UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ciencias

Plan de Estudios 2026 de la Licenciatura en Matemáticas

TEORÍA DE ANILLOS Y DE GALOIS

Clave	Semestre	Créditos	Área de conocimiento	Matemáticas
	A partir del 6	10	Campo	Álgebra
			Etapa	

Modalidad	**Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )**	**Tipo**	**T (X) P ( ) T/P ( )**
Carácter	**Obligatorio ( ) Optativo (X)** **Obligatorio E ( ) Optativo E ( )**	**Horas**	

Semana		**Semestre**	
Teóricas	**5**	**Teóricas**	**80**
Prácticas	**0**	**Prácticas**	**0**
Total	**5**	**Total**	**80**

Seriación	
Ninguna ( )	
Obligatoria ( )	
Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	
Indicativa (X)	
Asignatura antecedente	Teoría de Grupos.
Asignatura subsecuente	Módulos, Categorías y Álgebra Homológica, Seminario de Teoría de Números, Geometría Algebraica, Seminario de Álgebra A, Seminario de Álgebra B, Seminario de Álgebra C.

Objetivos generales:

Analizar y aplicar los conceptos de la teoría de anillos y extensiones de campos para clasificar estructuras algebraicas, determinar la irreducibilidad de polinomios, construir extensiones de campos y estudiar la resolución de ecuaciones polinomiales, incluyendo aplicaciones a construcciones con regla y compás mediante la teoría de Galois.

Objetivos específicos:
- Explicar conceptos básicos de la teoría de anillos para la aplicación en el caso de campos.   - Clasificar distintos tipos de anillos con base en sus propiedades.   - Emplear criterios y técnicas para determinar cuándo un polinomio con coeficientes en un campo es irreducible.   - Construir extensiones de campos a través de raíces de polinomios.   - Clasificar distintos tipos de extensiones para la construcción de campos de descomposición.   - Examinar la resolución de ecuaciones polinomios mediante la correspondencia de Galois.   - Resolver mediante la solubilidad de ecuaciones polinomiales la existencia de construcciones con regla y compás.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	**Teoría elemental de anillos**	10	0
2	**Algunos anillos e ideales especiales**	10	0
3	**Irreducibilidad en anillos de polinomios**	10	0
4	**Extensiones de campos**	15	0
5	**Más sobre extensiones**	15	0
6	**Teoría de Galois**	10	0
7	**Aplicaciones**	10	0
	Total	80	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	**Teoría elemental de anillos** 1.1 Definición de anillos y homomorfismos de anillos. 1.2 Campos. 1.3 Ejemplos de anillos. 1.4 Subanillos. 1.5 Característica de un anillo. 1.6 Definición de ideal. 1.7 Ideal generado por un conjunto. 1.8 Anillo cociente y los Teoremas de Isomorfismo. 1.9 Ideales maximales e ideales primos.

2	**Algunos anillos e ideales especiales** 2.1 Dominio de ideales principales y anillos simples. 2.2 Máximo común divisor y mínimo común múltiplo en anillos. 2.3 Anillos Euclidianos. 2.4 Dominios de factorización única. 2.5 El campo de fracciones y el campo primo.
3	**Irreducibilidad en anillo de polinomios** 3.1 Definición formal de anillo de polinomios. 3.2 Elementos irreducibles en anillos de polinomios. 3.3 Criterios de irreducibilidad. 3.4 Raíces de polinomios. 3.5 Derivadas y raíces múltiples. 3.6 Polinomios con coeficientes complejos.
4	**Extensiones de campos** 4.1 Extensiones finitas, grado de una extensión y propiedades. 4.2 Construcción de extensiones. 4.3 Extensiones simples y finitamente generadas. 4.4 Homomorfismos de evaluación y subcampo obtenido por adjunción. 4.5 Elementos algebraicos y sus polinomios mínimos, elementos trascendentes. 4.6 Extensiones algebraicas y trascendentes.
5	**Más sobre extensiones** 5.1 Campos algebraicamente cerrados y cerradura algebraica. 5.2 Campos de descomposición. 5.3 Extensiones normales. 5.4 Separabilidad y extensiones separables. 5.5 El Teorema del elemento primitivo.
6	**Teoría de Galois** 6.1 Grupo de Galois. 6.2 Extensiones de Galois. 6.3 Grupo de Galois relativo y campos fijos. 6.4 El Teorema Fundamental de la Teoría de Galois.

7	**Aplicaciones** 7.1 Construcciones con regla y compás. 7.2 Solubilidad por radicales. 7.3 Campos finitos. 7.4 Enteros algebraicos en extensiones cuadráticas de los racionales (opcional).

