



"Año de la reconstrucción de la Nación Argentina"

"40 años de la creación del Consejo Interuniversitario Nacional -
CIN"



Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO

SAN LUIS, 18 de noviembre de 2025.-

VISTO:

El EXPE: 9213/2025 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: INTRODUCCIÓN A LA MAGNETOBIOLOGÍA; y

CONSIDERANDO:

Que el Curso de Posgrado se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales del 2 de octubre al 21 de noviembre de 2025 con un crédito horario de OCIENTA (80) horas presenciales y bajo la coordinación del Dr. Leonardo MAKINISTIAN.

Que la Comisión Asesora de Posgrado de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del 12 de agosto de 2025, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 35/2016.

Que corresponde su protocolización.

Por ello, y en uso de sus atribuciones:

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: INTRODUCCIÓN A LA MAGNETOBIOLOGÍA, en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales del 2 de octubre al 21 de noviembre de 2025 con un crédito horario de OCIENTA (80) horas presenciales.

ARTÍCULO 2º.- Protocolizar como docente responsable del curso al Dr. Leonardo MAKINISTIAN, DU N° 28335559, de esta Casa de Estudios.



"Año de la reconstrucción de la Nación Argentina"

**"40 años de la creación del Consejo Interuniversitario Nacional -
CIN"**



**Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO**

ARTÍCULO 3º.- Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al ANEXO de la presente disposición.

ARTÍCULO 4º.- Comuníquese, notifíquese, publíquese en el Digesto Administrativo de la Universidad Nacional de San Luis, insértese en el Libro de Resoluciones y archívese.

RC

Documento firmado digitalmente según Ordenanza Rectoral N° 15/2021 por: Rector GIL, Raúl Andrés - Secretaria Académica, de Innovación Educativa y Posgrado LORENZO, Rosa Alejandra.



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario
Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO

ANEXO

IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE: Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales.

DENOMINACIÓN DEL CURSO: INTRODUCCIÓN A LA MAGNETOBIOLOGÍA

CATEGORIZACIÓN: Perfeccionamiento

FECHA DE DICTADO DEL CURSO: desde el 2 de octubre al 21 de noviembre de 2025

MODALIDAD DE DICTADO: Presencial.

CRÉDITO HORARIO TOTAL: 80 horas (20 hs. teóricas, 20 hs. de prácticas de aula y 40 hs. de prácticas de laboratorio)

COORDINADOR: Dr. Leonardo MAKINISTIAN, DU Nº 28335559

EQUIPO DOCENTE

RESPONSABLE: Dr. Leonardo MAKINISTIAN

PROGRAMA ANALÍTICO

FUNDAMENTACIÓN:

La magnetobiología estudia la interacción de campos estáticos y de bajas frecuencias (300 Hz o menos), típicamente débiles o medios (hasta algunos cientos de miliTeslas), con los organismos vivos. Es una disciplina francamente interdisciplinaria, con aportes fuertes desde la Física, la Biología, y la Ingeniería. Existen al menos tres aspectos de la magnetobiología que hacen particularmente pertinente la oferta de un curso de posgrado de introducción a la disciplina: 1) comprender los mecanismos subyacentes a la interacción de los campos en cuestión con la materia viva representa un desafío científico aún sin resolver, que si bien requerirá un trabajo multidisciplinario con aportes indispensables desde la Biología, demandará sólidos aportes desde la Física y el desarrollo de dispositivos especiales desde la ingeniería. 2) Por un lado, la posibilidad de aplicar dichos campos al tratamiento de enfermedades y, por otro, el dilucidar si los mismos pueden resultar perjudiciales para la salud, son cuestiones delicadas en términos de seguridad pública que deberían ser exploradas por equipos que incluyan integrantes de diversas áreas. 3) La posibilidad de aplicar campos magnéticos a bacterias y levaduras, que son organismos centrales en múltiples procesos industriales (biotecnología, industria agroalimentaria) representa un potencial campo de desarrollo para los graduados de diversas carreras de posgrado que se inclinen hacia un perfil aplicado/tecnológico.

OBJETIVOS:

Se pretende que el estudiante que apruebe este curso:

Obtenga una mirada panorámica sobre el campo de acción de la magnetobiología: que conozca cuáles son sus sub-disciplinas de especialización y los principales problemas sin resolver en cada una de ellas.

