



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

Buenos Aires, 28 de febrero de 2024

VISTO la Resolución N° 331/23 del Consejo Directivo de la Facultad Regional Delta, a través de la cual solicita autorización para implementar la carrera de Doctorado en Ingeniería, mención Biotecnología y Nanotecnología, y

CONSIDERANDO:

Que el Consejo Superior aprobó por Ordenanza N° 2034 la creación del Doctorado en Ingeniería, mención Biotecnología y Nanotecnología como carrera de posgrado de la Universidad.

Que la Facultad Regional Delta cuenta con un cuerpo académico de reconocido prestigio en el área, con convenios interinstitucionales que facilitarán el acceso a programas de investigación y desarrollo en la temática específica y con condiciones adecuadas de biblioteca, infraestructura y equipamiento.

Que la Facultad Regional Delta cuenta con centros y grupos de investigación asociados a las temáticas específicas que conforman la mención, y cumple con las condiciones y requisitos establecidos por el Reglamento de Educación de Posgrado de la Universidad.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes y la documentación que acompañan la solicitud y aconseja dar curso favorable a lo solicitado.

Que la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda autorizar a la Facultad Regional Delta a implementar la carrera de Doctorado en Ingeniería, mención Biotecnología y Nanotecnología.

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



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Autorizar la implementación de la carrera de Doctorado en Ingeniería, mención Biotecnología y Nanotecnología en la Facultad Regional Delta, en un todo de acuerdo con lo establecido por las Ordenanzas N° 2034 y N° 1924.

ARTÍCULO 2°.- Avalar la propuesta de comité académico, dirección de carrera y las condiciones institucionales para el dictado del Doctorado en Ingeniería, mención Biotecnología y Nanotecnología, que figuran en el Anexo I, que es parte integrante de la presente resolución.

ARTÍCULO 3°.- Establecer que la conformación mencionada en el Artículo precedente quedará supeditada al cronograma de dictado de las correspondientes actividades académicas de la Facultad Regional.

ARTÍCULO 4°.- Dejar establecido que la presente autorización queda sujeta a la acreditación de la carrera por parte de la CONEAU y al otorgamiento de reconocimiento oficial y validez nacional del título por parte del organismo competente.

ARTÍCULO 5°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

RESOLUCIÓN N° 152/2024

UTN
l.p.
p.f.d.
m.m.m.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

RESOLUCIÓN Nº 152/2024

ANEXO I

**IMPLEMENTACIÓN DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA,
MENCION BIOTECNOLOGÍA Y NANOTECNOLOGÍA
EN LA FACULTAD REGIONAL DELTA**

1. Dirección de la carrera y Comité Académico

Director

- Dr. Alberto SCARPETTINI (DNI 18.267.740)

Vicedirectora

- Dra. Carla QUEVEDO (DNI 29.402.455)

Comité Académico

- Dr. Jorge TORGA (DNI 14.897.445)
- Dra. Alejandra CARDILLO (DNI 25.136.587)
- Dr. Víctor BUSTO (DNI 25.136.587)
- Dr. Nicolás URTAZUN (DNI 25.136.587)
- Dra. Débora CONDE MOLINA (DNI 29.513.565)

2. Pertinencia e impacto del desarrollo del doctorado en el contexto científico-tecnológico en el que actúa la Facultad Regional

Las biotecnologías en sinergia con la nanotecnología han generado avances científicos y desarrollos tecnológicos de alto nivel. Su impacto está presente en campos como la energía, los biomateriales, los materiales funcionales, la agricultura, los alimentos, la salud y en una



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

gran variedad de procesos en distintas áreas industriales.

Ambas disciplinas se apoyan y se complementan sobre el conocimiento de procesos biológicos básicos, la biología molecular, la genética y la ciencia en la escala nano que permite explorar efectos a nivel cuántico en volúmenes extremadamente pequeños, con alta especificidad y nuevas capacidades que no se consiguen en la escala macroscópica. Esto permite el desarrollo de nuevas técnicas e instrumentos para aplicaciones que van desde la agricultura y la actividad forestal hasta la industria química y de la energía. Cuando se integran estas tecnologías permiten además la generación de nuevas áreas de la ciencia como los nanomateriales, la nanobiología, la bioinformática, la biología molecular y la ingeniería genética. Este desafío científico y tecnológico, que es fundamentalmente multidisciplinario, requiere de profesionales que puedan coordinar acciones de distintas especialidades. En este contexto adquiere suma importancia la formación de Doctores en Ingeniería con mención en la biotecnología y la nanotecnología. Profesionales que podrán participar en estos desarrollos, favorecer la formación académica, participar y fortalecer los grupos de investigación y desarrollo en estas disciplinas, y potenciar la transferencia tecnológica y la inserción de nuevos conocimientos dentro de las actividades y necesidades de los distintos actores del sector socio-productivo.

La biotecnología y la nanotecnología constituyen disciplinas transversales a todas las ramas de la ingeniería, lo que favorece la interacción entre distintas áreas, la académica, la científica y la extensión. Esto ya tiene un primer paso de consolidación dentro de la Facultad Regional Delta, fundamentalmente en las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Sistemas de Información y en el nivel de posgrado en las Maestrías en: Procesos Biotecnológicos, Ingeniería Ambiental, Administración de Negocios y en el Doctorado en Ingeniería, mención Ensayos Estructurales y mención Materiales. En el área de investigación y desarrollo esto se manifiesta en el trabajo de dos grupos de



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

investigación: el Grupo Nanofotónica y Fotónica Aplicada y el Grupo de Biotecnología y Nanotecnología Aplicada.

