

**Universidad de Costa Rica**  
**Facultad de Ciencias**  
**Escuela de Física**  
**Carta al estudiante**

**Curso:** Métodos Matemáticos de Física I (FS0409)

**Ciclo:** I-2018

**Créditos:** 4 – **Horas semanales:** 4

**Requisitos:** Cálculo Diferencial e Integral III (MA1003), Álgebra Lineal (MA1004), Física General para Físicos I (FS0227)

**Correquisitos:** Física General para Físicos II (FS0327)

**Modalidad:** baja virtual

**Horario de clases:** Lunes–Jueves, 09:00–10:50

**Horario de Consulta:** Lunes–Jueves, 11:00–11:50

**Profesor:** MSc. Heidy Gutiérrez Garro

**Correo electrónico:** [heidy.gutierrez@ucr.ac.cr](mailto:heidy.gutierrez@ucr.ac.cr)

**Oficina:** 433FM

**Casillero:** 55

## 1. Justificación

El propósito del curso es aprender los métodos matemáticos necesarios para el desarrollo de la Mecánica Clásica, Teoría Electromagnética y Física Moderna. Se introducen técnicas avanzadas de análisis vectorial y matricial más allá del curso del álgebra lineal; mientras que el cálculo variacional se utiliza en la formulación lagrangiana. Además se introduce el análisis tensorial y los principios de la teoría de grupos.

Los tópicos matemáticos desarrollados son fundamentales para los siguientes semestres de la carrera, donde se enfatiza el método y la perspectiva apropiada para la formación de los estudiantes. En este curso se tratan los siguientes temas:

- Análisis Vectorial
- Análisis Matricial
- Análisis Tensorial
- Teoría de Grupos
- Cálculo Variacional.

## 2. Objetivo General

Desarrollar las habilidades matemáticas requeridas principalmente en los cursos de mecánica teórica y física moderna.

## 3. Objetivos Específicos

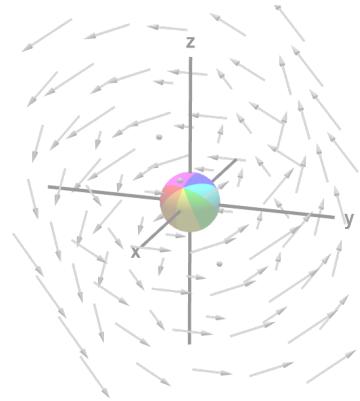
1. Comprender y aplicar los métodos matemáticos para solucionar problemas físicos.
2. Mejorar la capacidad de abstracción del razonamiento ordenado y lógico, el afán de investigación y propiciando la comprensión del método científico para que el estudiante lo aplique en la carrera.
3. Autoevaluar su actitud y aptitud hacia el estudio de la matemática necesaria en física.

4. Desarrollar una actitud científica al enfrentarse a situaciones reales, teóricas y experimentales, y encontrar la solución a la misma.
5. Realizar demostraciones de teoremas y propiedades de objetos matemáticos.

## 4. Contenidos

### ANÁLISIS VECTORIAL

- Coordenadas cartesianas.
- Escalares y vectores.
- Álgebra vectorial.
- Vectores base.
- Leyes del álgebra vectorial.
- Productos escalar y vectorial.
- Vectores recíproque.
- Campos escalares y vectoriales.
- Diferenciación vectorial.
- Delta de Dirac.
- Operadores diferenciales vectoriales: gradiente, divergencia y rotacional.
- Integración vectorial.
- Teorema de la divergencia o de Gauss.
- Teorema del rotacional o de Stokes.
- Teoremas de Green.
- Coordenadas curvilíneas.
- Transformación de coordenadas.
- Coordenadas esféricas y cilíndricas.
- Operadores diferenciales vectoriales en coordenadas curvilíneas.



### ANÁLISIS MATRICIAL

- Métodos matriciales de solución de sistemas de ecuaciones lineales.
- Autovalores y autovectores.
- Diagonalización de una matriz.
- Teoremas sobre autovalores y autovectores.
- Teorema de Caley–Hamilton.
- Forma canónica de Jordan.
- Ortogonalización de Gram–Schmidt.
- Matrices de funciones.
- Funciones de matrices.



