



*1821 Universidad de Buenos Aires*

## **Resolución Consejo Directivo**

**Número:**

**Referencia:** EX-2026-01072859- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión  
30/03/2026

---

### **VISTO**

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Física, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Escuela J.J. Giambiagi 2026: Nuevas Tendencias en Materia Condensada** para el año 2026,

### **CONSIDERANDO**

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este cuerpo en Sesión del día 30 de marzo 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 **Escuela J.J. Giambiagi 2026: Nuevas Tendencias en Materia Condensada** de 40 horas y 1 semanas de duración, que será dictado por las Dras. Gabriela Pasquini, con la colaboración de las Dras. Leticia Cugliandolo y Leni Bascone y los Dres. Joerg Schmalian, Sergio O. Valenzuela y Hermann Suderow.

**ARTÍCULO 2º:** Aprobar el programa del curso de posgrado **Escuela J.J. Giambiagi 2026: Nuevas Tendencias en Materia Condensada** que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado del 13 al 17 de Julio de 2026.

**ARTÍCULO 3º:** Aprobar un puntaje máximo de un punto y medio (1,5) 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 FISICA#FCEN y resérvese.

## ANEXO

### Escuela J.J. Giambiagi 2026: Nuevas Tendencias en Materia Condensada

#### PROGRAMA Y BIBLIOGRAFIA

##### Objetivos generales:

La Escuela Giambiagi, se realiza ininterrumpidamente desde hace 26 años. El propósito general de la escuela es ofrecer a estudiantes de doctorado una perspectiva de temas actuales por parte de reconocidos expertos, fortaleciendo su formación en diálogo con especialistas internacionales y nacionales. La Reunión Giambiagi 2026 propone abordar tendencias actuales en materia condensada, un área de investigación de enorme dinamismo que atraviesa tanto la física fundamental como el desarrollo tecnológico. La reunión reunirá referentes internacionales en el área en el área, que serán los responsables de dictar los cursos teóricos, y expertos científicos nacionales que dictarán los seminarios. Los temas seleccionados para los cursos —superconductividad no convencional y topológica, espintrónica, fenómenos fuera del equilibrio, correlaciones electrónicas en y materiales bidimensionales, técnicas avanzadas de microscopía de efecto túnel— representan líneas de frontera en las que confluyen física teórica, experimentación avanzada y aplicaciones potenciales en tecnologías emergentes.

##### Estructura y programa analítico:

El programa de la escuela incluye 5 cursos de 6 horas totales de duración cada uno, divididas en 3 módulos (clases). El programa se completa con 10 horas de asistencia por parte de los alumnos a seminarios y conferencias dictadas por especialistas en distintos temas de materia condensada.

A continuación, se detalla el programa de cada uno de los cursos y la bibliografía asociada. Debido a que se espera contar con asistencia de estudiantes extranjeros y que alguno de los profesores no son de habla hispana los cursos serán dictados en idioma inglés, por lo que algunos de los programas están redactados en ese idioma.

##### **Curso 1:** Fundamentos y aplicaciones de espintrónica

Profesor a cargo: Sergio O. Valenzuela

Objetivo: Introducir los fundamentos de la espintrónica y sus principales aplicaciones

tecnológicas.

Presentar temas emergentes en área.

Programa del curso:

Clase 1: Fundamentos de espintrónica: motivación y breve historia, transporte de espín, i interacción de intercambio y magnetismo itinerante; acoplamiento espín-órbita; Efecto Hall

anómalo y de espín.

Clase 2: Aplicaciones de la espintrónica: arquitecturas básicas, torques de espín y principios de funcionamiento de memorias y dispositivos lógicos

Clase 3: Temas emergentes: espintrónica en materiales 2D, transporte de espín en sistemas topológicos, altermagnetos.

Bibliografía:

I Žutić, J. Fabian and S. Das Sarma, Spintronics: Fundamentals and applications.

Rev. Mod. Phys. 76, 323 (2004)

S. Maekawa, S. O. Valenzuela, E. Saitoh and T. Kimura, Spin Current. Oxford University Press (2017)

J. F. Sierra, J. Fabian, R. K. Kawakami, S. Roche & S. O. Valenzuela, Van der Waals heterostructures for spintronics and opto-spintronics. Nat. Nanotechnol. 16, 856–868 (2021)

H. Yang, S. O. Valenzuela, M. Chshiev, et al., Two-dimensional materials prospects for non-volatile spintronic memories. Nature 606, 663–673 (2022)

S. O. Valenzuela et al., Spintronic materials. Encyclopedia of Condensed Matter Physics (Second Edition), Edited by T. Chakraborty, Academic Press (2024).