Teniendo en cuenta la zona de influencia de la Facultad Regional Delta se han detectado como de potencial impacto algunos temas específicos por su relevancia para la región. Entre los de mayor importancia y que serán líneas de trabajo de este nuevo doctorado, podemos destacar:

- La biorremediación de sitios crónicamente contaminados con hidrocarburos.
- El desarrollo de tecnologías sustentables basadas en procesos microbianos que emplean residuos agroindustriales respondiendo a problemáticas medioambientales del corredor agroindustrial Campana-San Pedro.
- Producción de biosurfactantes y determinación de los criterios para el escalado del proceso.
- Desarrollo de nuevos biopolímeros biodegradables sintetizados a partir de almidón extraído de papa y con agregado de nano-rellenos para mejorar sus propiedades.
- Remediación de aguas con arsénico utilizando nano-catalizadores ópticos.
- Desarrollo de dispositivos plasmónicos nanoestructurados con aplicaciones en el censado de componentes y el desarrollo de nuevas microscopías y nanoscopías.

3. Principales convenios interinstitucionales previstos para el desarrollo del doctorado, especificando tipo de cooperación: académica, profesional y financiera

Convenios interinstitucionales

Adicionalmente a las propias capacidades, la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Facultad Regional Delta ha implementado Convenios de Colaboración y Asistencia con laboratorios de primer nivel de la Universidad de Buenos Aires y de la Comisión Nacional de Energía Atómica, además de convenios con empresas de la zona con el fin de que las



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

prácticas y ensayos en Laboratorios propios se complementen con prácticas en procesos y máquinas industriales y otros equipos.

- Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Cooperación Institucional, Académica y Profesional)
- Comisión Nacional de Energía Atómica. Central Nuclear Atucha I (Cooperación Académica y Profesional y Desarrollo Tecnológico).
- Comisión Nacional de Energía Atómica. Central Nuclear Embalse Río Tercero (Cooperación Académica y Profesional y Desarrollo Tecnológico).
- CONICET Promoción y Ejecución de tareas de investigación científica y tecnológica
- Echem, Kompetenzzentrum Für Angewandte Elektrochemie. (Austria). Para estudios de materiales (Cooperación Académica y Profesional y Desarrollo Tecnológico).
- Parque Tecnológico Campana: Facultad Regional Delta, Municipalidad de Campana e Instituto Nacional de Educación Tecnológica (Cooperación Institucional Académica y profesional).
- Universidad Degliostudi de Bologna (UNIBO). Aumentar capacidad docente y de investigación científica y tecnológica.
- Facultad Regional Buenos Aires y Facultad Regional Villa María. Implementación de programas y proyectos de Investigación en la Maestría en Tecnología de los Alimentos.
- Facultad Regional Buenos Aires. Creación de la Carrera de Especialización y Maestría en Procesos Biotecnológicos.
- Universidad Nacional de Tres de Febrero, Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina, Fundación Banco Credicoop. Diseñar, montar, desarrollar y gestionar la ANTENA TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO, con el fin de conformar un nuevo actor dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, con énfasis en la influencia local y regional.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

Empresas (Cooperación Profesional o Desarrollo Tecnológico):

- Toyota
- Panamerican Energy
- Cooperativa Eléctrica Zárate
- Ricci Engineering a Robotics, (Italia)
- Termoeléctrica Manuel Belgrano. Desarrollo de estrategias de biorremediación para aplicar en sitios contaminados con aceites de origen vegetal.
- SIDERCA S.A.I.C. Desarrollar e implementar nuevas técnicas de medición acústica para detección y ubicación de fisuras en las conexiones roscadas del tipo OCTG.
- Petroquímica Argentina S.A. (PASA). Consecución de proyectos en área de Purificación de ácido benzoico
- La Filomena S.A. Brindar asistencia técnica para mejorar la formulación del material colorante en la fabricación de polímeros.
- La Filomena S.A. Consecución de proyectos en área de Plásticos
- Equilibradoras TOB SRL. Consecución de proyectos en área de Sensores fotoeléctricos.
- Equilibradoras TOB SRL. Desarrollar sensor de luz que permita determinar revoluciones en sistemas de ejes rodantes.
- Equilibradoras TOB SRL. Estudio de Factibilidad en el desarrollo de un sensor de luz.
- King Agro Argentina S.A.U. Realizar un estudio de la dinámica de equipos móviles en la industria agropecuaria. En particular el estudio de la dinámica en los brazos de las maquinas fumigadoras.
- Storage Compat S.A. Automatizar el proceso de posicionado de la pieza y comando de la soldadora con carga y descarga manual de las piezas.



Ministerio de Capital Humano
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

Entidades (Cooperación Académica y Profesional):

- Copro/ne – Corredor Productivo del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.
- Municipalidad de Campana
- Municipalidad de Zárate
- INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- INTI - Instituto de Tecnología Industrial
- Unión Industrial de Campana
- CAPYME – Cámara de la Pequeña y Mediana Industria de Zárate
- Universidad FASTA
- IAESTE - Entidad Internacional de Intercambio Académico
- IBE S.L - Instituto de Investigación de Energías Alternativas
- CGD – Centro de Energía Eólica - Alemania

4. Propuesta de cursos

El Doctorado en Ingeniería, mención en Biotecnología y Nanotecnología se trata de una carrera personalizada. La propuesta de cursos y seminarios está orientada a proporcionar una base sólida que permita la formación en áreas vinculadas a la mención. No obstante, se podrán incorporar nuevos espacios curriculares para la carrera, manteniendo los requerimientos de rigurosidad y excelencia académica establecidos en la normativa vigente, tanto en contenidos como en responsables académicos.

