1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	**FS-0633**	Requisitos	**FS-0409, o FS-0433, FS-0516, o FS-0533**
Nombre	**Métodos matemáticos de Física III**	Correquisitos	**No tiene**
Horas	**4 horas, teórico-práctico. Horario: L,J 11:00-12:50; Consulta: L 9-11h**	Ciclo	**IV**
Créditos	**4**	Clasificación	**Propio**
Grupos	**1** - FM 0102	Modalidad	**Presencial**

2. DESCRIPCIÓN

En este curso se enseñarán métodos matemáticos necesarios para el desarrollo de los cursos de electromagnetismo y mecánica cuántica. De particular interés son los métodos avanzados de solución de ecuaciones diferenciales mediante funciones especiales (problema de Sturm-Liuville), funciones de Green, y transformadas integrales. Además, se introducirán métodos de solución de ecuaciones integrales y formas diferenciales (como ejemplo, estas últimas tienen aplicación en problemas relatividad general).

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Ampliar el dominio de las herramientas matemáticas para solución de ecuaciones diferenciales (ordinarias y parciales) mediante las series de Fourier, transformadas integrales y funciones especiales.

Objetivos específicos

- Desarrollar funciones arbitrarias en series de funciones ortogonales.
- Calcular la transformadas de Fourier y Laplace directa e inversa de una función, interpretando la relación entre la función y su transformada.
- Definir funciones especiales (p.ej. polinomios de Legendre, función Gamma, de Laguerre, Hermite, Bessel, etc.) y utilizarlas en la solución de problemas tales como la solución de ecuaciones diferenciales.
- Definir la distribución delta de Dirac y utilizarla en la solución de ecuaciones diferenciales por medio de las funciones de Green y en transformadas integrales.
- Conocer métodos de solución para ecuaciones integrales.
- Extender el concepto de espacios vectoriales mediante formas diferenciales y manipularlas utilizando álgebra exterior.

4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

4.1. Contenidos

Tema 1: Espacios de funciones

1.1. Definiciones matemáticas: anillo y cuerpo
1.2. Espacio vectorial de funciones
1.3. Espacios normados de funciones
1.4. Producto escalar de funciones
1.5. Bases ortogonales de un espacio de funciones
1.6. Expansión en series de funciones ortogonales
1.7. Problema de autovalores para operadores diferenciales y su relación con las matrices

Tema 2: Funciones especiales

2.1. Problema de Sturm-Liouville
2.2. Polinomios de Legendre y asociados de Legendre
2.3. Funciones de Legendre de segunda clase
2.4. Funciones de Bessel de primera y segunda clase
2.5. Funciones modificadas de Bessel
2.6. Funciones de Hermite
2.7. Funciones de Laguerre
2.8. Polinomios de Chebyshov
2.9. Introducción a las funciones hipergeométricas
2.10. Aplicaciones físicas de las funciones ortogonales
2.11. Funciones gamma, beta y error
2.12. Integrales y funciones elípticas

Tema 3: Ecuaciones diferenciales parciales

3.1. Ecuaciones diferenciales parciales de primer y segundo orden
3.2. Método de separación de variables
3.3. Armónicos esféricos
3.4. Problemas de valores de frontera y condiciones iniciales, y reducción a problemas de Sturm-Liouville
3.5. Aplicaciones a problemas físicos: ecuación de Laplace, de Poisson, de onda, de difusión, de Helmholtz y otras

Tema 4: Transformadas integrales

4.1. Distribuciones y delta de Dirac
4.2. Series de Fourier reales y complejas
4.3. Transformada de Fourier
4.4. Aplicaciones físicas de series y transformada de Fourier
4.5. Repaso de transformada de Laplace
4.6. Integral de Bromwich
4.7. Otras transformadas integrales

Tema 5: Ecuaciones integrales

5.1. Transformación de ecuaciones diferenciales a ecuaciones integrales
5.2. Métodos de solución: autovalores, series de Neumann y otros

Tema 6: Métodos avanzados para ecuaciones diferenciales

6.1. Solución de ecuaciones diferenciales con transformadas integrales
6.2. Solución por funciones de Green en una dimensión
6.3. Solución por funciones de Green en varias dimensiones

