

# Curso de Postgrado: Teoría de Supercuerdas

Segundo semestre de 2025

Prof. Dr. Martín Schwelling<sup>1</sup>

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata  
Instituto de Física La Plata, IFLP-CONICET-UNLP*

## Programa del curso:

**1- Introducción.** Introducción histórica y motivación de la teoría de cuerdas. Idea general.

**2- La cuerda clásica.** La acción de una partícula puntual relativista. La cuerda relativista: acción de Nambu-Goto y acción de Polyakov. Ecuaciones de movimiento. Condiciones de contorno. Cuerdas abiertas. D-branas. Cuerdas cerradas.

**3- Cuantización de la cuerda bosónica.** Cuantización de la partícula puntual relativista. Cuantización de la cuerda bosónica relativista. Cuantización canónica de la cuerda bosónica. Cuantización en el cono de luz. Espectro de la cuerda abierta. Espectro de la cuerda cerrada.

**4- Introducción a la teoría de campos conformes.** Aspectos clásicos: tensor energía-impulso. Corrientes de Noether. Cuantización: expansión del producto de operadores, identidades de Ward. Invariancia conforme. Álgebra de Virasoro. Expansión en modos. Operadores de vértice.

**5- Cuantización mediante la integral funcional.** La integral de camino de Polyakov. Fijado del *gauge*. La anomalía de Weyl. Amplitudes de dispersión. Operadores de vértice. Cuerdas en espacios curvos.

**6- Interacciones de las cuerdas.** Amplitudes de dispersión de cuerdas cerradas a nivel árbol. Simetría  $SL(2, C)$ . La amplitud de Virasoro-Shapiro. Amplitudes de dispersión de cuerdas abiertas a nivel árbol. La amplitud de Veneziano. Amplitudes de dispersión de cuerdas a *one-loop*.

**7- D-branas y dualidad T.** D-branas y campos de *gauge*. Cuantización de cuerdas abiertas sobre  $Dp$ -branas. Cuerdas entre D-branas. Cargas de las D-branas. Dualidad T de las cuerdas cerradas. Dualidad T de las cuerdas abiertas. Líneas de Wilson.

**8- Teoría de supercuerdas.** Supersimetría. Teorías cuerdas supersimétricas del tipo I y II. Álgebra superconforme. Sectores de Ramond y Neveu-Schwarz. Espectro de la supercuerda. La proyección GSO. Operadores de vértice. Teoría de supercuerdas en 10 dimensiones. Invariancia modular. La cuerda heterótica. Supersimetrías en la hoja de mundo de la cuerda. Compactificación toroidal.

**9- Interacciones de supercuerdas.** La supergravidad como límite de bajas energías de la teoría de supercuerdas. Anomalías. Superespacio y supercampos. Amplitudes de dispersión de supercuerdas a nivel árbol. Amplitudes de dispersión de supercuerdas a *one-loop*.

**10- D-branas y dualidad T en la teoría de supercuerdas.** Dualidad T de las supercuerdas del tipo I. Dualidad T de las supercuerdas del tipo II. Interacciones de las D-branas. D-branas y teorías de Yang-Mills supersimétricas. La acción de Dirac-Born-Infeld.

**11- Dualidades.** Dualidad U. Relaciones entre las distintas teorías de supercuerdas. La teoría M.

---

<sup>1</sup>Profesor Titular Ordinario del Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Investigador Principal del CONICET, IFLP-CONICET-UNLP.

**12- Nuevos desarrollos en la teoría de supercuerdas.** Absorción de cuerdas cerradas por Dp-branas. Entropía de agujeros negros. La teoría supersimétrica de Yang-Mills con  $\mathcal{N} = 4$  supersimetrías y grupo de *gauge*  $SU(N)$ . La dualidad AdS/CFT. Modelos holográficos duales de teorías de Yang-Mills. Duales holográficos de teorías de Yang-Mills a temperatura finita y plasmas de quarks y gluones fuertemente acoplados. Compactificación de la teoría de supercuerdas. Otras ideas y líneas de investigación actuales.

## Bibliografía

- Superstring Theory, Vol. 1 y 2, Michael B. Green, John H. Schwarz, Edward Witten, Cambridge University Press.
- String Theory, Vol. 1 y 2, Joseph Polchinski, Cambridge University Press.
- Lectures on String Theory, University of Cambridge Part III Mathematical Tripos, David Tong, 2009.
- A first course in String Theory, Barton Zwiebach, Cambridge University Press.
- Conformal Field Theory, Philippe Di Francesco, Pierre Mathieu, David Senechal, Springer Verlag.
- String Theory and M-theory, Katrin Becker, Melanie Becker and John H. Schwarz, Cambridge University Press.

## Número de horas totales:

64 hs (de teoría) + 64 hs (de resolución de problemas) = total 128 hs.

Este curso tiene 64 hs de clases teóricas.

A eso se le suma la resolución de las guías de problemas, lo cual suma otras 64 hs adicionales.

## Modo de aprobación:

Examen final