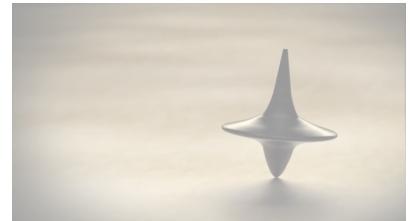
### CÁLCULO VARIACIONAL

- Variables dependientes e independientes.
- Formas alternas de las ecuaciones de Euler.
- Multiplicadores de Lagrange.
- Variación con restricciones.



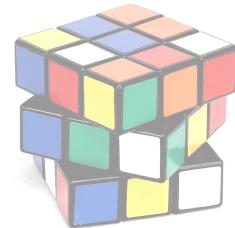
## INTRODUCCIÓN A TENSORES

- Tensores cartesianos.
- Álgebra de tensores.
- Delta de Kronecker y símbolo de Levi–Civita.
- Pseudotensores y tensores duales.
- Tensores en coordenadas no–cartesianas.



## INTRODUCCIÓN A TEORÍA DE GRUPOS

- Definiciones de grupo y subgrupo.
- Grupos Abelianos.
- Grupos discretos y continuos.
- Grupos de Lie.



## 5. Metodología

Durante el curso se emplea una metodología participativa. Las clases poseen exposiciones magistrales y realización de ejercicios. En las exposiciones magistrales el docente deberá dar definiciones, explicaciones teóricas, ilustración de aplicaciones. Se motiva a la indagación de conceptos y al trabajo en grupo e individual, por medio de tareas no obligatorias que se incluirán en el entorno de [Mediación Virtual](#). Algunas de las asignaciones podrían necesitar el uso de herramientas computacionales como *Mathematica*, sin embargo no es obligatorio conocer su uso para las evaluaciones del curso. Además en el entorno de [Mediación Virtual](#) se colocara material extra, parte de él podría estar escrito o hablado en idioma inglés. El estudiante deberá dedicar al menos 9 horas extra-clase para estudiar los contenidos dados en la misma y para la efectiva comprensión de conceptos.

Respecto a las herramientas computacionales, *Mathematica* es un programa de álgebra computacional y un lenguaje de programación, realizado por Wolfram Research. Este software es ampliamente usado por la comunidad científica, incluyendo profesionales en matemática, física, computación e ingeniería. Este software es propietario pero la Universidad de Costa Rica adquirió una licencia sobre él, que puede ser utilizada por toda la comunidad dentro y fuera del campus, si desea instalar *Mathematica* en su computadora, puede ingresar a [Instalación](#). Existen otros programas de álgebra computacional, tanto porpietarios como libres, algunos son similares a *Mathematica* y otros tienen aplicaciones específicas. Algunos de estos programas son *Maple* (propietario), *Matlab* (propietario), *REDUCE* (libre), *YACAS* (libre), *Sage* (libre) y *Sympy* (libre).

## 6. Criterios de Evaluación

Los logros obtenidos se evalúan por medio de exámenes cortos (10%) y tres exámenes parciales (30% c/uno), realizados en todos en hora de clase.

Los temas en cada examen parcial podrían ser modificados y notificados con antelación si se presenta algún atraso no contemplado. Todos los exámenes comprenden hasta la materia vista una semana antes de la prueba y pueden abarcar tanto preguntas conceptuales como solución de ejercicios. Las pruebas son parciales, sin embargo las ideas aprendidas de previo en el curso y en otros cursos puede ser necesario utilizarlos para la resolución del examen. Cada examen tendrá un formulario, que incluye **sólo** las fórmulas básicas, una copia del mismo será colocada en el entorno [Mediación Virtual](#) por lo menos con una semana de anticipación. La reposición de exámenes y criterios para el examen de ampliación están contenidas en los artículos 24 y 28 del [Reglamento Académico Estudiantil](#).

Respecto a los exámenes cortos, se realizaran al menos seis, pero sólo se promediaran los cinco mejores. Los exámenes cortos tendrán una duración menor a 30 minutos y no se reponen.

