



1821 Universidad de Buenos Aires

Resolución Consejo Directivo

Número: RESCD-2026-730-E-UBA-DCT#FCEN

CIUDAD DE BUENOS AIRES

Miércoles 13 de Mayo de 2026

Referencia: EX-2026-01180401- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión
27/04/2026

VISTO

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Física, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Equivalencias entre Teorías de Gravedad y Teorías de Gauge** para el año 2026,

CONSIDERANDO

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este cuerpo en Sesión del día 27 de abril de 2026,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD

DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

RESUELVE

ARTÍCULO 1º: Aprobar el nuevo curso de posgrado **Equivalencias entre Teorías de Gravedad y Teorías de Gauge** de 40 horas y 3 semanas de duración, que será dictado por el Dr. Eric Yair Lescano, con la colaboración del Dr. Pablo Balenzuela.

ARTÍCULO 2º: Aprobar el programa del curso de posgrado **Equivalencias entre Teorías de Gravedad y Teorías de Gauge** que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el primer cuatrimestre de 2026.

ARTÍCULO 3º: Aprobar un puntaje máximo de dos (2) puntos para la Carrera de Doctorado.

ARTÍCULO 4º: Establecer un arancel de **CATEGORÍA NULA**.

ARTÍCULO 5º: Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 6º: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a FISICAN#FCEN y resérvese.