Curso	Docente	Carga Horaria
Biocatalisis (Ord. 1499)	Dra. Carla QUEVEDO	60
Reactores Biológicos (Ord. 1499)	Dr. Víctor BUSTO	60
Bioprocesos (Ord. 1499)	Dr. Víctor BUSTO	60



Ministerio de Capital Humano
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

Estadística Aplicada (Ord. 1642)	Dr. Javier RAFFO	60
	Dra. Débora CONDE MOLINA	
Diseño de experimentos y análisis estadístico (Ord. 1585)	Dra. Carla QUEVEDO	40
Nanobiotecnología (Ord. 1585)	Dr. Alberto SCARPETTINI	30
Nanomateriales (Ord. 1730)	Dr. Alberto SCARPETTINI	30
Fotónica aplicada a las Ingenierías (Ord. 1752)	Dr. Jorge TORGA	50
	Dr. Alberto SCARPETTINI	
Mecánica Cuántica I (Ord. 1791)	Dr. Adrián CANZIAN	70
Nanodispositivos (Ord. 1798)	Dr. Maximiliano PÉREZ	40
	Dra. Betiana LERNER	
Biomimética y Triz (Ord. 1791)	Dr. Adrián CANZIAN	60
Biorremediación (Ord. 1436)	Dra. Débora CONDE MOLINA	30
Metodología de la Investigación	Dra. Sandra FERNANDEZ	50
Epistemología	Dr. Federico VASEN	50

5. Cuerpo Académico

APELLIDO y Nombres	Grado académico	Categoría Investigador	Institución a la que pertenece
BUSTO, Víctor Daniel	Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Biotecnología	Inv. Asistente CONICET	Externo
CANZIAN, Adrián Marcelo	Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ingeniería	B (UTN)	FRGP-UTN
CONDE MOLINA, Débora	Doctorado en Ingeniería, mención Tecnologías Químicas	V (ME-SPU) D (UTN)	UTN-FRD
FERNÁNDEZ, Sandra Patricia	Doctora en Agronegocios	II (ME-SPU)	Ministerio de Educación
LERNER, Betiana	Doctora en Biología Molecular y Biotecnología	Inv. Independiente CONICET III (ME-SPU)	CONICET
PÉREZ, Maximiliano	Doctor en Biología Molecular y Biotecnología	Inv. Independiente CONICET	CONICET



Ministerio de Capital Humano
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

QUEVEDO, Carla Verónica	Doctora de la Universidad de Buenos Aires, Área Biotecnología	III (ME-SPU) C (UTN)	FRD-UTN y CONICET
RAFFO, Javier Leandro	Doctor en Ingeniería	IV (ME-SPU)	UTN-FRD
SCARPETTINI, Alberto Franco	Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Físicas	III (ME-SPU) A (UTN)	FRD-UTN y CONICET
TORGA, Jorge Román	Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Físicas	II (ME-SPU) A (UTN)	FRD-UTN y CONICET
VASEN, Federico	Doctor en Ciencias Sociales y Humanas	Inv. Adjunto CONICET D (UTN)	CONICET FRBA-UTN

6. Actividades de investigación

Grupo de Biotecnología y Nanotecnología Aplicada – FRD-UTN

Estudia Biorremediación de sitios crónicamente contaminados con hidrocarburos.

La identificación genética y bioquímica de microorganismos aislados de áreas crónicamente contaminadas con hidrocarburos. El estudio de las capacidades microbianas para degradar hidrocarburos. La selección y optimización de factores (fuentes de carbono, nitrógeno y fósforo, temperatura, tiempo) que afecten significativamente la producción de biomasa de los microorganismos, para aplicarlos en tecnologías de bioaumentación. El diseño de sistemas de microcosmos para la remediación de suelos crónicamente contaminados con hidrocarburos, mediante el monitoreo de la atenuación natural, estrategias de bioaumentación y bioestimulación. El desarrollo de técnicas cromatográficas para cuantificar el contaminante, y partir de ello determinar el porcentaje de degradación en el transcurso de los tratamientos de biorremediación, y estimar la eficiencia de remoción del contaminante.

Desarrollo de tecnologías sustentables basadas en procesos microbianos. Desarrollo bioprocesos que emplean residuos agroindustriales respondiendo a problemáticas medioambientales del corredor agroindustrial Campana-San Pedro.

Producción de biosurfactantes. La optimización del proceso de producción, tanto para las



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

cepas productoras de biomasa como las productoras de biosurfactantes, empleando el medio de cultivo seleccionado, a partir de co-productos evaluándose el modo de operación y determinación de los criterios para el escalado del proceso. Selección de una metodología de purificación y desarrollo de un método cromatográfico de alta performance (HPLC) que permita el seguimiento de la síntesis del biosurfactante durante el proceso y la determinación de la estructura molecular del biosurfactante sintetizado, por análisis de Espectrometría de Masas (MS).

Nanotecnología aplicada a envases biodegradables. Mediante lo biopolímeros, los cuales tienen la particularidad de degradarse fácilmente, son biocompatibles, de bajo costo y de característica comestible debido a que sus componentes principales derivan de fuentes renovables como son los lípidos, las proteínas y los polisacáridos.