**Curso 2:** Dinámica fuera de equilibrio en sistemas clásicos y cuánticos macroscópicos.

Profesora: Leticia Cugliandolo

Objetivo: Este curso introducirá brevemente diversas maneras de evolucionar fuera del equilibrio en sistemas microscópicos clásicos y cuánticos. Los ejemplos a tratar serán vidriosidad clásica y su relación con la informática, la materia activa y sus realizaciones biológicas y artificiales, y los efectos cuánticos.

Programa del curso:

Clase 1: Paisajes de energía libre rugosos y vidriosidad. La conexión con los problemas de optimización, y las redes neuronales biológicas y artificiales.

Clase 2: Sistemas con estados estacionarios fuera del equilibrio: el ejemplo de la materia activa.

Clase 3: Los efectos de las fluctuaciones cuánticas.

Bibliografía:

L. F. Cugliandolo, Recent applications of dynamical mean-field methods, Annual Review of Condensed Matter Physics 15 (2023).

P. Romanczuk, M. Bär, W. Ebeling, B. Lindner, L. Schimansky-Geier, Active Brownian particles: From individual to collective stochastic dynamics, The European Physical Journal Special Topics 202, 1 (2012).

Polkovnikov, K. Sengupta, A. Silva, M. Vengalattore, Nonequilibrium dynamics of closed interacting quantum systems, Rev. Mod. Phys. 83, 863 (2011).

**Curso 3:** Efectos de las correlaciones electrónicas en materiales Moiré

Profesora: Leni Bascone

Objetivos: Introducir los efectos de las correlaciones electrónicas fuertes de tipo Mott en materiales cuánticos, la gran variedad de estados correlacionados en materiales rotados y otras multicapas, y la novedosa fenomenología que subyace en los estados electrónicos de las bicapas de grafeno rotadas al ángulo mágico.

Programa del curso:

Clase 1: Introducción a los efectos de la repulsión electrónica con especial énfasis en la tendencia a la localización de Mott y sus consecuencias. Mención a algunos materiales cuánticos fuertemente correlacionados de especial interés: superconductores de alta

temperatura o fermiones pesados.

Clase 2: Introducción a la twistrónica y los materiales moiré: bandas planas y estados correlacionados en bicapas de grafeno rotado de ángulo mágico (MATBG) y otros materiales moiré basados en grafeno o en materiales semiconductores, magnéticos, etc.

Enfoques teóricos para abordar las propiedades de este tipo de materiales.

Clase 3: El poco convencional estado normal de las bicapas grafeno de ángulo mágico. Modelos teóricos de MATBG y descripción como fermión pesado. Cascadas electrónicas. Interrelación entre las correlaciones electrónicas y la topología de las bandas planas.

#### Bibliografía:

Patrik Fazekas: “Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism”. Series in Modern Condensed Matter Physics: Volume 5. World Scientific. 1999

Dynamical mean field theory of strongly correlated fermion systems and the limit of infinite dimensions. A. Georges et al, RMP 68, 13 (1996)

Superconductivity and strong correlations in moiré flat bands. Balents et al, Nature Physics 16, 725 (2020). Semiconductor moiré materials. K.F. Mak, J. Shan, Nature Nano 17, 686 (2022).

Interactions in the 8-orbital model for twisted bilayer graphene. M.J. Calderón and E. Bascones, PRB 102, 155149 (2020). Magic angle twisted bilayer graphene as a topological heavy fermion problem. Song and Bernevig, PRL 129, 047601 (2022).

Heavy Fermions and cascades without symmetry breaking in twisted bilayer graphene. A. Datta, M.J. Calderón, A. Camjayi and E. Bascones, Nature Comm. 14, 5036 (2023). Cascades in transport and optical conductivity of Twisted Bilayer Graphene. MJ Calderón, A. Camjayi, A. Datta and E. Bascones. PRB 112, L041126 (2025)

#### **Curso 4: Topological and Tropical Superconductivity**

Professor: Joerg Schmalian

Course overview: This short course introduces superconductivity from a unifying perspective based on off-diagonal long-range order (ODLRO) and macroscopic quantum coherence. Starting from conventional superconductors, we move to topological and multi-component (“tropical”) superconductivity, emphasizing vortices, Majorana bound states, and fluctuation effects in low dimensions. Schedule and topics:

Class 1: Superconductivity as Macroscopic Quantum Order:

What is a phase in superconductivity?

