



Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO

"Año de la reconstrucción de la Nación Argentina"
"40 años de la creación del Consejo Interuniversitario Nacional -
CIN"



SAN LUIS, 12 de noviembre de 2025.-

VISTO:

El EXPE: 1873/2025 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: CRECIMIENTO DE CRISTALES Y MÉTODOS DE RESOLUCIÓN ESTRUCTURAL; y

CONSIDERANDO:

Que el Curso de Posgrado se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia del 10 al 14 de noviembre de 2025 con un crédito horario de CINCUENTA (50) horas presenciales y bajo la coordinación de la Dra. María Celeste BERNINI.

Que la actividad propuesta se formula en el marco de las actividades del Proyecto Institucional de la UNSL presentado y aprobado mediante Resolución 2024-1388-APN-SE#MCH en la Convocatoria Programa DOCTORADOS 2024 de la SPU.

Que la Comisión Asesora de Posgrado de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del de 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 se protocolizó mediante RR 862/25 y posteriormente la coordinadora solicitó modificaciones en la mencionada resolución, según consta en el expediente de referencia.

Que corresponde su protocolización.

Por ello, y en uso de sus atribuciones:

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Derogar la Resolución RR 862/25.



"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 2º.- Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: CRECIMIENTO DE CRISTALES Y MÉTODOS DE RESOLUCIÓN ESTRUCTURAL, en el ámbito de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia del 10 al 14 de noviembre de 2025 con un crédito horario de CINCUENTA (50) horas presenciales.

ARTÍCULO 3º.- Protocolizar como cuerpo docente del curso: Responsables: Dra. Florencia DI SALVO, DU N° 25374663 de la Universidad de Buenos Aires, Dra. María Eugenia ZELAYA, DU N° 24037312 del Centro Atómico Bariloche-CNEA-CONICET; Colaboradores: Dr. Martín Eduardo SALETA, DU N° 25965205 del Instituto de Nanociencias y Nanotecnología e Instituto Balseiro; Dr. Sebastián KLINKE, DU N° 25340453 de la Fundación Instituto Leloir, Buenos Aires; Dra. María Celeste BERNINI, DU N° 29263017, Dr. Carlos Alberto LOPEZ, DU N° 29213185, Dr. Arturo GÓMEZ BARROSO, DU N° 25565261 pertenecientes a esta Casa de Estudios; Auxiliares: Dr. Eduardo Luciano GUTIERREZ, DU N° 35117441, Lic. Natalia Evelin CARMONA VIGLIANCO, DU N° 29282620, Biólogo Esteban María CRESPO, DU N° 17000284 pertenecientes a esta Casa de Estudios.

ARTÍCULO 4º.- Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al ANEXO de la presente disposición.

ARTÍCULO 5º.- Comuníquese, notifíquese, publíquese en el Digesto Administrativo de la Universidad Nacional de San Luis, insértese en el Libro de Resoluciones y archívese.

MH

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 Química, Bioquímica y Farmacia.

DENOMINACIÓN DEL CURSO: CRECIMIENTO DE CRISTALES Y MÉTODOS DE RESOLUCIÓN ESTRUCTURAL

CATEGORIZACIÓN: Perfeccionamiento

FECHA DE DICTADO DEL CURSO: 10 al 14 de noviembre de 2025

MODALIDAD DE DICTADO: Presencial.

CRÉDITO HORARIO TOTAL: 50 hs (30 hs. teóricas, 15 hs. de prácticas de aula y 5 hs. de prácticas de laboratorio).

COORDINADORA: Dra. María Celeste BERNINI, DU N° 29263017

EQUIPO DOCENTE

RESPONSABLES: Dra. Florencia DI SALVO, Dra. María Eugenia ZELAYA.

COLABORADORES: Dr. Martín Eduardo SALETA, Dr. Sebastián KLINKE, Dra. María Celeste BERNINI, Dr. Carlos Alberto LOPEZ, Dr. Arturo GOMEZ BARROSO.