Integrantes

Directora: Dra. Quevedo, Carla - Categorías “III” y C” - Profesora Adjunta Exclusiva – Facultad Regional Delta, UTN - Inv. Asistente-CIC-CONICET. - 40hs. Semanales

Investigadora: Dra. Conde Molina, Débora – Categorías “V” y “D” - Profesora Adjunta Exclusiva- Facultad Regional Delta, UTN. - 40hs. Semanales

Investigadora: Dra. Gutiérrez, Marina – Categoría “V” y “D”- Profesora Adjunta Exclusiva- Facultad Regional Delta, UTN. - 40hs. Semanales

Investigador: Mg. en Procesos Biotecnológicos. Ing. Liporace, Franco - Categoría “V” y “D”- Terminando su doctorado - Profesor Adjunto Exclusivo- Facultad Regional Delta, UTN. - 40hs. Semanales

Investigadora: Mg. en Procesos Biotecnológicos. Vanina Di Gregorio – Jefe de Trabajos Prácticos Simple- Facultad Regional Delta, UTN. - 20hs. Semanales

Miembro Asesor: Dr. Alberto Scarpellini – Categoría “III” y “A” - Profesor Adjunto Exclusivo -



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

Facultad Regional Delta, UTN. - 5hs. Semanales

Principales proyectos en curso en temas en Biotecnología

- Desarrollo de un sistema inteligente biobasado indicador colorimétrico debido al cambio de PH

En este proyecto se propone continuar con la línea de trabajo homologado en 2020, PID Nanotecnología aplicada a envases biodegradables, código MSPPADE0008227, y del programa de INTA "Actividad PD 0153 Desarrollo de Tecnologías Innovativas para la Transformación y la Preservación de Alimentos". Bajo estos proyectos, se desarrollaron los primeros prototipos de biopolímeros nano compuestos a partir de almidón de batata que fue extraído del descarte generado por productores de la región norte de la provincia de Buenos Aires. En esta nueva etapa, se estudiará la incorporación de extractos de ciruelas, fuente del indicador de pH (antocianinas), dentro de la matriz polimérica del almidón, con el objetivo de desarrollar materiales inteligentes que interactúen con el medio detectando la variación del pH, que podrá ser identificado por un cambio de color en el material. La aplicación inmediata de este material inteligente es como película envoltorio de alimentos, que al caducar o perder la cadena de frío producen un cambio de pH en su medio, como por ejemplo algunas frutas finas o productos porcinos. Durante el transcurso del proyecto se evaluará su aplicación final.

Se caracterizará y evaluará el biopolímero con métodos físicos y químicos, ensayos mecánicos tal como resistencia a la compresión de un material, dureza, fatiga; resistencia térmica; permeabilidad a gases y vapores; resistencia bioquímica a bacterias y hongos, etc. Se espera alcanzar el desarrollo de un material que tenga aplicación en el área de envases inteligentes para productos alimenticios, de bajo costo y biodegradable. Las propiedades mecánicas, permeabilidad vapor de agua, propiedades ópticas del film, serán evaluadas en



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

cada variación de color a diferentes valores de pH.

- Desarrollo de nuevos polímeros biodegradables sintetizados a partir de almidón extraído de papa y con agregado de nanorellenos para mejorar sus propiedades

Se propone continuar con la línea de trabajo presentada en 2020, en la cual se desarrollaron los primeros prototipos de biopolímeros a partir de almidón de batata extraído del descarte generado por productores de la región norte de la provincia de Buenos Aires.

En este proyecto de investigación se buscará desarrollar polímeros biodegradables a partir de almidón extraído de papa y mejorar las propiedades del material mediante el agregado de nanorellenos para una mayor resistencia térmica y mecánica del mismo. Luego, el polímero biodegradable se caracterizará por métodos físicos, químicos y mecánicos.

Nuestro propósito final es formular un polímero que sea aplicable a envases biodegradables para productos alimenticios, que cumpla las normas requeridas para dicho fin, que pueda crear grandes beneficios a futuro, tanto ambientales por la elaboración de las películas biodegradables, como económicas, mediante el aprovechamiento de material de desecho.

- Desarrollo de Camas Biológicas Mediante el Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales para la Bioprofilaxis de Fitosanitarios

La falta de gestión de los residuos de los diversos fitosanitarios que se aplican en los cultivos para controlar las plagas, generan contaminación ambiental que afecta la calidad del suelo y los recursos hídricos. Para minimizar la contaminación de fuentes puntuales de fitosanitarios, se ha desarrollado una tecnología preventiva de biodegradación denominada camas biológicas o “biobeds”. Estos sistemas son alternativas viables para la correcta descarga de residuos concentrados, debido a su bajo costo y simple construcción. La eliminación de fitosanitarios en las camas biológicas se basa en la capacidad de adsorción y



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

degradación por acción de una biomezcla orgánica biológicamente activa que se compone de suelo, sustrato orgánico y material lignocelulósico cubierto por una capa vegetal. La composición de la biomezcla de la cama biológica se ha adaptado según las características del suelo, el clima y materiales orgánicos disponibles en la zona donde se construye la cama biológica, con el fin de asegurar que sea asequible para todas las regiones y que se preserve la eficiencia del tratamiento biológico de los distintos principios activos que se utilizan localmente. La acción microbiana se considera un factor clave para la degradación de fitosanitarios. Considerando la gran influencia de la matriz donde se desarrolla la misma, resulta fundamental abordar la optimización de los residuos agroindustriales regionalmente disponibles y de los sustratos orgánicos que podrían ser potenciales componentes de la biomezcla. Particularmente en este trabajo se abordará la degradación de glifosato y atrazina, por estar entre los fitosanitarios de uso más extendido en nuestro país.

Publicaciones del Grupo en Temas de Nanofotónica

Conde Molina D, Liporace F, Quevedo C., Optimization of biomass production by autochthonous *Pseudomonas* sp. MT1A3 as a strategy to apply bioremediation in situ in a chronically hydrocarbon-contaminated soil, *Biotech*, Editorial NUFT, ISSN Elsevier, USA.