Posea un conocimiento crítico de los principales modelos teóricos de interacción, sus fortalezas y sus debilidades.

Conozca pormenorizadamente las recomendaciones más exigentes sobre metodología experimental en magnetobiología, y su justificación.



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario
Nacional – CIN”

**Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO**

Ensaye, en el marco de la magnetobiología, escritura científica de una monografía o un artículo.

Diseñe y ejecute una serie de experimentos aplicando campos magnéticos a levaduras y evaluando sus efectos sobre la proliferación, y/o actividad fermentativa.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Introducción a la magnetobiología: conceptos de bioelectromagnetismo, biomagnetismo, y magnetobiología. Repaso de hallazgos experimentales reportados en la literatura. Modelos teóricos de interacción en magnetobiología. Recomendaciones metodológicas en magnetobiología experimental. Magnetobiología, biomedicina, e industria.

PROGRAMA DETALLADO:

UNIDAD 1. Introducción. Conceptos de bioelectromagnetismo, biomagnetismo, y magnetobiología. Repaso de hallazgos experimentales reportados en la literatura: experimentos *in vitro* e *in vivo*, en animales y en humanos. Experimentos con campos estáticos (DC) y con campos estáticos y alternos (DC+AC) combinados. Campos fuertes, intermedios y débiles.

UNIDAD 2. Modelos teóricos de interacción. El problema “*kT*” en magnetobiología. Modelos de cinética química. Resonancia estocástica. Modelos macroscópicos (efectos de orientación, corrientes parásitas, magnetohidrodinámica de cuerpos macroscópicos cargados). Críticas al modelo de ciclotrón. Resonancia paramétrica. Radicales libres. Interferencia de iones ligados.

UNIDAD 3. Recomendaciones en magnetobiología experimental. Fuentes de generación de campos, consideraciones básicas. Sensado: calibración y mapeo. Campos homogéneos e inhomogéneos. Blindaje: mu-metal y cajas de Faraday. Variables de confusión: temperatura, campos de fondo, otros. Variables que deberían ser reportadas en un estudio de magnetobiología.

UNIDAD 4. Magnetobiología, biomedicina, e industria. Controversia sobre la posible carcinogenecidad de los campos magnéticos. Magnetobiología y nanopartículas magnéticas. Magnetoterapias establecidas (rehabilitación de tejidos blandos y soldaduras óseas) y no establecidas (cáncer, enfermedades neurodegenerativas, infecciones). Potenciales aplicaciones en la industria alimenticia: efectos sobre los procesos fermentativos (bacterias y levaduras).

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

De las 16 clases del curso, los estudiantes deberán asistir a un mínimo de 12.

Los estudiantes realizarán tareas semanales escritas y/o en forma de presentaciones audiovisuales individuales que deberán aprobarse en un 80%.

Los estudiantes deberán presentar un informe final individual detallado de los resultados experimentales realizados en el laboratorio.

Cada estudiante deberá realizar una presentación final integradora individual al final del curso.

BIBLIOGRAFÍA

V. N. Binh, Magnetobiology, Underlying Physical Problems (Elsevier Science, Ltd., Bath, UK, 2002), p. 314.



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario
Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO

- Binhi VN, Prato FS. A physical mechanism of magnetoreception: Extension and analysis: A Physical Mechanism of Magnetoreception. *Bioelectromagnetics*. 2017 Jan;38(1):41–52.
- Binhi VN, Prato FS. Rotations of macromolecules affect nonspecific biological responses to magnetic fields. *Sci Rep* 2018;8(1).
- Yu S, Shang P. A review of bioeffects of static magnetic field on rodent models. *Prog Biophys Mol Biol*. 2014 Jan;114(1):14–24.
- Makinistian L. A novel system of coils for magnetobiology research. *Rev Sci Instrum*. 2016 Nov;87(11):114304.
- Makinistian L, Belyaev I. Magnetic field inhomogeneities due to CO₂ incubator shelves: a source of experimental confounding and variability? *R Soc Open Sci*. 2018 Feb;5(2):172095.
- Makinistian L, Muehsam DJ, Bersani F, Belyaev I. Some recommendations for experimental work in magnetobiology, revisited: Recommendations for Magnetobiology Research. *Bioelectromagnetics*. 2018 Oct;39(7):556–64.
- Makinistian L, Marková E, Belyaev I. A high throughput screening system of coils for ELF magnetic fields experiments: proof of concept on the proliferation of cancer cell lines. *BMC Cancer* 2019;19(1).
- Misakian M, Sheppard AR, Krause D, Frazier ME, Miller DL. 1993. Biological, physical, and electrical parameters for in-vitro studies with ELF magnetic and electric fields — a primer. *Bioelectromagnetics* 14:1 – 73.
- Vanderstraeten J. Magnetic fields and health: from epidemiology to cryptochrome chemistry. *Magn Fields*. 2017;10.
- Schüz J, Dasenbrock C, Ravazzani P, Röösli M, Schär P, Bounds PL, et al. Extremely low-frequency magnetic fields and risk of childhood leukemia: A risk assessment by the ARIMMORA consortium: Risk Assessment ELF-MF and Childhood Leukemia. *Bioelectromagnetics*. 2016 Apr;37(3):183–9.
- N. M. Shupak, F. S. Prato, W. Thomas. Therapeutic uses of pulsed magnetic-field exposure: A review. *Radio Sci Bull*. 2003;(307):9–32.
- Valberg PA. 1995. Designing EMF experiments: what is required to characterize “exposure”? *Bioelectromagnetics* 16:396 – 401.
- WHO. Extremely Low Frequency Fields, World Health Organization Environmental Health Criteria 238 [Internet]. Geneva: WHO Press; 2007

CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

DESTINATARIOS/AS Y REQUISITOS DE INSCRIPCIÓN: Profesionales de carreras universitarias o carreras con 4 años de duración como mínimo en disciplinas vinculadas a las ciencias naturales e ingenierías.

Graduados en Física, Biología, Biotecnología, Química, Ingenierías (electrónica, bioingeniería, química, etc.), y en áreas vinculadas a la temática del curso.

CUPO: mínimo 1 - máximo 6 personas.

PROCESO DE ADMISIÓN: Evaluación del CV y nota de motivación para tomar el curso.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario
Nacional – CIN”

Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO

Fecha	Tipo de actividad /temas a desarrollar	Docente/s responsable/s de la actividad	Ámbito
02/10/2025	Teoría UNIDAD 1	Leonardo Makinistian	Lab 9
03/10/2025	Teoría UNIDAD 2	Leonardo Makinistian	Lab 9
9/10/2025	Prácticas de aula	Leonardo Makinistian	Lab 9
10/10/2025	Teoría UNIDAD 3	Leonardo Makinistian	Lab 9
16/10/2025	Prácticas de aula	Leonardo Makinistian	Lab 9
17/10/2025	Teoría UNIDAD 4	Leonardo Makinistian	Lab 9
23/10/25	Prácticas de Aula	Leonardo Makinistian	Lab 9
24/10/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBNab
30/10/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBLab
31/10/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBLab
6/11/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBLab
7/11/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBLab
13/11/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBLab
14/11/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBLab
20/11/25	Trabajo experimental	Leonardo Makinistian	MBLab
21/11/25	Presentaciones Finales	Leonardo Makinistian	Lab 9



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

**“40 años de la Creación del Consejo Interuniversitario
Nacional – CIN”**

**Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO**

LUGAR DE DICTADO: Todos los encuentros se realizarán en el horario de 13 a 18 hs, en el Laboratorio 9 (Lab 9, utilizado como aula) o en el Laboratorio de Magnetobiología (MBLab), del Departamento de Física de la FCFMyN, UNSL: Ejército de los Andes 950, Bloque II, 2do piso.

FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ESTUDIANTES APROBADOS/AS: 19 de diciembre de 2025.

FINANCIAMIENTO DEL CURSO

COSTOS: El costo del curso se destinará a honorarios del docente responsable.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO: El curso se autofinancia con los aranceles

ARANCEL GENERAL: PESOS TRESCIENTOS VEINTE MIL (\$320.000)

BECA A DOCENTES DE LA UNSL: el arancel será de PESOS CIEN MIL (\$100.000) en este caso.

BECA A ESTUDIANTES DE LA UNSL: el arancel será de PESOS OCHENTA MIL (\$80.000) en este caso.

OTRAS BECAS: Se realizará un descuento del 100% para un máximo de dos (2) estudiantes de la UNSL a ser seleccionados de acuerdo a sus antecedentes.

Hoja de firmas