.

**Importante: sobre la entrega de tareas.**

- Con el fin de hacer más eficiente la evaluación y entrega de las tareas, esta última se efectuará **exclusivamente por correo electrónico a:**  
[plaza@mym.iimas.unam.mx](mailto:plaza@mym.iimas.unam.mx).
- Por favor, **no** envíen tareas a los ayudantes.
- Las tareas son **individuales**.
- **No** se aceptan tareas extemporáneas, excepto por causas de fuerza mayor como enfermedad o accidente, y sujeto a la entrega de justificante médico.
- Para evitar archivos demasiado grandes o ilegibles el único formato posible de entrega para las tareas es el **formato PDF**. No se aceptan otros formatos (JPG, PNG, etc.).
- Lo más fácil es resolver los ejercicios a mano y luego escanear las respuestas formando un único archivo PDF con buena calidad. Existen aplicaciones para celular para tal efecto, en caso de no contar con un escáner. También hay muchas páginas en internet que permiten cambiar el formato de los documentos ([smallpdf.com](http://smallpdf.com), por ejemplo).
- Por favor, eliminen los permisos de edición del archivo PDF con el fin de poder corregir la tarea sobre el mismo.

**Importante: sobre los exámenes parciales.**

- Los exámenes parciales se efectuarán de manera **presencial o en línea**, según las instrucciones de las autoridades universitarias y de acuerdo con el calendario epidemiológico.
- Éstos tendrán una duración (estricta) de **1 hora**.

- Los exámenes son **individuales**.
- En el caso en que los exámenes parciales se efectúen de manera remota, el único formato aceptable para su entrega es el formato PDF.

#### CALENDARIO

- El calendario oficial de la UNAM (versión semestral) se puede descargar siguiendo esta [liga](#).
- Periodo de clases: 14 de febrero al 10 de junio, 2022.
- Periodo ordinario de exámenes: 13 al 24 de junio, 2022.
- Días inhábiles: 7 de febrero, 21 de marzo y 10 de mayo, 2022.
- Vacaciones: 11 al 17 de abril, 2022.
- No. total de clases: 46.

#### TEMARIO

##### Objetivo y pre-requisitos.

- El objetivo principal del curso es introducir al estudiante a la teoría de las ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones en los problemas de la vida real, así como proporcionar métodos analíticos, numéricos y cualitativos para análisis de ecuaciones diferenciales.
- Los pre-requisitos son: Álgebra Lineal I (o simultánea) y Cálculo Diferencial e Integral III.

##### Temario del curso.

1. Introducción.
  - 1.1 Motivación y ejemplos.
  - 1.2 Nociones básicas, problemas con valores iniciales y trayectorias ortogonales.
  - 1.3 Métodos geométricos y espacio fase.
  - 1.4 Aplicaciones.
2. Ecuaciones de primer orden.
  - 2.1 Ecuaciones lineales homogéneas.
  - 2.2 Ecuaciones lineales no homogéneas: método de variación de parámetros.
  - 2.3 Ecuaciones no lineales. Ecuaciones exactas y separables.
  - 2.4 Factor integrante.
  - 2.5 Métodos de solución y casos especiales.
  - 2.6 Aplicaciones.
3. Ecuaciones de segundo orden.
  - 3.1 Ecuaciones lineales homogéneas.
  - 3.2 Independencia lineal, Wronskiano y solución general.
  - 3.3 Ecuaciones lineales no homogéneas: método de coeficientes indeterminados.
  - 3.4 Método de reducción de orden.
  - 3.5 Plano fase e interpretación geométrica.
  - 3.6 Ecuaciones lineales con coeficientes constantes.
  - 3.7 Aplicaciones: oscilaciones forzadas y amortiguadas. Resonancia.
  - 3.8 La transformada de Laplace.
  - 3.9 Ecuaciones lineales con coeficientes variables: método de series de potencias.