Conde Molina D., Sánchez Holmedilla B., Bogao G., Tubio G., Corbino G.; Sweet potato root waste: evaluation of a culture medium to produce xylanases from *Cellulosimicrobium* sp. CO1A1, *AJEA- Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN*, Editorial UTN, ISSN 2683-8818, Argentina.

Conde Molina D, Liporace F, Quevedo C.; Revalorización del compost agotado de hongos aplicado en la biorremediación de un suelo crónicamente contaminado con hidrocarburos, *PROYECCIONES*, Editorial UTN, ISSN 1853-6352, Argentina.

Artículos de divulgación, informes y memorias técnicas



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

Conde Molina D. Aprovechamiento de G240descartes y subproductos agroalimentarios y agropecuarios: tecnologías para la obtención de alimentos y bioproductos para cadenas productivas. Resultados obtenidos 2019-2022. Equipo de Gestión PE I 150, INTA, p 16-17.

Conde Molina D. Monitoreo en procesos de biorremediación. Exposición. Jornada Compartir Ciencia. UTN-FRD.

Conde Molina D. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el desarrollo tecnologías basadas en procesos microbianos aplicables a problemáticas medioambientales de la región. Exposición. Vinculación institucional entre UTN-FRD y UNGS.

Conde Molina D. Desarrollo de bioprocesos mediante el aprovechamiento de residuos agroindustriales. Exposición. Ciclo de Conferencias 50 años de la UTN-FRD. “Películas nanoestructuradas a partir de polímeros de batata (*Ipomoea batatas* L) Desarrollo de películas biodegradables para uso en alimentos, con posible aplicación en otras áreas de la agricultura”. Graciela B. Corbino, Marina Gutiérrez. Memoria dinámica de estrategias de la EEA San Pedro. Año 2020. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). ISBN:978-987-8333-80-9.

“Películas nanoestructuradas a partir de polímeros de batata (*Ipomoea batatas* L) Desarrollo de películas biodegradables para uso en alimentos, con posible aplicación en otras áreas de la agricultura”. Graciela B. Corbino, Marina Gutiérrez. Memoria dinámica de estrategias de la EEA San Pedro. Año 2020. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). ISBN: 978-987-8333-80-9.

Grupo de Fotónica Aplicada – FRD (UTN)

Estudiamos las propiedades ópticas de los materiales en la nanoescala, exploramos sus aplicaciones tecnológicas y desarrollamos técnicas e instrumentos para inspeccionar y manipular la materia con extrema precisión. Cuando los materiales poseen estructuras de



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

dimensiones tan pequeñas, sus propiedades fisicoquímicas cambian significativamente respecto de los mismos materiales macroscópicos que conocemos. Diseñamos, fabricamos y caracterizamos sistemas nanoestructurados con propiedades ópticas predeterminadas, y los aplicamos en microscopías y espectroscopías de muy alta resolución, en sentido molecular ultrasensible, en fotocatalisis y en diversos experimentos de la nanofotónica.

Integrantes

Director: Dr. Alberto Scarpettini - Investigador

Dr. Eneas Morel -- Investigador

Dr. Jorge Torga -- Investigador

Dra. María Yanela Paredes - Investigadora.

Ing. Bernabé Miralles - Becario Doctoral.

Bruno Weiss - Tesista de Licenciatura.

Morawski Blanco Micaela - Becaria Alumna.

Pattini Agustina - Becaria Alumna.

Rossi Agustin - Becario Alumno.

Ocampo Candela Jazmín - Becaria Alumna.

Principales proyectos en curso en temas de nanofotónica

- Dispositivos plasmónicos nanoestructurados

Las nanopartículas metálicas, al irradiarlas con luz, presentan resonancias de plasmones superficiales localizados (oscilaciones coherentes de electrones) que dependen de su material, forma, dimensiones y entorno. Esta máxima transferencia de energía se manifiesta en una mayor absorción y dispersión de luz, además de un confinamiento e intensificación de luz en forma de campo evanescente en los alrededores de la nanopartícula. Si en esta



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

zona intensificada de luz se encuentra una molécula, se amplificará su absorción y emisión de fotones, dando origen a espectroscopías intensificadas por superficie que permiten detectar concentraciones extremadamente bajas de moléculas, es decir, le confieren una gran sensibilidad. Nuestra estrategia es utilizar nanopartículas metálicas como bloques constructores de estructuras más complejas (por ejemplo, una superficie nanoestructurada) para obtener altos rendimientos predecibles y repetibles. Las síntesis químicas de soluciones coloidales con muy baja dispersión de formas y tamaños que desarrollamos en nuestro laboratorio permiten elegir y fijar sus propiedades ópticas, abriendo el campo de aplicaciones posibles.

