

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas.							
<b>Plan de estudios:</b> Licenciatura en Física y Matemáticas							
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Funciones especiales				<b>Ciclo de formación:</b> Profesional <b>Eje general de formación:</b> Teórico-técnica <b>Área de conocimiento:</b> Física avanzada <b>Semestre:</b> 6°			
<b>Elaborada por:</b> Dr. Raúl Salgado García				<b>Fecha de elaboración:</b> Marzo, 2021			
<b>Clave:</b>	<b>Horas teóricas</b>	<b>Horas prácticas:</b>	<b>Horas totales</b>	<b>Créditos:</b>	<b>Tipo de unidad de aprendizaje</b>	<b>Carácter de la unidad de aprendizaje:</b>	<b>Modalidad:</b>
OPP28CP050010	5	0	5	10	Optativa	Teórica	Escolarizada
<b>Programa Educativo en el que se imparte:</b> Licenciatura en Física y Matemáticas del Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas.							

### ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<p><b>Presentación:</b> Se aborda el tema de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, presentando a lo largo de la unidad de aprendizaje diferentes técnicas de resolución de esta clase de problemas. Aprovechando la discusión de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales se aborda también el tema de las funciones especiales de la física-matemática haciendo énfasis en su origen en ecuaciones diferenciales parciales en diferentes sistemas curvilíneos (coordenadas polares, cilíndricas y esféricas) tanto en dos como en tres dimensiones. Se hace una excursión sobre otra clase de funciones especiales específicamente sobre los polinomios ortogonales y las funciones hipergeométricas. Finalmente se estudian de manera general ecuaciones de tipo integral y algunos métodos de solución para finalmente introducir la técnica de la función de Green, una herramienta útil en la resolución de problemas de mecánica cuántica, así como de la teoría electrodinámica.</p>
<p><b>Propósito:</b> Distinga y analice la ecuación generatriz de las funciones especiales, así como diversas ecuaciones y funciones propias del formalismo matemático como herramienta y modelos para la resolución de diversos problemas que aparecen al analizar el tratamiento teórico de fenómenos físicos, ajustándolos a la realidad e identificando su dominio de validez con razonamiento cuantitativo con compromiso con la calidad y la ética</p>
<p><b>Competencias que contribuyen al perfil de egreso.</b></p>
<p><b>Competencias genéricas:</b></p>
<p>CG2. Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo. CG4. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. CG9. Capacidad de comunicación oral y escrita. CG11. Habilidades para buscar, procesar y analizar información. CG20. Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.</p>
<p><b>Competencias específicas:</b></p>
<p>CE1. Plantea y analiza problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, utilizando métodos analíticos, experimentales o numéricos, para encontrar soluciones e interpretarlas en sus contextos originales con eficiencia, funcionalidad y creatividad.</p>

CE 4. Aplica competencias, conocimientos y habilidades en Física y Matemáticas, mediante la solución innovadora a problemas planteados en el sector público, privado o social, con la finalidad de fortalecer el desarrollo científico y tecnológico del país, con actitudes y valores que les permitan ser agentes de cambio.

CE 5. Posee conocimientos, habilidades, valores y actitudes requeridos en investigación inter y multidisciplinaria de las ciencias básicas y aplicadas, mediante el análisis, intercambio y producción de información entre grupos académicos de diferentes campos disciplinares que involucren a la física y la matemática, para contribuir científicamente en equipos de investigación con un sentido de trabajo colaborativo y profesional.

CE 7. Comunica asertivamente conceptos, objetivos, métodos y resultados del lenguaje científico, mediante la comunicación oral y escrita, para presentar propuestas y proyectos de manera eficaz, funcional y aplicable.