ANEXO

Equivalencias entre Teorías de Gravedad y Teorías de Gauge

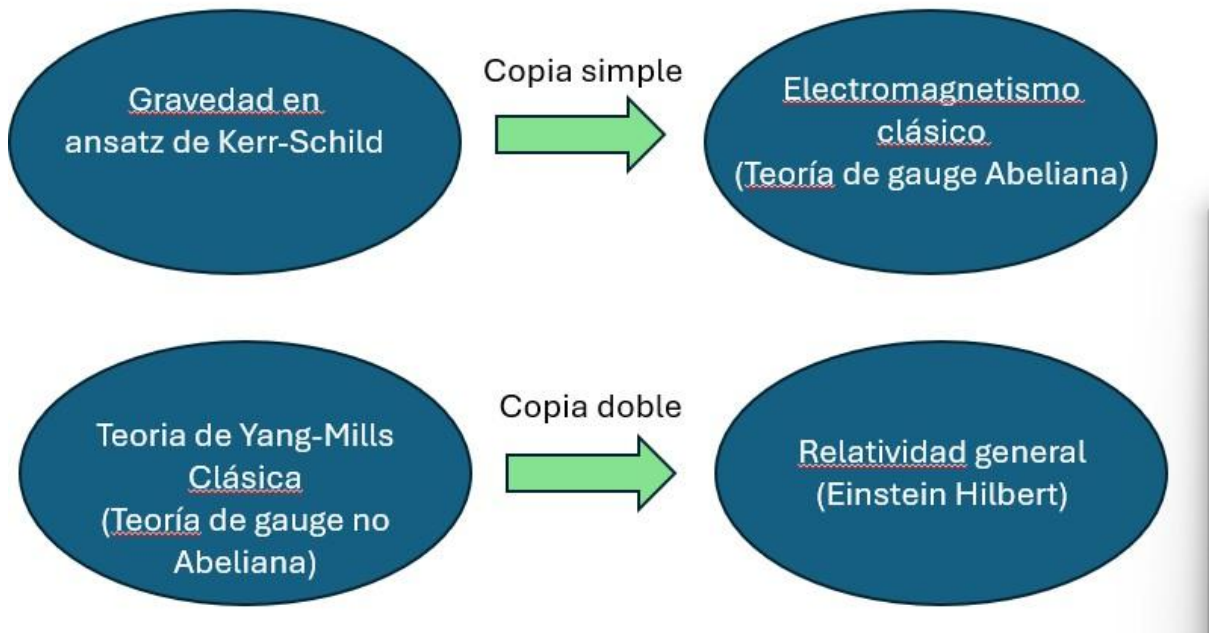
PROGRAMA

En la física teórica contemporánea, los dos pilares fundamentales que describen nuestro entendimiento del universo son la Relatividad General y las teorías de gauge, en particular la Cromodinámica Cuántica (QCD). Estas estructuras conceptuales, aunque desarrolladas en contextos distintos, la primera para describir la gravitación y la geometría del espacio-tiempo, la segunda para caracterizar las interacciones de las partículas elementales, comparten un lenguaje común basado en principios de simetría e invariancia. El dominio riguroso de ambas teorías constituye un requisito esencial para cualquier investigador o investigadora que aspire a desenvolverse en áreas modernas de la física teórica, tales como la cosmología fundamental, la gravedad cuántica, o la física de altas energías. En particular, los avances recientes en el entendimiento de la relación entre teorías de gauge y teorías de gravedad, a través de los programas de copia simple y copia doble (single copy y double copy), han revelado una sorprendente unificación formal entre estos dos marcos conceptuales. Dichos desarrollos no sólo representan una de las líneas más activas de investigación a nivel internacional, sino que también abren nuevas vías para la comprensión profunda de la estructura matemática de la naturaleza.

El presente curso surge con la intención de proporcionar una formación introductoria sólida y actualizada en estos dos paradigmas, articulando los aspectos técnicos de la relatividad general y de las teorías de gauge con la discusión de sus interconexiones modernas. De esta manera, se busca ofrecer al estudiantado una visión unificada y conceptual del campo, que sirva de base para la investigación de frontera en física teórica.

Objetivo específico del curso:

Ejemplos principales de copia simple y doble a explorar durante el curso



El objetivo específico del curso es brindar herramientas teóricas para acceder a un entendimiento de la copia simple y la copia doble, con énfasis en los siguientes dos casos de interés:

Objetivos generales del curso:

El objetivo general de este curso es introducir a los y las estudiantes en los fundamentos técnicos y conceptuales de la relatividad general y de las teorías de gauge clásicas, poniendo especial énfasis en las herramientas matemáticas y los principios de simetría que las sustentan. A partir de este marco común, se propone guiar al alumnado hacia la comprensión de los programas contemporáneos de copia simple y copia doble, que permiten establecer correspondencias formales entre teorías de gravedad y teorías de gauge. A lo largo de las distintas unidades, se brindará una formación equilibrada entre el desarrollo teórico y la aplicación práctica, mediante clases expositivas, guías de ejercicios originales y la lectura crítica de artículos especializados. Se buscará que el estudiantado no sólo comprenda los procedimientos formales, como la construcción de derivadas covariantes, tensores de curvatura, o la formulación Lagrangiana de Yang-Mills, sino que también adquieran la intuición física necesaria para reconocer las estructuras comunes entre los campos gravitacionales y los de gauge.

El curso aspira, en última instancia, a formar estudiantes capaces de conectar los fundamentos

geométricos de la gravitación con los principios de las interacciones gauge, dotándolos de herramientas analíticas y conceptuales que les permitan abordar problemas actuales en teoría de campos, relatividad, cosmología y física de partículas. Además, busca promover la integración de la comunidad local en debates internacionales sobre la estructura unificadora de las teorías fundamentales, impulsando así la formación de nuevos investigadores e investigadoras en un área de creciente relevancia global.

Público al que está dirigido:

Estudiantes de posgrado de física, matemática y ciencias afines, interesados en aspectos modernos de la física teórica.

Duración: 3 semanas, 24hs de clases teóricas y 16hs de clases prácticas. Se propone para el primer cuatrimestre del 2026.

Modalidad: Presencial.

Evaluación: Entrega de ejercicios semanales y monografía al finalizar el curso.

Programa:

Parte I: Introducción a la relatividad general

Introducción a las simetrías de la RG: concepto de vectores y tensores.

Construcción de la derivada covariante, la conexión afín y el tensor de Riemann. Compatibilidad con la métrica y la conexión de Levi-Civita.