Con este propósito, se sintetizaron nanobastones de oro monodispersos con alta eficiencia, con resonancias plasmónicas longitudinales en el rango visible e infrarrojo cercano del espectro. Estos nanobastones se utilizaron para recubrir sustratos de vidrio y de oro, primero modificando químicamente la superficie de los sustratos y luego adsorbiendo las nanopartículas por dip-coating, controlando la densidad de recubrimiento con el tiempo de inmersión. Se estudió la influencia del surfactante en el proceso de recubrimiento. Se caracterizaron los sustratos por espectrofotometría y microscopía electrónica, se modeló la dinámica de recubrimiento y posterior agregación en clusters (generan resonancias de acoplamiento adicionales), y demostramos que los parámetros cinéticos están relacionados con las dimensiones de los nanobastones y sus propiedades ópticas, y que es posible predecir las densidades de recubrimiento y grado de agregación de las muestras para tiempos de inmersión determinados. La capacidad predictiva en estos procesos permite obtener control sobre la fabricación de este tipo de dispositivos usados en microscopías y espectroscopías de alta resolución y sensibilidad. Se realizaron experimentos exitosos de espectroscopía Raman intensificada por superficie (SERS) con Nile Blue obteniendo señales 2.107 veces más intensas que con espectroscopía Raman tradicional.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

En el caso de recubrimientos de nanobastones sobre películas delgadas de oro, se estudiaron los plasmones superficiales localizados de acoplamiento entre nanobastones y con la superficie, y su acoplamiento con los plasmones superficiales propagantes. Por otro lado, se fabricaron autoensamblados de largo alcance de nanobastones de oro, preparados por evaporación lenta de soluciones altamente concentradas en condiciones controladas de humedad y temperatura, y por litografía blanda a través de la impresión por microcontacto con sellos poliméricos. Este tipo de sustratos con nanobastones altamente ordenados generan bandas ópticas adicionales que resultan del acoplamiento electromagnético entre los componentes, obteniendo mayor sensibilidad a un cambio del entorno o a la presencia de moléculas en el campo cercano.

- Remediación de aguas con arsénico utilizando nanocatalizadores ópticos

(En colaboración con el Laboratorio de Electrónica Cuántica, UBA, y la Universidad de Múnich, Alemania)

Alrededor de 4 millones de personas están expuestas a altos niveles de arsénico (As) contenidos en el agua bebibible en Argentina, constituyendo la población más grande conocida de América Latina en esta situación. Todavía no hay una conciencia generalizada de su toxicidad, y, por lo tanto, en muchas áreas el agua se bebe sin tratamiento adicional a la extracción. En los últimos años se ha puesto el foco en la búsqueda de métodos de remediación de agua que sean baratos y accesibles a las poblaciones de riesgo. En bibliografía se han reportado trabajos con altas tasas de eliminación del As por métodos de adsorción o coprecipitación con óxidos de hierro. En la mayoría de estos casos es necesario la previa oxidación de las especies de As(III) a As(V). Por lo general los compuestos químicos utilizados para su oxidación pueden derivar en elevados costos, y aunque la oxidación de As(III) por O₂ es termodinámicamente posible, presenta una cinética muy



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

lenta. En la última década se ha analizado el uso de partículas semiconductoras TiO_2 como fotocatalizadores para la oxidación del As(III) en presencia de luz ultravioleta.

En este proyecto el método propuesto para la oxidación de As(III) se basa en las potenciales propiedades catalíticas de las nanopartículas de Au (AuNPs). En ausencia de luz, las NPs metálicas se utilizan como catalizadores para muchas reacciones químicas (como síntesis de amoníaco, reformado de hidrocarburos, reacciones de oxidación e hidrogenación). A su vez, estudios recientes en el campo de la nanoplasmónica han demostrado que las AuNPs son capaces de mejorar el rendimiento de reacciones químicas al ser irradiadas en el espectro visible. Entorno a los 520 nm, las AuNPs utilizadas presentan resonancias de plasmón superficial localizado (LSPR). Este fenómeno viene acompañado con un gran incremento de la sección eficaz de absorción, generación de calor y generación de hot-carriers, que son pares electrón- hueco altamente reactivos dentro del material. Los hot-carriers pueden ser capaces de reducir u oxidar moléculas una vez alcanzada la superficie de la AuNP, por otro lado, el calor generado también puede ser aprovechado para acelerar la oxidación. En particular en este proyecto se analiza la cinética de la oxidación del As(III) en muestras de aguas con H_2O_2 y AuNPs en solución. Los estudios muestran el gran alcance catalítico de las AuNPs, aún en ausencia de luz. Por otro lado, irradiando con láser de 532 nm se cuantifica la eficiencia de la catálisis por LSPR, desacoplando los efectos de calor y de hot-carriers.

Por otro lado, el paso siguiente a la oxidación del As es su remoción del agua. Este proyecto incluye el desarrollo de nanoestructuras fácilmente removibles del agua y que además sean bifuncionales, por un lado, estructuras con resonancias plasmónicas de superficie, para catalizar la reacción de oxidación de As(III) a As(V) y a su vez, que permitan la remoción del As(V) producido. Para ello, diseñamos estructuras magnéticas (Fe_3O_4) decoradas con nanoesferas de oro. Las nanopartículas de oro presentan el plasmón de superficie



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

localizado y la superficie de Fe_3O_4 actúa como sitio activo para la adsorción de As (v), además de aportar propiedad magnética para ser rápidamente removido del agua.

Nanomecánica: Propiedades mecánicas locales en películas delgadas (En colaboración con el Laboratorio de Electrónica Cuántica, UBA)

Las nanopartículas metálicas excitadas en su resonancia de plasmones superficiales localizados son nanoantenas ópticas pues acoplan eficientemente al campo electromagnético propagante. Al irradiar nanoantenas ópticas con pulsos de luz ultracortos se excitan los electrones del material que luego decaen emitiendo fonones coherentes a la frecuencia de vibración de los modos normales de la nanoestructura, que están determinados por su material, forma y entorno mecánico. Estas vibraciones del orden de los GHz se disipan por pérdidas internas de la nanoantena y también por transmisión al medio circundante. El estudio de la variación de la frecuencia y del factor de calidad del nanooscilador con las condiciones del entorno permite visualizar estos mecanismos, y optimizar las condiciones para utilizar la nanoantena como un generador puntual eficiente de hipersonido, con aplicaciones en sensado químico ultrasensible, microscopía y espectroscopía de hipersonido, así como también en el sensado de propiedades mecánicas de los materiales en la nanoescala.

