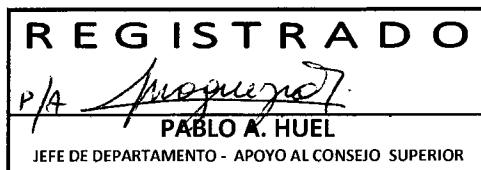




Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## APRUEBA CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO

Buenos Aires, 29 de junio de 2016

VISTO la presentación de la Facultad Regional Mendoza, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Actualización de Posgrado "Difracción, Dispersión y Absorción de Rayos X Aplicadas al Estudio de Nanomateriales", y

### CONSIDERANDO:

Que el Curso propuesto responde a la necesidad de brindar a docentes y graduados de la Universidad conocimientos actualizados acerca de técnicas experimentales modernas para la caracterización avanzada de diversos tipos de sólidos empleando luz sincrotrón.

Que la Facultad Regional Mendoza cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados al propuesto.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

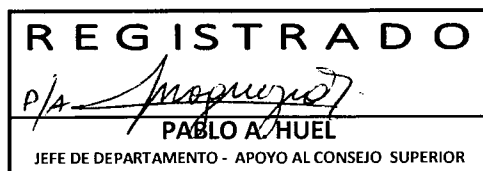
Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículo del Curso de Actualización de Posgrado "Difracción, Dispersión y Absorción de Rayos X Aplicadas al Estudio de Nanomateriales" que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

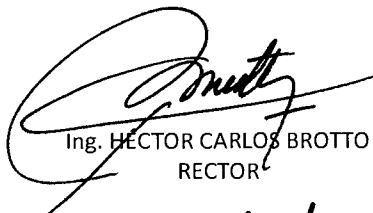
ARTICULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Mendoza con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1544

Q

UTN
SCTYP
f.c.r. F
l.p. l



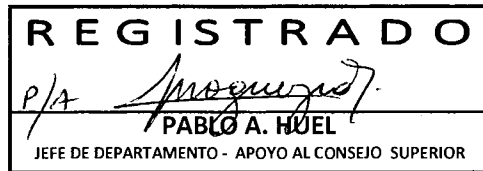
Ing. HÉCTOR CARLOS BROTTO  
RECTOR



A.U.S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA N° 1544

ANEXO I

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
DIFRACCIÓN, DISPERSIÓN Y ABSORCIÓN DE RAYOS X  
APLICADAS AL ESTUDIO DE NANOMATERIALES**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

La ciencia de materiales y la físico-química de sólidos son áreas del conocimiento que están en fuerte crecimiento. La investigación y el desarrollo en nuevos materiales, en particular de materiales nanoestructurados o nanomateriales, requiere el uso de técnicas avanzadas para una comprensión profunda de sus propiedades físicas y para correlacionar las mismas con la estructura cristalográfica y con su micro/nano-estructura.

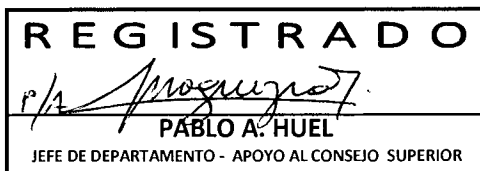
La radiación (o luz) sincrotrón es radiación electromagnética generada por aceleradores de partículas cargadas, generalmente electrones. Del amplio espectro producido por este tipo de fuentes, se pueden seleccionar fotones de distintas energías y realizar diferentes tipos de experimentos en estaciones de trabajo con aplicaciones específicas. Este curso describirá las varias técnicas de rayos X, analizando en particular las ventajas de aprovechar las características de un sincrotrón como fuente, tales como la muy alta intensidad del haz incidente, alta colimación, posibilidad de seleccionar arbitrariamente la energía o longitud de onda del haz, etc.

Las técnicas de luz sincrotrón a ser descriptas en este curso son las siguientes:

- a. Difracción de rayos X de polvos, para estudios de la estructura cristalina de policristales micro y nanocristalinos.



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



- b. Dispersión de rayos X a pequeños ángulos convencional y con incidencia rasante, para análisis morfológicos a escala nanométrica.
- c. Espectroscopia de absorción de rayos X, para estudios de la estructura atómica local.
- d. Reflectometría de rayos X, para caracterización de películas delgadas y multicapas nanométricas.

Estas técnicas son empleadas y aplicadas a estudios estructurales de numerosos materiales, tales como cerámicas, polímeros, metales y aleaciones, homogéneos o multifásicos, inclusive en forma de recubrimientos superficiales y películas delgadas.

## 2. OBJETIVOS

El curso permitirá a los alumnos conocer técnicas experimentales modernas para caracterización avanzada de diversos tipos de sólidos empleando luz sincrotrón.

Describir las técnicas de rayos X más utilizadas para determinar características estructurales relevantes en escala atómica y nanométrica, tales como difracción, dispersión, reflexión y absorción de rayos X. Estos tipos de caracterizaciones son indispensables para una comprensión profunda de las propiedades físicas y químicas de los materiales.