Tema 7: Formas diferenciales

7.1. Repaso conceptual de geometría diferencial
7.2. Vectores, covectores y formas diferenciales
7.3. Producto exterior o cuña
7.4. Álgebra exterior o de Grassmann
7.5. Derivada exterior
7.6. Teoremas integrales con formas diferenciales

Lunes	Actividad	Jueves	Actividad
10 ago	1 Espacios de Funciones	13 ago	1 Espacios de funciones
17 ago	2 Sturm-Liouville - Legendre	20 ago	2 Sturm-Liouville - Legendre
24 ago	2 Asoc. Legendre y Legendre segundo tipo	27 ago	2 Gamma, Beta, error
31 ago	**Tarea programada 1** / Integrales elípticas	3 sept	Funciones elípticas
7 sept	2 Bessel	10 sept	**Examen corto 1** / 2 Bessel
14 sept	2 Bessel, Hermite, Laguerre, otras	17 sept	**Tarea analítica 1** / 2 Hermite, Laguerre, otras
21 sept	2 Hermite, Laguerre, otras	24 sept	3 Intro a PDE
28 sept	**Examen corto 2** / 3 PDE	1 oct	3 PDE
5 oct	3 PDE	8 oct	3 repaso PDE
12 oct	**Examen parcial 1**	15 oct	4 Transformadas integrales
19 oct	4 Fourier	22 oct	4 Fourier
26 oct	4 Laplace, otras	29 oct	5 Ec. integrales
2 nov	**Examen corto 3** / 5 Ec integrales	5 nov	6 Green
9 nov	6 Green	12 nov	**Tarea programada 2** / 6 Green
16 nov	6 Green	19 nov	7 Formas diferenciales
23 nov	7 Formas diferenciales	26 nov	**Tarea analítica 2** / Repaso
30 nov	**Examen parcial 2**		

4.2. Cronograma

5. METODOLOGÍA

Durante el curso se emplea una metodología participativa. Las clases poseen exposiciones magistrales y realización de ejercicios. En las exposiciones magistrales, el profesor dará definiciones, explicaciones teóricas y aplicaciones, empleando las diferentes herramientas matemáticas y de programación disponibles. Se motiva a la indagación de conceptos y al trabajo en grupo e individual. El estudiantado deberá dedicar nueve horas extra-clase para estudiar los contenidos dados en la misma y para la efectiva comprensión de los conceptos. Parte del material de apoyo está en inglés. El material complementario incluye el uso de la computadora, es decir, el uso de software como Maxima o Python en la solución de problemas teóricos y prácticos.

Cada tema se desarrollará con cuatro enfoques o capas: 1) Definiciones matemáticas básicas necesarias para abordar el tema; 2) Desarrollo del tema con ejercicios básicos; 3) Desarrollo del tema con ejercicios avanzados y aplicaciones; 4) Visualización y aplicaciones computacionales. Se utilizarán apuntes de clase que el profesor pondrá a disposición de las/los estudiantes en el sitio web `https://www.gandreoliva.org`. Para asuntos administrativos del curso (notas o evaluaciones, se dispone de un entorno en Mediación Virtual. La contraseña de matrícula es `metodos3` .

6. EVALUACIÓN

El material del curso será evaluado por medio de exámenes tradicionales (solución de problemas por escrito), exámenes cortos, tareas de solución de problemas por medios analíticos y tareas programadas. Los exámenes serán realizados durante la clase y tendrán una duración de una hora con 50 minutos. Para cada examen, los/las estudiantes deben tener dominio de todos los temas vistos hasta una semana antes de las pruebas. Los exámenes incluirán tanto problemas básicos como avanzados. Los exámenes cortos consisten en la realización de un problema sobre cualquiera de los temas indicados en la tabla más adelante. Se dispondrá de media hora para la solución del problema. Los exámenes cortos se realizan al empezar la clase y solo pueden reponerse con justificación de ausencia de la misma forma que un examen parcial, en fecha a convenir.