Se midieron y estudiaron las vibraciones mecánicas de los nanobastones de oro individuales fabricados en nuestro laboratorio, en distintas condiciones de acople mecánico con el sustrato y con el entorno. Las mediciones se realizaron mediante la técnica de bombeo-prueba no degenerada. Un pulso ultracorto de luz sintonizado en la región de las transiciones interbanda del oro (alrededor de 400nm) incide una nanoantena individual, que se examina enviando un segundo pulso de prueba sintonizado en la resonancia plasmónica (alrededor de 800nm) y retrasado controladamente respecto del pulso de bombeo. Las oscilaciones mecánicas de la nanoantena son registradas a partir de sus variaciones en la



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

absorción de luz. Por otro lado, esta absorción de luz conlleva un calentamiento rápido de la nanoantena en pocos picosegundos seguido de un enfriamiento más lento en el orden de los nanosegundos, hasta que la absorción del siguiente pulso repite el ciclo térmico. Este calentamiento induce un cambio en la forma de la nanopartícula debido a difusión atómica superficial, a temperaturas mucho menores al punto de fusión del oro. A través del registro de la variación en la frecuencia del modo de vibración extensional en nanobastones de oro individuales pudimos monitorear las deformaciones producidas por este efecto fototérmico, y las comparamos con éxito con cálculos de difusión del calor y temperatura en todo el proceso, y con simulaciones de deformación por difusión de átomos superficiales. Mostramos que esta deformación de las nanoantenas ocurre en este tipo de experimentos largos aún con irradiancias bajas, y que este efecto puede inhibirse mediante un recubrimiento polimérico que acelere la disipación al entorno.

Además, estudiamos con este mismo método la respuesta mecánica local de películas delgadas de polímeros en frecuencias de GHz. El acoplamiento de la película polimérica a la nanoantena óptica permite extraer los valores de sus módulos elásticos y estimar su temperatura de transición vítrea.

Por otro lado, realizamos una caracterización optomecánica de nanoantenas individuales impresas mediante fuerzas ópticas sobre un sustrato. De este modo pudimos correlacionar la respuesta mecánica de las nanoantenas con su caracterización morfológica por microscopía electrónica, y obtener el módulo de elasticidad equivalente que da cuenta de la fuerza restitutiva que ejerce el sustrato, y cuantificar la variabilidad del contacto mecánico entre la nanoantena y el sustrato cuando se utiliza la técnica de impresión láser.

- Microscopía fototérmica con nanoantenas ópticas

En este proyecto estamos diseñando un microscopio fototérmico de alta resolución espacial



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

que pueda monitorear pequeñas variaciones del índice de refracción de materiales transparentes debido al calentamiento por absorción plasmónica en nanoestructuras metálicas, utilizando interferometría de baja coherencia y una novedosa técnica de filtrado óptico desarrollado en nuestro laboratorio. Una muestra de materiales transparentes o semitransparentes, como por ejemplo una muestra biológica o polimérica, marcada en sitios específicos con nanopartículas metálicas, es excitada con luz en su resonancia de plasmones superficiales localizados, generando un confinamiento del campo eléctrico y un incremento de temperatura localizado (efecto fototérmico) que es detectado a través de la variación del índice de refracción del medio por medio de un interferómetro con una fuente de luz de baja coherencia. La alta sensibilidad y especificidad del microscopio se basa en una técnica de supresión del fondo de luz residual a través de una modulación lineal de la fase del haz de referencia y una modulación armónica de la rama muestra. Este tipo de imágenes de alta resolución espacial permiten monitorear en tiempo real la morfología y evolución de los sitios marcados.

Publicaciones del grupo en temas de Nanofotónica

María Y. Paredes, Luciana P. Martínez, Beatriz C. Barja, M. Claudia Marchi, Matías Herran, Gustavo Grinblat, Andrea V. Bragas, Emiliano Cortés, Alberto F. Scarpettini, Efficient method of arsenic removal from water based on photocatalytic oxidation by a plasmonic-magnetic nanosystem, *Environmental Science: Nano* (ISSN: 2051-8161) 10, 166-177 (2023).

María Y. Paredes, Alberto F. Scarpettini, Nanoestructuras plasmónicas y magnéticas como fotocatalizadores en la oxidación de arsénico y su remoción del agua, *AJEA* (ISSN: 2683-8818), 15 (2022).

Ianina L. Violi, Luciana P. Martínez, Mariano Barella, Cecilia Zaza, Lukás Chvátal, Pavel Zemánek, Marina V. Gutiérrez, María Y. Paredes, Alberto F. Scarpettini, Jorge Olmos-Trigo,



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

Valeria R. Pais, Iván Díaz Nóbrega, Emiliano Cortés, Juan José Sáenz, Andrea V. Bragas, Julián Gargiulo, Fernando D. Stefani, Challenges on optical printing of colloidal nanoparticles, *Journal of Chemical Physics* (ISSN: 0021-9606) 156, 034201 (2022).

Hilario D. Boggiano, Rodrigo Berté, Alberto F. Scarpettini, Emiliano Cortés, Stefan A. Maier, Andrea V. Bragas, Determination of nanoscale mechanical properties of polymers via plasmonic nanoantennas, *ACS Photonics* (ISSN: 2330-4022) 7, 1403-1409 (2020).