Broken  $U(1)$  symmetry and gauge invariance

Order parameter: amplitude, phase, and stiffness

Off-diagonal long-range order (ODLRO)

Penrose–Onsager criterion

Physical consequences: Meissner effect, flux quantization, vortices

Fractional fluxes and vortex lattices as macroscopic quantum effects

Mono-phase superconductivity

Single-component condensates

Conventional BCS/BEC picture

Dia-phase and tropical superconductivity

Sign-changing order parameters

Electron-driven pairing mechanisms

Multiple pairing channels and multi-component order parameters

Connection to topology

Class 2: Introduction to Topological Superconductivity and Topology-Enabled Pairing

BdG Hamiltonians as topological systems

Particle–hole symmetry and Nambu doubling

Why topology works differently in superconductors

Minimal models

Kitaev chain (1D): Majorana end modes and topology

2D chiral superconductors: chiral edge modes

Symmetry and classification (high level)

Role of time-reversal and spin symmetry

Class D vs DIII intuition

Topologically enabled pairing

How band topology, spin textures, or proximity effects promote pairing

Brief outlook on fluctuating low-dimensional superconductors

Class 3: Vortex Physics and Majorana Modes in Topological Superconductors

Vortices in conventional superconductors (recap)

Phase winding and flux quantization

Caroli–de Gennes–Matricon vortex-core states

Vortices in topological superconductors

Majorana zero modes in vortex cores

Index-type arguments and stability criteria

Single-vortex physics

Bound-state spectra and minigaps

Effects of disorder, symmetry breaking, and temperature

Coupled vortices

Hybridization of Majorana modes

Exponential splitting and oscillatory behavior

Effective low-energy descriptions

Vortex arrays and emergent phases

Vortex chains and lattices

Formation of Majorana bands and possible topological transitions

Bibliography:

Off-diagonal long-range order:

C. N. Yang, Rev. Mod. Phys. 34, 694 (1962).

H. T. Nieh, et al. Phys. Rev. B 51, 3760 (1995).

M. A Rampf and J. Schmalian, J. Phys. Commun. 6, 055013 (2022).

Topological superconductivity:

Bernevig and T. Hughes Topological Insulators and Topological Superconductors, Princeton University Press (2013)

C.-K. Chiu, J. C. Y. Teo, A. P. Schnyder, and S. Ryu, Classification of topological quantum matter with symmetries, Rev. Mod. Phys. 88, 035005 (2016)

All participants will receive detailed lecture notes

**Curso 5:** Visualizing superconductors through scanning tunneling microscopy

Professor: Hermann Suderow

Objectives: Introduce, by discussing a concrete experimental technique (Scanning Tunneling Microscopy), topical concepts of condensed matter physics. Conventional and unconventional superconductivity, two-dimensional superconductivity, lateral quantization and surface physics, heavy fermions and magnetic semiconductors. The course will show how to visualize electronic phenomena through atomic scale measurements and discuss emergent results

Schedule and topics:

First lecture: Tunneling spectroscopy: atomic vs macroscopic length scale.

Concept of electron tunneling, its role in obtaining the density of states and difference between macroscopic and atomic size tunneling.

Cryogenic positioning mechanisms, piezoelectrics and tunneling measurement techniques. Role of energy and spatial resolution in atomic scale measurements.

The superconducting density of states in different compounds and systems.

Quasiparticle interference and determination of the band structure.

Second lecture: Low dimensional phenomena.

Physics of the surface and its relation to the bulk.

Two-dimensional superconductivity.

Heavy fermions under the microscope. Concept of cotunneling.

Charge and pair density waves and modulations.

Lateral quantization and quantum corrals.

Quantized states in magnetic semiconductors and semimetals.

Third lecture: Abrikosov and Josephson physics in superconductors.

Andreev states in vortex cores. Majorana phenomenology.

Vortex lattices in conventional and unconventional superconductors.

Vortex lattice melting.

Vortex motion.

Disordered superconductors.

The Josephson effect in atomic size junctions. Scanning Josephson spectroscopy.

Andreev and phonon spectroscopies.

#### Bibliography:

Principles of electron tunneling spectroscopy, 2nd edition, E.L. Wolf.

Principles of surface physics, Friedhelm Bechstedt.

Physics of surfaces and interfaces, Harald Ibach.

Scanning probe microscopy, Bert Voigtlander.

Imaging superconducting vortex cores and lattices with a scanning tunneling microscope. H Suderow et al, Supercond. Sci. Technol. 27 063001 (2014).

Scanning tunneling spectroscopy of high-temperature superconductors, Øystein Fischer et al, Rev Mod Phys 79, 353 (2007).