Conocer los aspectos teóricos básicos de las diversas técnicas, los procedimientos experimentales y los métodos de tratamiento de datos, que deben ser conocidos para la utilización eficiente de las mismas en función de las posibles aplicaciones.

## 3. CONTENIDOS MÍNIMOS

**Fuentes de rayos X:** Tubos de rayos X convencionales. Tubos con rayos X con ánodo giratorio. Rayos X a partir de fuentes de luz de sincrotrón: características generales. Anillos de almacenamiento de electrones. Descripción y función de los principales componentes.



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



Características de la luz emitida. Líneas de luz. Descripción general, óptica y detectores de fotones.

**Técnicas de rayos X:** Visión general de las técnicas de rayos X a analizar en el curso: difracción de polvos, dispersión a pequeños ángulos, reflexión y absorción. Discusión general sobre las distintas informaciones y escalas que se pueden acceder con estas técnicas.

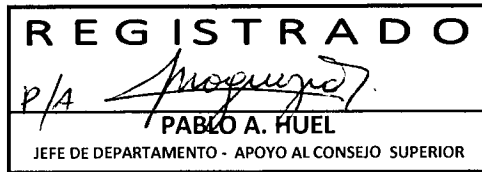
**Difracción de rayos X de polvos:** Fundamentos de la difracción de rayos X (XRD). Teoría cinemática de la difracción de rayos X. La técnica de difracción de rayos X de polvos (XPD): teoría básica y aspectos experimentales. Difractómetros convencionales de laboratorio: la geometría de haz convergente. XPD con luz sincrotrón: la geometría de haz paralelo. Configuración experimental habitual para XPD con luz sincrotrón. Ventajas del uso de la luz sincrotrón. Aplicaciones más importantes. Análisis por el método de Rietveld.

**Dispersión de rayos X a pequeños ángulos:** Aspectos teóricos y experimentales de la técnica de difusión de rayos X a pequeños ángulos (SAXS) por transmisión. Sistemas de dos densidades electrónicas. Ley de Porod. Sistemas diluidos de partículas. Ley de Guinier. Soluciones concentradas. Sistemas fractales. Setup experimental. Aplicaciones a estudios estructurales en escala nanométrica de sistemas de nanopartículas inorgánicas (quantum dots en matrices vítreas) y orgánicas (macromoléculas en solución), procesos de agregación en matrices sólidas y líquidas. Teoría y aplicaciones de la técnica SAXS anómalo o resonante (ASAXS) al estudio de materiales con más de dos densidades electrónicas.

**Reflectometría de rayos X y dispersión de rayos X en incidencia rasante:** Aspectos teóricos de la reflexión de rayos X (XRR) por materiales. Setup experimental. Aplicaciones a estudios de láminas delgadas soportadas. Determinaciones de la densidad media, espesor y de rugosidad de láminas delgadas mediante la aplicación de métodos directos y mediante modelaje de la curva completa de XRR.



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



Aspectos teóricos y experimentales de la técnica SAXS en incidencia rasante (GISAXS).  
Setup experimental. Aplicaciones a estudios estructurales de láminas finas nanoestructuradas, conteniendo nanopartículas o nanoporos. Sistemas isotrópicos y anisotrópicos. Modelaje de curvas de GISAXS para sistemas de nanopartículas diluidos o concentrados.

**Absorción de rayos X:** Relación entre las propiedades del coeficiente de absorción y la estructura electrónica de los átomos. Relación entre la estructura fina de los espectros de absorción de rayos X y la estructura local de la materia condensada. Ecuación general de EXAFS. Significado físico de los factores de la ecuación general. Modos de medición del coeficiente de absorción en función de la energía: transmisión, fluorescencia y emisión de fotoelectrones. Setup experimental. Métodos de determinación de parámetros relacionados con la estructura local de materiales a partir de resultados de experiencias de EXAFS. Aplicaciones.

#### 4. DURACIÓN:

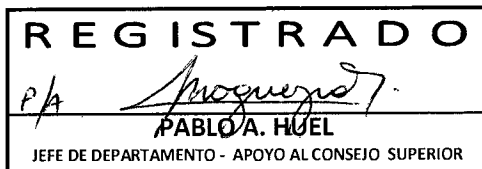
La carga horaria total del curso es de CUARENTA (40) horas.

#### 5. METODOLOGÍA:

El régimen de cursado previsto es presencial. El curso se desarrollará a través de clases teórico-prácticas.

#### 6. EVALUACIÓN FINAL:

Para la aprobación del curso será necesario cumplir con un 80 % de la asistencia, aprobar los trabajos prácticos propuestos y aprobar un examen final integrador escrito e individual.



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

ORDENANZA Nº 1544

ANEXO II

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
DIFRACCIÓN, DISPERSIÓN Y ABSORCIÓN DE RAYOS X  
APLICADAS AL ESTUDIO DE NANOMATERIALES  
FACULTAD REGIONAL MENDOZA**

**Docentes**

- CRAIEVICH, Aldo Felix

PhD en Física, Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo

Licenciatura en Física, Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo

- LAMAS, Diego Germán

Doctorado en Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires

Licenciatura en Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires

-----