AUXILIARES: Dr. Eduardo Luciano GUTIERREZ, Lic. Natalia Evelin CARMONA VIGLIANCO, Biólogo Esteban María CRESPO

PROGRAMA ANALÍTICO

FUNDAMENTACIÓN:

La XVI Escuela constituye una actividad satélite de la XX Reunión Anual de Cristalografía que organiza la Asociación Argentina de Cristalografía (AACr). La Escuela abordará tres tópicos principales que se enmarcan en el ámbito de la cristalografía: El crecimiento de sólidos cristalinos, específicamente como Monocristales (de pequeñas moléculas y macromoléculas), la metodología de resolución de estructuras cristalinas mediante la técnica de Difracción de Rayos X de cristal único o monocristal (SX-XRD) y la obtención de datos cristalográficos mediante Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM). Debido a la reciente puesta en funcionamiento del TEM en el Laboratorio de Microscopía y Microanálisis (LABMEM, FQBF-FCFMN) y al actual proceso de adquisición de un difractómetro de SC-XRD en el ámbito de la UNSL, ambos tópicos surgen como una necesidad en cuanto a capacitación y formación de la población de becarios, tesisistas e investigadores de la UNSL, el CCT- San Luis y de la zona de influencia, dedicados al estudio del estado sólido. Además, esta decimosexta edición de la escuela cuenta con el auspicio de la UNSL, FQBF, FCFMN y la Asociación Física Argentina.

OBJETIVOS:

- Tender a la actualización y profundización de conocimientos relacionados a las metodologías de crecimiento de cristales de pequeñas moléculas y de macromoléculas.
- Transmitir los fundamentos y aplicaciones de la técnica de difracción de Rayos X de monocristal y de la microscopía electrónica de barrido, con énfasis en la determinación estructural.
- Contribuir a la formación de estudiantes de posgrado e investigadores jóvenes, en los aspectos relacionados a las mencionadas técnicas instrumentales.



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

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

**Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO**

- Adquirir conocimiento sobre el alcance y limitaciones de los instrumentos de SC-XRD convencionales o de laboratorio. Difundir las ventajas que supone la realización de experimentos de SC-XRD en fuentes de luz sincrotrón.
- Adquirir conocimiento sobre el alcance y limitaciones de los instrumentos de TEM.
- Propiciar el conocimiento y entrenamiento en el empleo de programas de resolución, refinamiento y análisis de datos cristalográficos derivados de experimentos de SX-XRD y de TEM.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Métodos más difundidos para el Crecimiento de Monocristales de pequeñas moléculas y macromoléculas. Introducción al análisis de simetría: Elementos y operaciones de simetría, grupos puntuales y grupos espaciales. Tablas Cristalográficas. Cristalografía en el espacio directo y en el recíproco. Física de los rayos X. Dispersión de rayos X por electrones, átomos y sólidos cristalinos. Dispersión coherente por átomos. Factor atómico de scattering. Dispersión anómala. Difracción de rayos X por cristales: Ley de Bragg. Factores de Estructura. El problema de las fases en cristalografía. Métodos de resolución de estructuras cristalinas. Descripción del instrumental de laboratorio de SC- XRD y TEM. Descripción de la adquisición de datos de difracción con SX-XRD. Modos de operación en TEM. Indexación de patrones de difracción. Interpretación de imágenes de alta resolución por contraste de fase. Demostración de manejo de softwares. Entrenamiento en empleo de programas de resolución y refinamiento de estructuras cristalinas. Bases de datos. Elaboración de archivo de datos cristalográficos (cif) para publicación. Análisis, validación y presentación de resultados.

PROGRAMA DETALLADO:

Tema 1. Crecimiento de Cristales. Aspectos termodinámicos y cinéticos de la cristalización. Metodologías más comunes y consideraciones prácticas para el crecimiento de monocristales de pequeñas moléculas. Criterios de selección de monocristales para experimentos de SX-XRD. Relación entre la composición y las características instrumentales más adecuadas para su análisis.

Tema 2. Introducción al análisis de simetría en el espacio. Descripción de elementos y operaciones de simetría. Grupos puntuales y grupos espaciales. Notación de Hermann Mauguin. Nociones sobre Tablas Internacionales de Cristalografía.

Tema 3. El fenómeno de la difracción de rayos X. Difracción de ondas. Principio de Huygens. Difracción de rayos X por un electrón, por átomos, por moléculas y por cristales. La geometría de los haces difractados: Ley de Bragg. Índices de Miller. Difracción de rayos X por monocristales. Difracción en el espacio directo y en el espacio recíproco. Esfera de Ewald. Problema de las fases en Cristalografía. Métodos Directos. Métodos comúnmente aplicados para macromoléculas: Reemplazo molecular, reemplazo isomorfo y dispersión anómala. El modelo estructural.