Examen Parcial	Fecha	Contenidos	Porcentaje (%)
I	03 may. (clase) Repo. 21 may. (10:00 horas)	Análisis Vectorial	30
II	07 jun. (clase) Repo. 15 jun. (10:00 horas)	Análisis Matricial Análisis Tensorial	30
III	10 jul. (13:00 horas) Respo. 16 jul. (10:00 horas)	Teoría de Grupos Cálculo Variacional	30
Ampliación	19 jul. (13:00 horas)	Todo el temario	

Tabla 1: Porcentajes, fechas y contenidos de cada examen parcial y el examen de ampliación.

## 7. Cronograma

El siguiente cronograma es una guía con respecto al avance en el semestre de los contenidos propuestos.

Semana	Fecha	Contenidos	Secciones
01	12 mar. – 16 ago.	Análisis Vectorial	3.1, 3.2
02	19 mar. – 23 mar.	Análisis Vectorial	3.3, 3.4
03	26 mar. – 30 mar.	<b>Semana Santa</b>	
03	02 abr. – 06 abr.	Análisis Vectorial	3.5, 3.6
04	09 abr. – 13 abr.	Análisis Vectorial	3.7, 3.8
05	16 abr. – 20 abr.	Análisis Vectorial	3.9, 3.10, 2.1, 2.2
06	23 abr. – 27 abr.	Análisis Matricial	2.1, 2.2
07	30 abr. – 04 may.	Análisis Matricial – I Examen Parcial	6.1, 6.2
08	07 may. – 11 may.	Análisis Matricial	6.3, 6.4, 6.5
09	14 may. – 18 may.	Análisis Tensorial	4.1, 4.2
10	21 may. – 25 may.	Análisis Tensorial	4.3, 4.4
11	28 may. – 01 jun.	Teoría de Grupos	17.1, 17.2
12	04 jun. – 08 jun.	Teoría de Grupos – II Examen Parcial	17.3
13	11 jun. – 15 jun.	Teoría de Grupos	17.4, 17.5
14	18 jun. – 22 jun.	Cálculo Variacional	22.1, 22.2
15	25 jun. – 29 jun.	Cálculo Variacional	22.3, 22.3
16	02 jul. – 06 jul.	Vectores en el Espacio	5.1, 5.2, 5.3
17	10 jul.	<b>III Examen Parcial – 13:00 horas</b>	
18	19 jul.	<b>Examen de Ampliación – Examen de Suficiencia 13:00 horas</b>	

Al inicio de cada contenido temático, en el entorno [Mediación Virtual](#) se colocará los contenidos que el estudiante deberá estudiar individualmente, lecturas que debe realizar antes o después de clases, material suplementario y una lista con problemas recomendados. Los problemas en la lista son una guía de estudio pero no deben ser considerados como una lista de problemas por evaluar. Se insta al estudiante a realizar las lecturas recomendadas, resolver ejercicios todas las semanas, asistir a las horas de consulta y en general, llevar los contenidos de acuerdo al calendario. La lista de secciones se refiere al libro de texto [1], sin embargo en algunas secciones se utilizarán otros libros, en el mismo entorno [Mediación Virtual](#), se colocará el nombre del libro y las secciones correspondientes.

## Referencias

- [1] G. B. Arfken, H. J. Weber, F. E. Harris *Mathematical Methods for Physicists*. Elsevier Academic Press. 7<sup>a</sup> edición. EE.UU. 2013. [libro de texto](#)
- [2] M. L. Boas. *Methods in the Physical Sciences*. John Wiley & Sons. 3<sup>a</sup> edición. EE.UU. 2006.
- [3] S. Hassani. *Mathematical Physics. A Modern Introduction to Its Foundations*. Springer–Verlag. 2<sup>da</sup> edición. EE.UU. 2013.
- [4] M. R. Spiegel. *Vector Analysis and an Introduction to Tensor Analysis*. McGraw–Hill. 1<sup>era</sup> edición. EE.UU. 1959.
- [5] E. Butkov. *Mathematical Physics*. Addison–Wesley Publishing Company. 1<sup>era</sup> edición. EE.UU. 1973.