

## PROGRAMA DE CURSO MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Física (DFI)					
Nombre del curso	Métodos Matemáticos de la Física	Código	FI3002	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Mathematical Methods of Physics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA2002: Cálculo avanzado y aplicaciones, FI2002: Electromagnetismo					

### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito los y las estudiantes utilicen métodos matemáticos para abordar la resolución de problemas asociados a un modelo físico y obtener soluciones analíticas.

Para ello, definen qué métodos utilizar, considerando los alcances y limitaciones de cada uno para resolver problemas matemáticos asociados a modelos que describen algún fenómeno físico. Además, discuten analítica y razonadamente procedimientos y soluciones matemáticas para un fenómeno físico en tópicos avanzados que expone en la unidad final, considerando avances parciales.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE2: Formular y resolver ecuaciones que permiten describir y predecir el comportamiento de sistemas físicos, utilizando herramientas matemáticas y/o numéricas.

CE3: Discriminar límites de aplicabilidad de las distintas teorías de la física.

CE4: Evaluar la relevancia de los distintos factores que intervienen en la descripción de un fenómeno físico.

CG1: Comunicación académica y profesional

Leer de manera comprensiva, analítica y crítica en español. Asimismo, expresar de forma eficaz, clara, precisa e informada sus ideas, opiniones e indagaciones, adecuándose a diversas situaciones comunicativas académicas y profesionales, tanto en lo oral como en lo escrito.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2, CE3	RA1: Utiliza métodos matemáticos, tales como expansiones asintóticas y en series, entre otros, para aproximar integrales y generar soluciones aproximadas y/o analíticas a modelos que representan fenómenos físicos, seleccionando dichos métodos según sus ventajas y limitaciones.
CE2, CE4	RA2: Resuelve, en forma aproximada y/o analítica, problemas matemáticos asociados a modelos que describen fenómenos físicos, identificando las particularidades que se evidencian en dicho modelo o sistema, a partir del uso de métodos matemáticos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA3: Expone, en forma oral, el procedimiento de resolución de un problema en el contexto de la física, demostrando dominio conceptual de los métodos matemáticos, de las soluciones analíticas obtenidas, que por consenso y según el razonamiento utilizado, se presentarán como válidas.

### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2	Funciones de Variable Compleja y Temas avanzados	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Funciones multivaluadas. 1.2. Singularidades. 1.3. Continuación analítica. 1.4. Integración avanzada, cortes de rama, valores principales. 1.5. Mapeo conforme.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Utiliza las funciones multivaluadas en diversos dominios de aplicación en física.</li> <li>Analiza y resuelve problemas matemáticos en el contexto de la física, considerando las singularidades de una función de variable compleja.</li> <li>Determina la importancia de la analiticidad como propiedad fundamental de las funciones complejas.</li> <li>Calcula integrales no triviales, usando métodos de integración avanzada, cortes de rama y valores principales.</li> <li>Usa el mapeo conforme en la resolución de problemas de geometrías en dos dimensiones.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 3 a 5, [2] Cap. 4, [4] Cap. 12	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2	Aplicaciones de Funciones Complejas	3,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Transformadas: 2.1.1. Transformadas de Fourier en el plano complejo. 2.1.2. Otras transformadas: Laplace, Mellin y Hankel. 2.2. Transformadas y ecuaciones diferenciales. 2.3. Evaluación asintótica de integrales: 2.3.1. Expansiones asintóticas. 2.3.2. Método de Laplace. 2.3.3. Método de descenso pronunciado. 2.3.4. Método de fase estacionaria.		El/la estudiante: 1. Identifica y selecciona tipos de transformadas a utilizar dependiendo del tipo de problema, de su geometría y condiciones de borde. 2. Utiliza métodos de evaluación asintótica en la resolución aproximada de integrales. 3. Resuelve ecuaciones diferenciales mediante transformadas, teniendo en cuenta las geometrías y condiciones iniciales y de borde.	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 6, [2] Cap. 6 y 7	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDOs) en el Plano Complejo y Funciones Especiales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. EDOs lineales de segundo orden: resultados generales; clasificación en términos de puntos singulares. 3.2. Ecuación de Legendre (primer y segundo tipo, asociadas). 3.3. Ecuaciones de Bessel (primer y segundo tipo, esféricas). 3.4. Ecuaciones hipergeométrica y sub-casos. 3.5. Ecuación hipergeométrica confluyente y sub-casos.		El/la estudiante: 1. Clasifica las funciones especiales, considerando las singularidades de los coeficientes de la ecuación diferencial. 2. Obtiene soluciones independientes en ecuaciones diferenciales y es capaz de escribir una solución general. 3. Identifica restricciones de origen físico necesarias en la resolución matemática de una EDO. 4. Utiliza EDOs en el plano complejo en problemas de estructura atómica, multipolos, cavidades resonantes, entre otros. 5. Relaciona el tipo de funciones especiales con simetrías aplicables a un problema matemático dado. 6. Define e indaga sobre un problema en tópicos avanzados, considerando el fenómeno físico representado, los métodos matemáticos aplicables, cuyos resultados expondrá en una presentación final.	
Bibliografía de la unidad		[3] Cap. 3,5 y 6, [4] Cap. 14 y 15, [5] Cap. 7	



Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3	Matrices de Pauli	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Uso de matrices de Pauli para resolución matricial de sistemas de EDOs de segundo orden lineales de $2 \times 2$ (Ej. fuerzas de Coriolis o partículas cargadas ante campos magnéticos). 4.2. Álgebra de matrices de Pauli y sus propiedades. 4.3. Series de potencias (exponenciales) con matrices de Pauli.		El/la estudiante: 1. Resuelve EDOs lineales de segundo orden acopladas, considerando matrices de Pauli. 2. Obtiene expresiones simplificadas, utilizando el álgebra de matrices de Pauli. 3. Presenta un avance sobre el tipo de problema, el o los métodos matemáticos de la física seleccionados y el procedimiento ejecutado en su resolución.	
Bibliografía de la unidad		[4] Cap. 26, [1] Cap. 1	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2	Ecuaciones a Derivadas Parciales (EDPs), Funciones Propias y de Green	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Conceptos de campos escalares, vectoriales y tensoriales. 5.2. EDPs de la física. 5.3. Separación de la parte angular del Laplaciano, esféricos armónicos. 5.4. Funciones propias, sistemas de Sturm-Liouville. 5.5. Funciones de Green.		El/la estudiante: 1. Aplica conceptos de campos escalares, vectoriales y tensoriales en sistemas simples asociados a un fenómeno físico. 2. Identifica condiciones iniciales, de borde y simetrías necesarias para la resolución de ecuaciones diferenciales. 3. Resuelve problemas matemáticos de contornos simples, utilizando funciones propias o de Green. 4. Utiliza las funciones de Green en la resolución de EDOs inhomogéneas o con fuentes. 5. Determina soluciones matemáticas particulares, en función de restricciones de origen físico. 6. Trabaja las soluciones analíticas obtenidas, discutiendo con sus pares, sobre el método matemático usado, y las ventajas y limitaciones de cada una.	
Bibliografía de la unidad		[4] Cap. 13, 19 y 20, [5] Cap. 10	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA1, RA2, RA3	Tópicos Avanzados en Métodos Matemáticos para la Física	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Tópicos avanzados en métodos matemáticos asociados a problemas matemáticos que representan fenómenos físicos. 6.2. Soluciones analíticas a problemas matemáticos en el contexto de la física.		El/la estudiante: 1. Justifica las decisiones tomadas sobre el uso de los métodos matemáticos aplicables, según el tipo de problema a resolver y analizar. 2. Expone, de manera concisa, los resultados del procedimiento y las soluciones analíticas obtenidas y consensuadas a partir de la discusión entre pares. 3. Demuestra dominio conceptual de conceptos y de los métodos matemáticos para la física, respondiendo con claridad y precisión preguntas sobre lo expuesto.	
Bibliografía de la unidad		A definir según el tipo de problema a investigar. Se podría trabajar con textos de la bibliografía complementaria.	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas a partir de ejercicios.
- Discusión entre pares.

### F. Estrategias de evaluación:

El curso podría considerar las siguientes estrategias de evaluación:

- Controles escritos.
- Ejercicios y/o tareas.
- Exposición oral breve en tópicos avanzados en métodos matemáticos.
- Examen.

*El estudiante debe trabajar de manera colaborativa con sus pares en la selección de un problema en tópicos avanzados en métodos matemáticos para la física. Para ello, trabaja en grupo indagando en temáticas asociadas a los métodos; asimismo elige un problema que resuelve, para definir a partir de discusiones, en un marco de respeto, soluciones analíticas, cuyos resultados expone de manera concisa en presentaciones. Dentro de las actividades y de los ejercicios se deben presentar dos avances breves sobre el problema a resolver.*

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- [1] Ablowitz, M. J., Fokas, A.S. (2003). *Complex variables, introduction and applications*. Cambridge University Press: 2a Edición.
- [2] Carrier, G.F., Krook, M., Pearson, C.E. (2005). *Functions of a complex variable, theory and technique*. SIAM.
- [3] Hille, E. (1997), *Ordinary differential equations in the complex domain*, Dover.
- [4] Hassani, S. (2013). *Mathematical Physics: A Modern Introduction to Its Foundations*. Springer. 2a Edición.

### Bibliografía complementaria:

- [5] Chow, T.L. (2000). *Mathematical methods for physicists: a concise introduction*, Cambridge University Press.
- [6] Morse, P., Feshbach, H. (1953). *Methods of theoretical physics*. McGraw Hill.
- [7] Mathews, J., Walker, L.R. (1970). *Mathematical methods of physics*. W.A. Benjamin 2a Edición.
- [8] Harper, C. (1999). *Analytic methods in physics*. Wiley.

## H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Rodrigo Arias, Hugo Arellano
Validado por:	Validación CTD del Departamento de Física
Revisado por:	Área de Gestión Curricular