Las tareas analíticas consisten en resolución de problemas avanzados de algunos de los temas del curso (ver tabla a continuación). Durante las tareas programadas se pedirá que las/los estudiantes

grafiquen funciones o utilicen programas dados en clase para obtener resultados numéricos. Para las tareas programadas se recomienda tener un conocimiento básico de Python (paquetes `numpy`, `scipy` y `matplotlib`) y algún programa de manipulación de expresiones algebraicas (`Maxima`, `Mathematica`, `Sympy`, etc.). El/la estudiante deberá describir de forma única el razonamiento detrás de la solución y la interpretación de los resultados. El método de entrega de tareas programadas se comunicará durante la clase. La reposición de exámenes y criterios para el examen de ampliación están contenidas en los artículos 24 y 28 del Reglamento Académico Estudiantil.

Evaluación	**Temas**	%
Examen parcial 1	2, 3	25
Examen parcial 2	4, 6, 7	25
Examen corto 1	1	5
Examen corto 2	2.1–2.3	10
Examen corto 3	4.1–4.4	10
Tarea programada 1	1, 2	5
Tarea programada 2	4	5
Tarea analítica 1	2.11, 2.12	5
Tarea analítica 2	5	10

Por favor consultar las fechas de evaluación en el cronograma. La reposición de exámenes parciales es el jueves siguiente a la fecha del cronograma, en horario por convenir.

La entrega de notas será el jueves 3 de diciembre. Los exámenes de ampliación y suficiencia son en principio el 7 de diciembre en horario por convenir. Se recordará sobre la fecha de ampliación, así como el aula y la hora en el documento de entrega de notas.

Política respecto al uso de inteligencia artificial y otros apoyos

Los dos objetivos principales de todas las evaluaciones son que el/la estudiante comprenda los conceptos y que adquiera competencias en solución de problemas en los temas discutidos en el curso. Es por esto que no se permite el uso de herramientas de inteligencia artificial o copia de soluciones ya hechas de libros o internet. Por la solución correcta de los problemas se asignarán como máximo 50 % de los puntos de calificación (es decir, allí se evalúa el segundo objetivo). El otro 50 % de los puntos se gana por medio de la explicación de la solución que hace el/la estudiante (es decir, allí se evalúa el primer objetivo). Normalmente, ambos rubros de evaluación aparecerán fusionados en una sola nota por problema. En algunos casos (p.ej. en explicaciones insuficientes al procedimiento o similitud entre evaluaciones), es posible que se asigne un puntaje mínimo en alguno o ambos rubros. En este caso, se anotará la palabra "chequeo" en la portada del examen o tarea analítica, o en la notificación de nota de la tarea programada. El/la estudiante podría obtener un mayor puntaje por la vía del reclamo oral o por escrito ante el profesor, respondiendo preguntas detalladas sobre su razonamiento para obtener la solución entregada.

Lo anterior es un procedimiento de buena fe que establece el profesor para la atención pronta y eficaz de reclamos, en beneficio de los/las estudiantes que demuestren su buena voluntad de aprender el material del curso. Sin embargo, hay que tener en cuenta que para tener el derecho a reclamos, es indispensable que el examen esté escrito en tinta indeleble (no lápiz ni corrector; no hay problema con tachar). Además, el profesor y el asistente se reservan el derecho a no calificar lo que no entiendan. Por favor tener en cuenta que el hecho de que aparezca la palabra "chequeo" en la calificación no implica ninguna acusación de plagio u otra falta señalada por parte del profesor o asistente; simplemente se sugiere al/la estudiante presentarse para clarificar su solución con la posibilidad de asignarle más puntos. Por último, también que tener en cuenta el artículo 5 del *Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la Universidad de Costa Rica*.