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición	(X)	Exámenes parciales	(X)
Trabajo en equipo	( )	Examen final	(X)
Lecturas	( )	Trabajos y tareas	(X)
Trabajo de investigación	( )	Presentación de tema	( )
Prácticas (taller o laboratorio)	( )	Participación en clase	(X)
Prácticas de campo	( )	Asistencia	( )
Aprendizaje por proyectos	( )	Rúbricas	( )
Aprendizaje basado en problemas	( )	Portafolios	( )
Casos de enseñanza	( )	Listas de cotejo	( )
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Perfil profesiográfico	
Título o grado	Licenciatura en Matemáticas, Matemáticas Aplicadas, Física, Actuaría, Ciencias de la Computación o equivalente.
Experiencia docente	Con experiencia docente en el área o en áreas circundantes.
Otra característica	Especialista en el área de la asignatura a juicio del comité de asignación de cursos.

Bibliografía básica:

1. Dummit D., S., y Foote, R., M., *Abstract Algebra*, Prentice Hall, 1991.
2. Fraleigh, J., B., *Abstract Algebra*, Seventh Edition, Addison Wesley, 2003.
3. Herstein, I., N., *Algebra Moderna*, Editorial Trillas, 1970.
4. Hungerford, T. W., *Algebra*, Springer, 1980.

https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-1-4612-6101-8

5. Lluis-Puebla, E., *Álgebra Moderna*, Pub. E. SMM, 2021.

   https://www.pesmm.org.mx/Serie%20Textos_archivos/T22.pdf

6. Rotman, J. J., *Advanced Modern Algebra*, Prentice Hall, 2003.
7. Rotman, J. J., *Galois Theory,* Second edition, Universitext. Springer, 2001.
8. Steward, I., *Galois Theory*. Chapman and Hall, 2004.
9. Zaldívar, F., *Teoría de Galois*. Anthropos Editorial, 1996.

Bibliografía complementaria:

1. Artin, E., *Modern Higher Algebra Galois Theory,* Courant Institute of Mathematical Sciences, 1947.
2. Artin, M. *Algebra*, Second edition Pearson Education, 2011.
3. Bewesdorff, J., *Galois Theory for Beginners*, Student Math. Library. Vol. 35, AMS, 2006.

   https://www.ams.org/books/stml/035/stml035-endmatter.pdf

4. Birkhoff, G., y MacLane, S., *Algebra*. Macmillan, 1968.
5. Jacobson, N., *Lectures in Abstract Algebra*, Vol. 3, Springer, 1980.

   https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-1-4612-9872-4

6. Lang, S., *Algebra*. Springer Verlag, 2002.

   https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-1-4613-0041-0

7. Morandi, P., *Field and Galois Theory*. Graduate Texts in Mathematics Vol. 167. Springer, 1996.

   https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-1-4612-4040-2

8. Snaith, V. P., *Groups, Rings and Galois Theory*, World Scientific, 2003.
9. Stewart, I., y Tall, D., *Algebraic number theory and Fermat’s last theorem*, AK Peters/CRC Press, 2001.
10. Weintraub, S. H., *Galois Theory*, Springer, 2009.

    https://link.springer.com.pbidi.unam.mx:2443/book/10.1007/978-0-387-87575-0

Recursos digitales y software:

- **GAP** (Groups, Algorithms, Programming): Es uno de los programas más completos para trabajar con grupos, álgebra abstracta, teoría de grupos y problemas de álgebra computacional. Puedes definir grupos, realizar cálculos con ellos, y explorar propiedades como clases laterales, subgrupos, homomorfismos, etc. Enlace:

  https://www.gap-system.org/

- **Macaulay2** permite calcular la descomposición primaria de ideales y la clausura integral de anillos. Enlace:

  https://macaulay2.com/

- **Mathematica** Aunque es más general, Mathematica tiene paquetes que permiten realizar cálculos con grupos, resolver ecuaciones de álgebra abstracta y explorar teoremas. Si tienes acceso a esta herramienta, puede ser útil para la visualización y la resolución de problemas complejos.

- **PARI/GP**: Es un sistema de álgebra computacional que ofrece herramientas para cálculos en teoría de números y teoría de Galois. Es ligero y eficiente para cálculos relacionados con polinomios y sus grupos de Galois. Enlace:

  https://pari.math.u-bordeaux.fr/publications.html

- **SageMath** SageMath es un sistema computacional que incluye herramientas para trabajar con teoría de grupos y álgebra. Es una plataforma más general, pero tiene una buena implementación de operaciones sobre grupos, anillos y otras estructuras algebraicas. Es de código abierto y gratuito. Enlace:

  https://www.sagemath.org/

- **Singular** es un sistema de álgebra computacional para cálculos polinómicos, con especial énfasis en álgebra conmutativa y no conmutativa. Enlace:

  https://www.singular.uni-kl.de/

- **SymPy (para Python)** SymPy es una biblioteca de Python para matemáticas simbólicas que incluye algunas funciones para teoría de grupos. Si te sientes cómodo con la programación en Python, esta puede ser una opción más ligera y accesible.