

### 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> Sistemas dinámicos				<b>Ciclo de formación:</b> Profesional y Especializado <b>Eje general de formación:</b> Generación y aplicación del conocimiento <b>Semestre:</b> 6° al 9°			
<b>Elaborada por:</b> Dr. Rogelio Valdez Delgado				<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>
	3	2	5	8	Optativa	Teórica-Práctica	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

<b>Presentación:</b> El objetivo de la unidad de aprendizaje es hacer una introducción a la teoría de los sistemas dinámicos discretos, centrándose en el estudio de los sistemas definidos en subconjuntos de los números reales. En la unidad de aprendizaje se estudia también los primeros aspectos de la dinámica de funciones definidas en el círculo. Esto permite presentar algunos comportamientos dinámicos que no se presentan en funciones definidas en la recta real.
<b>Propósito:</b> Distinga y maneje los conceptos básicos de los sistemas dinámicos discretos, al término de la unidad de aprendizaje, mediante el estudio del comportamiento dinámico de funciones definidas en el círculo, para posteriormente extender la teoría a funciones definidas en la recta real con pensamiento abstracto y capacidad creativa.
<b>Competencias que contribuyen al perfil de egreso.</b>
<b>Competencias genéricas:</b>
CG3. Capacidad crítica y autocrítica. CG4. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. CG8. Capacidad creativa. CG9. Capacidad de comunicación oral y escrita. CG11. Habilidades para buscar, procesar y analizar información. CG13. Habilidad para trabajar en forma autónoma. CG15. Capacidad para formular y gestionar proyectos.
<b>Competencias específicas:</b>
CE 2. Formula problemas en lenguaje matemático y contribuye a la construcción de modelos matemáticos, mediante la aplicación de teorías, fórmulas y principios matemáticos, con el fin de facilitar su análisis y solución en los sectores públicos, privados o sociales con rigor metódico, precisión y certeza.
CE 3. Utiliza y diseña programas o sistemas de computación mediante el uso de equipo especializado, para el procesamiento de información, cálculo numérico y simulación de procesos que permitan dar soluciones innovadoras a problemas planteados con objetividad y responsabilidad.

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. Definiciones básicas.	1.1 Presentación de los distintos tipos de órbitas: periódicas, preperiódicas, y asintóticamente periódicas. 1.2 Puntos fijos. Atractores, repulsores y neutros. El papel de la derivada en la caracterización de estos puntos. Puntos hiperbólicos. Primeras ideas de estabilidad. 1.3 Puntos con otros tipos de recurrencia: puntos no errantes (el omega conjunto límite de la función) y puntos recurrentes. 1.4 El $\alpha$ -conjunto límite y el $\omega$ -conjunto límite de un punto. Órbitas aperiódicas. 1.5 Ejemplos en la recta real: La función logística (y su familia $f_\lambda(x) = \lambda x(1 - x)$ ), la función tienda (y su familia). 1.6 Ejemplos sencillos en el plano y en los números complejos.
II. Primeros aspectos de la dinámica en el círculo.	2.1 Rotaciones. Teorema de Jacobi. 2.2 Homeomorfismos, número de rotación.
III. El Teorema de Sharkovskii.	3.1 Relación entre los distintos periodos posibles en funciones definidas en intervalos. 3.2 La importancia del periodo 3. 3.3 El teorema de Sharkovskii.
IV. Sistemas dinámicos caóticos.	4.1 Transitividad topológica. Existencia de órbitas densas. 4.2 Sensibilidad a las condiciones iniciales. Conceptos relacionados: Inestabilidad, expansividad. 4.3 Definición de caos. Ejemplos de sistemas caóticos.
V. Equivalencia entre sistemas.	5.1 Conjugación topológica. Propiedades invariantes bajo la conjugación. 5.2 Relación entre la función logística y la función tienda. 5.3 Dinámica simbólica. Espacio de las sucesiones en dos símbolos. Propiedades dinámicas de la función corrimiento. 5.4 Descripción de la dinámica de elementos de la familia logística y de la tienda donde el omega conjunto límite es un conjunto de Cantor.
VI. Introducción a bifurcaciones.	6.1 Duplicación de periodo en la familia logística. 6.2 Introducción al análisis del diagrama de bifurcaciones de la familia logística. Utilización de experimentos numéricos para su descripción

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	(x)	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	(x)	Análisis de textos	(x)
Trabajo colaborativo	(x)	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( )	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	( )
Lectura comentada	(x)	Anteproyectos de investigación	(x)
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	(x)
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).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios sugeridos	Porcentaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exámenes parciales</li> <li>• Exámen final</li> <li>• Participación en clase</li> <li>• Tareas</li> </ul>	30% 40% 10% 20%
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:

- Devaney, R.L. (2020). A First Course in Chaotic Dynamical Systems: Theory and Experiments, Chapman and Hall.
- Block, L.S. & Coppel, W.A. (1992). Dynamics in One Dimension, Berlin: Springer Verlag.
- Devaney, R.L. (1989). An Introduction to Chaotic Dynamical Systems (Second Edition), New York: Addison Wesley.
- Anton, H.A., Rorres, C. (1987). Elementary Linear Algebra with Applications, New York: Wiley.
- Block, L.S., Coppel, W.A. (1992). Dynamics in One Dimension, Berlin: Springer Verlag.
- Caswell, H. (2001). Matrix Populations Models, Sunderland, Massachusetts: Sinauer Ass. Inc. Publishers.
- Devaney, R.L. (1989). An Introduction to Chaotic Dynamical Systems (Second Edition), New York: Addison Wesley.
- Devaney, R.L. (1992). A First Course in Chaotic Dynamical Systems: Theory and Experiments, New York: Addison Wesley.

### Complementarias:

- Hirsch, M., Smale, S., Devaney, R.L. (2004). Dynamical Systems and an Introduction to Chaos, San Diego, California: Academic Press.
- Méndez-Lango, H. (2000). Iteración de Funciones (notas para un curso de introducción a los sistemas dinámicos discretos), Vínculos Matemáticos, Serie textos, número 4, México: UNAM.
- Robinson, C. (1999). Dynamical Systems: Stability, Symbolic Dynamics, and Chaos, Boca Raton: CRC Press.
- Alligood, K., Sauer, T.D., Yorke, J. (1996). CHAOS, an Introduction to Dynamical Systems, New York: Springer-Verlag.
- Holmgren, R.A. (1996). A First Course in Discrete Dynamical Systems, New York: SpringerVerlag.