## CONTENIDOS

Bloques:	Temas:
I. Ecuaciones en derivadas parciales.	1.1 Tipos de ecuaciones. 1.2 Método de separación de variables 1D 1.3 Ecuación de onda, ecuación de difusión, ecuación de calor, ecuación de Schrödinger. Solución general como un desarrollo en serie de Fourier. 1.4 Teoría de Sturm-Liouville. 1.5 Teorema del desarrollo. Ortogonalidad y completitud.
II. Funciones especiales y su origen en las ecuaciones diferenciales parciales 2D.	2.1 Ecuación de calor 2D en coordenadas polares. 2.2 Ecuación de Bessel y funciones de Bessel cilíndricas. 2.3 Funciones de Bessel modificadas. 2.4 Solución general de la ecuación de calor 2D como un desarrollo en serie de Bessel-Fourier. 2.5 *Otros ejemplos (Ecuación de Helmholtz 2D, Ecuación de Onda 2D).
III. Funciones especiales y su origen en las ecuaciones diferenciales parciales 3D.	3.1 Ecuación de onda 3D en coordenadas esféricas. 3.2 Ecuación de Lagrange. Polinomios de Lagrange y funciones asociadas de Lagrange. 3.3 Armónicos esféricos y sus propiedades. 3.4 Funciones de Bessel esféricas. 3.5 Solución general de la ecuación de onda como un desarrollo en serie de Armónicos esféricos y funciones de Bessel. 3.6 *Otros ejemplos (Ecuación de calor, Ecuación de Laplace)
IV. Otras funciones especiales.	4.1 Polinomios de Laguerre. 4.2 Polinomios de Hermite. 4.3 Función Hipergeométrica. 4.4 Función Hipergeométrica confluyente.
V. Ecuaciones integrales.	5.1 Tipos de ecuaciones. 5.2 Serie de Neumann. 5.3 Teoría de Hilbert-Schmidt 5.4 Ecuaciones integrales con núcleo separable.
VI. Funciones de Green	6.1 Funciones de Green en 1D. 6.2 Funciones de Green en 2D y 3D. 6.3 Función de Green para el Laplaciano.

	6.4 Función de Green para la ecuación de calor. 6.5 Función de Green para la ecuación de onda.
--	---

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	(X)	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	( )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	(X)	Taller	(X)
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	(X)
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del profesorado	(X)	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	(X)
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( )
Estudio de Casos	(X)	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	(X)	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	(X)	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	(X)
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios sugeridos	Porcentaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exámenes parciales</li> <li>• Examen final</li> <li>• Participación en clase</li> <li>• Tareas</li> </ul>	<p style="text-align: center;">40%</p> <p style="text-align: center;">40%</p> <p style="text-align: center;">10%</p> <p style="text-align: center;">10%</p>
Nota: Algunos de los instrumentos de evaluación que se pueden considerar son: Rúbricas, escalas de cotejo, escala estimativa, entre otros.	
<b>Total</b>	100 %

### **PERFIL DEL PROFESORADO**

Preferentemente con nivel Doctorado en Física, Matemáticas o área afín a la disciplina de la unidad de aprendizaje, que asegure un dominio integral de los saberes en su campo, es deseable que cuente con experiencia docente y en la generación y aplicación del conocimiento como ejercicio de su profesión.

### **REFERENCIAS**

#### **Básicas:**

- Babusci, D., Dattoli, G., Licciardi, S., & Sabia, E. (2019). *Mathematical methods for physicists*. World Scientific.
- Wyld, H. W., & Powell, G. (2020). *Mathematical methods for physics*. CRC P.
- Sadri Hassani, *Mathematical Physics*, Springer, NEW YORK (1999). ISBN: 978-0-387-98579-4
- Sadri Hassani, *Mathematical Methods for Students of Physics and Related Fields*, Springer, Second Edition, USA (2009). ISBN: 978-0-387-09503-5.
- Arfken, G. and Weber, H.J. (2005). *Mathematical Methods for Physicists*. Ed. Elsevier. 6a edición.

#### **Complementarias:**

- Riley, K. F., Hobson, M. P. y Bence, S. J. (2002). *Mathematical methods for physics and engineering*. 2a edición. Ed. Cambridge University Press. Inglaterra.
- Cantrell, C.D. (2000). *Modern mathematical methods for physicist and engineers*. Ed. Cambridge University Press. Inglaterra.
- Chow, T. L. (2000). *Mathematical methods for physicists: a concise introduction*. Ed. Cambridge University Press.

#### **Web:**

Páginas de consulta y búsqueda de información.

- [http://www.astrosen.unam.mx/~aceves/Metodos/ebooks/riley\\_hobson\\_bence.pdf](http://www.astrosen.unam.mx/~aceves/Metodos/ebooks/riley_hobson_bence.pdf)
- [https://www.academia.edu/32064399/7th\\_Mathematical\\_Methods\\_for\\_Physicists\\_Arfken\\_pdf](https://www.academia.edu/32064399/7th_Mathematical_Methods_for_Physicists_Arfken_pdf)