Marina V. Gutiérrez, Alberto F. Scarpettini, Kinetic and plasmonic properties of gold nanorods adsorbed on glass substrates, *Colloid and Interface Science Communications* (ISSN: 2215- 0382) 33, 100213 (2019).

Fabrizio Della Picca, Marina V. Gutiérrez, Andrea V. Bragas, Alberto F. Scarpettini, Monitoring the photothermal reshaping of individual plasmonic nanorods with coherent mechanical oscillations, *Journal of Physical Chemistry C* (ISSN: 1932-7447) 122, 29598-29606 (2018).

Marina V. Gutiérrez, Alberto F. Scarpettini, Fabricación y caracterización de sustratos plasmónicos basados en nanobastones de oro, *Revista Tecnología y Ciencia* (ISSN 1666-6933) 30, 340-347 (2017).

Marina V. Gutiérrez, María Y. Paredes, Alberto F. Scarpettini, Controlled coverage of glass substrates with metallic nanorods, *Matéria* (ISSN: 1517-7076) 20 (3), 731-738 (2015).

Alberto F. Scarpettini, Andrea V. Bragas, Harmonic demodulation and minimum enhancement factors in field-enhanced near-field optical microscopy, *Journal of Microscopy* (ISSN: 1365- 2818) 257 (1), 54-64 (2015).

Martín D. Bordenave, Alberto F. Scarpettini, María V. Roldán, Nora Pellegrini, Andrea V. Bragas, Plasmon-induced photochemical synthesis of silver triangular prisms and pentagonal bipyramids by illumination with light emitting diodes, *Materials Chemistry and Physics* (ISSN: 0254-0584) 139, 100-106 (2013)



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

7. Infraestructura y equipamiento relacionados con la carrera

Se dispone de las capacidades técnicas para el desarrollo del presente proyecto.

La parte de investigación que se llevará a cabo en el Departamento de Química, Laboratorio de Investigación en Biotecnología y Nanotecnología Aplicada de la Facultad Regional Delta (UTN) cuenta con:

El Laboratorio de Investigación en Bioprocesos (LIB) de la Facultad Regional Delta cuenta con 71m² de superficie cubierta distribuidos en un laboratorio propiamente dicho de 50 m², una oficina de 12 m² y una sala de 9 m² de esterilización y lavado, con servicios de electricidad, agua y gas, mientras que la oficina cuenta con servicios de electricidad e internet banda ancha (acceso a librerías científicas online) y un sector de librería. Todos los ambientes poseen aire acondicionado.

Equipamiento: se cuenta con un flujo laminar horizontal (Microfilter), un autoclave mediano(VZ), dos estufas de esterilización y secado y dos de cultivo (Fac SA), un phmetro (Adwa), tres agitadores magnéticos climatizados (Decalab), un biorreactor tanque agitado bioflo 115 de 3 litros con su sistema de monitorización y control (New Brunswick Scientific inc.), un cromatógrafo gaseoso (Shimadzu) con tecnología avanzada de flujo, un HPLC LC-2010a (Shimadzu), un espectrofotómetro uv/visible (Metrolab 1700), un espectrofotómetro uv-1800 (Shimadzu), un rotaevaporador (Figmay srl), una heladera con freezer (Gafa) de 321 litros, un freezer cajón (Whirlpool), una microcentrífuga (Labnet), un agitador vortex (Velp), un agitador orbital con bandeja doble y cabina de control de la temperatura (Decalab fbr), un microscopio (Zeiss), dos una balanza analítica (Metler), un horno microondas, un destilador de agua de 4l/h (Figmay srl), un enzimómetro (Gilford), cuatro computadoras con monitores lcd de 20" pantalla plana (samsung), una impresora hp photosmart c4200 series de chorro a tinta (hp).

El laboratorio de Biopolímeros de 36m² de superficie cuenta con 3 computadoras con



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

monitor LCD de 20” pantalla plana (LG), con servicios de electricidad, internet banda ancha, agua y gas, mientras que la oficina de 12m² cuenta con servicios de electricidad e internet banda ancha (acceso a librerías científicas online) y un sector de librería. Todos los ambientes poseen aire acondicionado.

El equipamiento consta de un horno de secado Faithful Milab de vol. 70 litros de convección forzada, rango de temp. 0 a 250 °C. Control digital e Interior de acero inoxidable; una balanza analítica Kern adj de resolución 0,1mg, capacidad max. 220g, un agitador magnético con manta calefactora, Dlab; y un desecador con válvula de vacío con llave para vacío y placa porcelana porosa (d= 300mm)

El Grupo de Fotónica Aplicada, perteneciente a la Facultad Regional Delta, posee instalaciones propias que comprenden un laboratorio de tomografía óptica coherente, un laboratorio de nanofotónica y un laboratorio de nanoquímica, todos completamente equipados. Entre los equipos e instrumentos más destacados, se encuentran un láser de luz blanca supercontinuo, un microscopio metalográfico, un microscopio de efecto túnel, un espectrómetro UV-visible, un sistema de ultrapurificación de agua, una microcentrífuga, una balanza de precisión, varios agitadores magnéticos y térmicos, varios equipos de mesada e instrumental de óptica y química, varias fuentes de luz, cámaras y detectores ópticos, espectrómetros, amplificadores lock-in, sistemas de posicionamiento, elementos de optomecánica, 5 mesas antivibratorias, varias computadoras y placas de adquisición. Además, posee salas de reuniones, salas de trabajo con escritorios y computadoras, un taller de mecanizado y de electrónica con taladro de banco, herramientas de uso general, osciloscopios, generadores de funciones, fuentes de tensión y elementos de electrónica.