Tema 4. Resolución de estructuras cristalinas con datos de SC-XRD. Difractómetros convencionales o de laboratorio. Softwares para resolución de estructuras cristalinas de pequeñas moléculas: Ólex2. ¿Cuándo los datos de laboratorio resultan insuficientes? Procesamiento de datos de macromoléculas, visualización y modelados manual y automático de estructuras. Grandes Facilidades: Sincrotrones al servicio de la cristalografía. Obtención



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

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

**Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO**

de archivo de datos cristalográficos (cif) de pequeñas moléculas y PDB de macromoléculas. Validación y publicación. Estándares Recomendados por la International Union of Crystallography. Bases de Datos y Análisis estructural.

Tema 5. Lentes delgadas: trazado de rayos. Microscopio óptico y microscopio electrónico de transmisión: similitudes y diferencias. Aberraciones de las lentes. Visualización y registro de la imagen. Resolución de un TEM. Modos de operación básicos: campo claro, campo oscuro y difracción de área selecta. Tipos de patrones de difracción. Indexación de patrones de difracción.

Tema 6. Modos de operación avanzados: alta resolución, haz convergente y barrido STEM. Espectroscopia de rayos X (EDS): Fundamentos y ejemplos. Espectroscopia de pérdida de energía de electrones: Fundamentos y ejemplos. Métodos de preparación de muestras: grillas, electropulido, trípode, dimpler, adelgazador iónico, Micrótopo, FIB. Métodos para evitar polución y daño por irradiación durante la observación: fundamentos y ejemplos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Examen Escrito Individual.

BIBLIOGRAFÍA:

“Fundamentals of Crystallography” C. Giacovazzo, H.L. Monaco, D. Viterbo, F. Scordari, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti. IUCr. Oxford Science Pubs. 1995.

“Solid State Chemistry and its applications” Anthony R. West, Second Edition, John Wiley & Sons, 2014.

“Crystal Structure Determination”. W. Clegg. Oxford Science Publications, Oxford, New York, Tokyo; Oxford University Press, 1998.

“X-Ray Diffraction Crystallography” Y. Waseda, E. Matsubara, K. Shinoda Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.

Rupp, B. (2009). Biomolecular Crystallography: Principles, Practice, and Application to Structural Biology (1st ed.). Garland Science. <https://doi.org/10.1201/9780429258756>

Berfors, T (2021) Protein Crystallization, Third Edition IUL Biotechnology Series, ISBN: 978-0-9720774-7-7, <https://iul-press.us/product/protein-crystallization-third-edition-ebook/>

Klinke S, Rinaldi J, Goldbaum FA, Suarez S, Otero LH. An All-Inclusive and Straightway Laboratory Activity to Solve the Three-Dimensional Crystal Structure of a Protein. Biochem Mol Biol Educ. 2019 Nov;47(6):700-707. doi: 10.1002/bmb.21296.

“Transmission Electron Microscopy” D. B. Williams C.B. Carter, Springer Science+Business Media, LLC 1996, 2009.

“Introduction to conventional transmission electron microscopy” M. De Graef, Cambridge University Press 2003.

“Transmission Electron Microscopy”, L. Reimer, H. Kohl, Springer Science+Business Media, LLC, 2008.

CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

DESTINATARIOS Y REQUISITOS DE INSCRIPCIÓN: Graduados con título de grado universitario o de nivel superior de cuatro (4) años de duración como mínimo. Licenciados en Química, Ingenieros Químicos, Licenciados en Física, Licenciados en Geología, Licenciados en Biología, Licenciados en Biotecnología, Licenciados en Bioquímica y



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

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

Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO

profesionales de carreras vinculadas con las ciencias de los materiales que tengan conocimientos básicos en cristalografía.

CUPO: Mínimo 1 - máximo 30 personas.