El profesor podrá autorizar el uso de libros de tablas o algún otro apoyo para la realización de evaluaciones, o a hacerlas en grupo. Por favor consultar el enunciado de cada evaluación.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Oliva, A., material didáctico publicado en `https://www.gandreoliva.org/cursos` (en español e inglés)
- Lang, C., Pucker, N. *Mathematische Methoden in der Physik*, 3.ª edición. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-662-49312-0 (en alemán). Muchos de los apuntes de clase están basados en este libro y están traducidos al inglés o español en los apuntes de clase.
- Karpfinger, C. (2022) *Höhere Mathematik in Rezepten* (4.ª edición) Springer-Verlag Deutschland. ISBN 978-3-662-63304-5 (en alemán). Varios ejercicios del tema 4 serán tomados de este libro, traducidos al inglés o español en los apuntes de clase.
- Gutiérrez, H. (2022) *Funciones Especiales, Transformadas Integrales y Ecuaciones Diferenciales Parciales para Físicos y Meteorólogos* (material didáctico, en español). Se recomienda fuertemente seguir los ejercicios de este material.
- Boas, M. (1983). *Mathematical Methods in the Physical Sciences* (2.ª edición). Wiley. ISBN 0-471-09960-0.
- Arfken, G. (2012) *Mathematical Methods for Physicists* (7.ª edición). Academic Press (en inglés)
- Korn G.A., Korn, T.M. (1968) *Mathematical handbook for scientists and engineers*. Dover publications. ISBN 0-486-41147-8 (en inglés, para referencia)
- Hassani, S. (2000) *Mathematical Physics, A modern introduction to its foundations*. Springer-Verlag New York. ISBN 0-387-98579 (en inglés, para referencia)
- Wallace, P. (1984) *Mathematical Analysis of Physical Problems*. Dover publications. (en inglés, para referencia).

PROTOCOLO DE ATENCIÓN A PERSONAS DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA CON URGENCIAS PSICOLÓGICAS

PROTOCOLO

Es una guía para el manejo adecuado de las urgencias psicológicas.

URGENCIA PSICOLÓGICA

Se comprende como circunstancias en las que una persona presenta alteraciones del estado de ánimo, del pensamiento o de la conciencia que alteran de manera aguda y notable su comportamiento y ponen en riesgo su integridad personal y la de los demás (Posada, 2009).

MANIFESTACIONES

- Actividad verbal o motora aumentada o inadecuada (respuesta exagerada / extraña).
- Alteraciones de las funciones psíquicas: alucinaciones, delitios, alteraciones de la consciencia.
- Despersonalización: experiencia de sentirse separado de su propio cuerpo Intento o ideación suicida /homicida

¿Qué hacer mientras llega la ambulancia?

PASO 01 Actúe con calma, amabilidad, de forma organizada y respetuosa.

PASO 02 Manténgase visible y cercano, pero sin invadir el espacio de la persona.

PASO 03 Por difícil que sea la situación, no exceda sus competencias. Siga el procedimiento establecido.



FCS
Facultad de Ciencias Sociales

Información tomada del documento de la Oficina de Bienestar y Salud (OBS) UCR

UCR



DISCRIMINACIÓN

Es un acto u omisión que afecta las oportunidades de una persona o sus derechos humanos.

SON MANIFESTACIONES DE DISCRIMINACIÓN:

- Ataques físicos
- Burlas, bromas ofensivas
- Uso de vocabulario discriminador
- Trato diferencial o despectivo
- Exclusión o segregación
- Desinterés o maltrato
- Negación a brindar servicios

DENUNCIA

La denuncia puede presentarse personalmente o mediante correo electrónico ante la **Comisión Institucional Contra la Discriminación (CICDI).**

Ninguna de las personas denunciantes o testigos sufrirán perjuicios.

Si usted ha vivido una situación de discriminación puede acercarse a la **CICDI** para buscar apoyo.

2511-1294 comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr

FC Facultad de Ciencias

Para conocer el Reglamento contra Discriminación de la UCR ingrese aquí



HOSTIGAMIENTO SEXUAL

Toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, que provoque efectos perjudiciales en el estado general o bienestar personal.

SON MANIFESTACIONES DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL:

- Invitaciones a citas, almuerzos, cine u otros
- Propuestas o conductas de naturaleza sexual
- Humillaciones u ofensas con palabras, gestos o imágenes
- Acercamientos o formas de contacto físico no deseados
- Intentos de comunicación ajenos a la relación profesional o académica

DENUNCIA

Las denuncias se realizan en forma verbal o escrita, ante la **Comisión Institucional Contra el Hostigamiento Sexual (CICHS).**

CONTACTOS

Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual: 2511-4898
comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr
Defensoría contra el Hostigamiento Sexual: 2511-1909
defensoriahs@ucr.ac.cr

FC Facultad de Ciencias

Para conocer más información ingrese aquí