- 3.10 Puntos singulares y método de Frobenius.
- 3.11 Casos especiales: ecuaciones de Hermite, Euler, Bessel, Legendre e hipergeométrica.
- 3.12 Aplicaciones.
- 4. Teoría de existencia y unicidad.
  - 4.1 Espacios métricos.
  - 4.2 Iteración de Picard.
  - 4.3 Teorema de Peano.
  - 4.4 Continuidad con respecto a datos iniciales.
  - 4.5 Lema de Gronwall.
- 5. Sistemas de primer orden: introducción a la teoría cualitativa.
  - 5.1 Sistemas lineales homogéneos.
  - 5.2 Wronskiano y matriz fundamental.
  - 5.3 Ecuación con coeficientes constantes: exponencial de una matriz.
  - 5.4 Sistemas lineales no homogéneos: método de variación de parámetros.
  - 5.5 Puntos de equilibrio: clasificación y estabilidad.
  - 5.6 Método de linealización para sistemas no lineales.
  - 5.7 Estabilidad: método de Lyapunov.
  - 5.8 Ciclos límite y caos.
- 6. Introducción a métodos numéricos.\*
  - 6.1 Método de Euler.
  - 6.2 Método  $\theta$  y la ley trapezoidal.
  - 6.3 Método de Runge-Kutta.
  - 6.4 Métodos multipaso.
  - 6.5 Ecuaciones rígidas y  $A$ -estabilidad.
  - 6.6 Sistemas algebraicos no lineales: método de Newton-Raphson.

#### BIBLIOGRAFÍA

**Bibliografía básica.** Los textos básicos para este curso son: el libro de Boyce-DiPrima [3], el de Blanchard *et al.* [2] y el texto de Braun [4], los cuales cubren la mayoría de los temas en el curso (en particular las secciones 1 a 4). Estos tres libros contienen muchos ejemplos y están también editados en español.

**Bibliografía complementaria.** Un buen libro que complementa la primera parte del curso es el texto básico de Coddington [5] (secciones 1 a 4). Contiene teoría y ejercicios al estilo clásico, sin la terminología de sistema dinámicos. Los libros de Arnol'd [1], Perko [11] y Sánchez [12] están más orientados a sistemas dinámicos y teoría cualitativa, por lo que complementan las secciones 4 y 5. El texto de Jordan y Smith [10] será útil en el estudio de las secciones 3 y 5, y contiene mucho material adicional y avanzado.

**Bibliografía avanzada.** Un excelente texto sobre soluciones numéricas a ecuaciones diferenciales es el de Iserles [9]. Al estudiante que desee profundizar la teoría recomiendo los textos de Coddington y Levinson [6], Hale [7], y el de Hirsch y Smale [8]. Estos tres libros son clásicos y contienen el material estándar de un curso de posgrado, entre otras cosas.

---

\*si el tiempo lo permite

## REFERENCIAS

- [1] V. I. ARNOL'D, *Ordinary differential equations*, Universitext, Springer-Verlag, Berlin, Third ed., 2006. Translated from the Russian by Roger Cooke, Second printing of the 1992 edition.
- [2] P. BLANCHARD, R. L. DEVANEY, AND G. R. HALL, *Differential Equations*, Thomson Brooks/Cole Publishing Co., Belmont, CA, fourth ed., 2012.
- [3] W. E. BOYCE AND R. C. DIPRIMA, *Elementary differential equations and boundary value problems*, John Wiley & Sons Inc., New York, eight ed., 2004.
- [4] M. BRAUN, *Differential equations and their applications*, vol. 15 of Applied Mathematical Sciences, Springer-Verlag, New York, third ed., 1983. An introduction to applied mathematics.
- [5] E. A. CODDINGTON, *An introduction to ordinary differential equations*, Prentice-Hall Mathematics Series, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1961.
- [6] E. A. CODDINGTON AND N. LEVINSON, *Theory of ordinary differential equations*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1955.
- [7] J. K. HALE, *Ordinary differential equations*, Robert E. Krieger Publishing Co. Inc., Huntington, N.Y., second ed., 1980.
- [8] M. W. HIRSCH AND S. SMALE, *Differential equations, dynamical systems, and linear algebra*, vol. 60 of Pure and Applied Mathematics, Academic Press, New York-London, 1974.
- [9] A. ISERLES, *A first course in the numerical analysis of differential equations*, Cambridge Texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press, Cambridge, second ed., 2009.
- [10] D. W. JORDAN AND P. SMITH, *Nonlinear Ordinary Differential Equations. An introduction for scientists and engineers*, Oxford University Press, Oxford, fourth ed., 2007.
- [11] L. PERKO, *Differential equations and dynamical systems*, vol. 7 of Texts in Applied Mathematics, Springer-Verlag, New York, third ed., 2001.
- [12] D. A. SÁNCHEZ, *Ordinary differential equations and stability theory. An introduction*, Dover Publications Inc., New York, 1979. Reprint of the 1968 original.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y EN SISTEMAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CIRCUITO ESCOLAR S/N, CIUDAD UNIVERSITARIA C.P. 04510, CD. DE MÉXICO (MEXICO)

*Email address:* plaza@mym.iimas.unam.mx