PROCESO DE ADMISIÓN: El proceso de admisión se realizará teniendo en cuenta los siguientes criterios: conocimientos básicos en cristalografía, perfil del aspirante, actividad que se desempeña, alumno de doctorado/maestría, grado de avance en el doctorado/maestría.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Fecha	Tipo de actividad /temas a desarrollar	Docente/s responsable/s de la actividad	Ámbito
10/11/25	Clase Teórica/Tema 1	Florencia Di Salvo	Aula 44 Posgrado FQBF
10/11/25	Clase Teórica/El fenómeno de la DRX (Tema 3)	M. Celeste Bernini	Aula 44 Posgrado FQBF
10/11/25	Clase Teórica/DRX por monocristales. (Tema 3)	Florencia Di Salvo	Aula 44 Posgrado FQBF
10/11/25	Clase Teórica/Introducción a la simetría de Grupos puntuales y G.E. (Tema 2)	Carlos López	Aula 44 Posgrado FQBF
10/11/25	Clase Teórica/ DRX en espacio directo y espacio recíproco. El problema de las Fases. Métodos Directos (Tema 3)	Florencia Di Salvo	Aula 44 Posgrado FQBF
11/11/25	Clase teórico-práctica con software/ Resolución y refinamiento estructural para pequeñas moléculas. (Tema 4)	Florencia Di Salvo	Aula 44 Posgrado FQBF
11/11/25	Clase teórico-práctica con software/análisis de estructuras cristalinas.	Celeste Bernini Eduardo Gutierrez	Aula 44 Posgrado FQBF
12/11/25	Clase teórica/Crecimiento y manipulación de Cristales de Proteínas (Tema 1)	Sebastián Klinke	Aula 44 Posgrado FQBF
12/11/25	Clase teórica/ Métodos de obtención de fases. Resolución de estructuras de proteínas. (Tema 4)	Sebastián Klinke	Aula 44 Posgrado FQBF
12/11/25	Clase Práctica/Experimentos de cristalización rápida de proteínas. Manipulación de monocristales. (Tema 1)	Sebastián Klinke, Arturo Gómez Barroso Natalia Carmona	Laboratorio de Biología Estructural FQBF



“Año de la Reconstrucción de la Nación Argentina”

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

**Universidad Nacional de San Luis
RECTORADO**

13/11/25	Clase Teórica/Fundamentos físicos de las Microscopías Electrónicas. (Tema 5)	Eugenia Zelaya	Aula 44 Posgrado FQBF
13/11/25	Clase teórica/Microscopía Electrónica de Transmisión. Difracción de electrones. (Tema 5)	Martín Saleta	Aula 44 Posgrado FQBF
13/11/25	Clase teórica/Resolución Directa. Resolución Indirecta. Campo Oscuro. (Tema 5)	Eugenia Zelaya	Aula 44 Posgrado FQBF
13/11/25	Clase teórica/Microscopía Electrónica de Alta Resolución y Analítica. (Tema 6)	Eugenia Zelaya	Aula 44 Posgrado FQBF
14/11/25	Clase Práctica/Medición de muestras de distinta naturaleza por TEM. (Tema 6)	Eugenia Zelaya Esteban Crespo	LabMEM UNSL
14/11/25	Clase teórico-práctica/Imágenes y colección de patrones de difracción. Análisis de resultados. (Tema 6)	Eugenia Zelaya Martín Saleta	Aula 44 Posgrado FQBF
14/11/25	Evaluación Escrita	Celeste Bernini, Carlos López, Arturo Gomez Barroso	Aula 44 Posgrado FQBF

LUGAR DE DICTADO: Aula de Posgrado - Bloque I de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia - UNSL

FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ALUMNOS APROBADOS: Noviembre 2025.

FINANCIAMIENTO DEL CURSO

COSTOS: gastos de pasajes, viáticos, honorarios docentes, materiales, insumos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO: Financiado por cobro de aranceles, la UNSL y el del Proyecto Institucional de la UNSL aprobado mediante Resolución 2024-1388-APN-SE#MCH (Programa de Doctorados 2024 de la Subsecretaría de Políticas Universitarias).

ARANCEL GENERAL: PESOS CIEN MIL (\$100.000)

BECA AL DOCENTE DE LA UNSL: Se realizará un descuento del 100% por lo que el arancel será de \$0.

OTRAS BECAS: Se realizará un descuento del 100% a docentes de Universidades Nacionales, por lo que el arancel en este caso será gratuito. Socios estudiantes AACr bonificados al 100%.

Hoja de firmas