Construcción del Lagrangiano de Einstein-Hilbert. Gravedad linearizada y gauge armónico. Ondas gravitacionales.

Parte II: El ansatz de Kerr-Schild y sus diferentes soluciones

Introducción a la gravedad perturbativa.

Propuesta: el ansatz de Kerr-Schild.

Análisis del Lagrangiano y las ecuaciones de movimiento bajo el ansatz.

Análisis de soluciones bajo el ansatz (agujero negro de Schwarzschild, Agujero negro de Kerr, entre otras).

Parte III: Incluyendo materia en el espacio-tiempo: hidrodinámica relativista

Construcción del espacio de fases y su derivada de Lie.

La ecuación de Boltzmann relativista y la función de distribución del fluido. Cálculo de la corriente

de partículas y del tensor de energía-momento.

El fluido perfecto acoplado al espacio curvo. Soluciones cosmológicas.

Parte IV: De Maxwell a Yang-Mills: Introducción a las teorías clásicas de gauge Abelianas y no Abelianas

Introducción a las teorías clásicas de gauge y sus simetrías.

Construcción de la derivada covariante de gauge y su relación con la conexión afín. Construcción del Lagrangiano de Yang-Mills. Ecuaciones de movimiento.

Discusión sobre otros Lagrangianos de interés: Chern-Simons y las teorías de gauge topológicas clásicas.

Parte V: Tópicos avanzados I: Construyendo teorías de gauge desde teorías de gravedad (single copy-copia simple)

Introducción al programa de copia simple. Idea general y fundamentos. Implementación del programa sobre el ansatz de Kerr-Schild.

Construcción de la teoría de gauge Abeliana a partir de la acción de gravedad. Generalización del programa a otras soluciones.

Parte VI: Tópicos avanzados II: Construyendo teorías de gravedad desde teorías de gauge (double copy-copia doble)

Introducción al programa de copia doble. Idea general y fundamentos. Implementación del programa sobre la teoría de Yang-Mills.

Construcción del término de Einstein Hilbert y sus acoples a partir de la acción de gauge. Generalización del programa a otras soluciones.

BIBLIOGRAFIA

Gravitation, Charles W. Misner, John Archibald Wheeler y Kip Thorne.

Exact solutions of Einstein's field equations, H. Stephani, D. Kramer, M. A. H. MacCallum, C. Hoenselaers and E. Herlt.

Nonequilibrium Quantum Field Theory, E. A. Calzetta and B-L. B. Hu

Relativistic Hydrodynamics, Luciano Rezzolla y Olindo Zanotti.

The Relativistic Boltzmann Equation: Theory and Applications, , .

Gauge Theories in Particle Physics I and II, I.J.R. Aitchison & A.J.G. Hey.

New Relations for Gauge-Theory Amplitudes, Z. Bern, J. J. M. Carrasco and H. Johansson, Phys. Rev. D 78 (2008) 085011.

Black holes and the double copy, R. Monteiro, D. O'Connell and C. D. White, JHEP 1412 (2014) 056.

Static Spherically Symmetric Kerr-Schild Metrics and Implications for the Classical Double Copy, K. Ridgway and M. B. Wise, Phys. Rev. D 94 (2016) no.4, 044023.

Kerr-Schild Double Field Theory and Classical Double Copy, K. Lee, JHEP 10 (2018) 027.

Aspects of conformal gravity and double field theory from a double copy map, E. Lescano, G. Menezes, J. A. Rodríguez, Phys.Rev.D 108 (2023) 12, 126017.

From noncommutative Yang-Mills theory to noncommutative gravity through a classical double copy map, L. Jonke, E. Lescano, Phys.Rev.D 111 (2025) 8, 086031

Digitally signed by MARTI Marcelo Adrian
Date: 2026.05.13 11:51:04 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Marcelo Marti
Secretario
Secretaría de Posgrado
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Digitally signed by DURAN Guillermo Alfredo
Date: 2026.05.13 12:36:49 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Guillermo Alfredo Duran
Decano
Decanato
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales