

## TEMAS OFRECIDOS POR EL CENTRO DE INVESTIGACIONES OPTICAS (CIOp) PARA BECAS DOCTORALES CONICET-CIC, POSTDOCTORALES CONICET Y DE ENTRENAMIENTO CIC

Los postulantes deberán ser graduados universitarios en las carreras de Física, Ingeniería, Química o carreras afines que deseen realizar su doctorado, postdoctorado. Para aplicar a becas de entrenamiento CIC, deberán ser alumnos del último año de la carrera y tener al menos el 60% de las materias aprobadas. Para más detalles, ver bases en las respectivas páginas web.

### 1 -Tema para Beca Doctoral: Espectroscopía Atómica; Cálculos Atómicos y Análisis Espectral.

#### Breve descripción:

El Grupo de Espectroscopía Atómica del Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), ofrece temas de investigación en espectroscopía óptica, cálculos atómicos y análisis de la estructura atómica. Se trabaja en el análisis espectral de elementos ionizado, con énfasis en los gases nobles, de interés en estudios astrofísicos, en los mecanismos de excitación de los láseres etc. Para la determinación de los parámetros característicos y obtener una adecuada interpretación sobre los espectros de los átomos complejos estudiados, el mencionado análisis utiliza datos experimentales, cálculos teóricos del tipo Hartree - Fock Relativistas, Multiconfiguracionales Dirac-Fock y aproximaciones sistemáticas provenientes de regularidades propias de la estructura atómica.

**Investigador responsable:** Dra. Mónica Raineri. Mail: [monicar@ciop.unlp.edu.ar](mailto:monicar@ciop.unlp.edu.ar)

### 2 -Tema para Beca Doctoral, Postdoctoral o Entrenamiento: Haces ópticos curvos: en la frontera de la manipulación de la luz.

#### Breve descripción:

A diferencia del concepto intuitivo de que un haz de luz se propaga en línea recta, es posible generar haces ópticos cuya distribución de intensidad de radiación se "curva" a medida que el haz se propaga en el espacio libre sin intervención de ningún efecto no-lineal asociado. Este interesante fenómeno está relacionado con singularidades geométricas que reciben el nombre de cáusticas o catástrofes y que representan una interfase curva onda propagante/onda evanescente. El estudio sobre haces ópticos curvos, desde los fundamentos hasta las aplicaciones, constituye una rama creciente de investigación en la frontera en la óptica. El inicio de investigación sobre estos haces peculiares surgió con el famoso haz de Airy, generado por primera vez en el 2007, que ha sido el gran impulsor de la amplia expansión y ramificación de tales estudios.

Nuestro grupo está abocado desde el 2013 al estudio de fundamentos, generación, diseño y aplicaciones de haces ópticos curvos con importantes contribuciones al área. Los nuevos desafíos incluyen la profundización de análisis de haces cáusticos en espacio libre incluyendo dinámicas espaciales inusuales y espacio-temporales. Los estudios contemplan los formalismos teóricos como así también, ingeniería de haces curvos.

**Investigadores responsables:** Dra. Dafne Amaya y Dr. Pablo Vaveliuk. Mail: [dafneamaya@gmail.com](mailto:dafneamaya@gmail.com) - [pablovaveliuk@yahoo.com.br](mailto:pablovaveliuk@yahoo.com.br)

**3 -Tema para Beca Doctoral, Postdoctoral o Entrenamiento:** Caracterización de series temporales de sistemas ópticos mediante análisis no lineales.

**Breve descripción:**

Se implementarán técnicas propias del análisis no lineal para identificar propiedades relevantes de sistemas ópticos diversos a partir del estudio de las series temporales asociadas con algún observable de dichos sistemas. Las técnicas abarcan desde cuantificadores simbólicos de entropía y complejidad hasta herramientas que discriminan la presencia de correlaciones de largo alcance (fractalidad/multifractalidad). Entre las aplicaciones planeadas, se destaca la caracterización de las dinámicas caóticas obtenidas en láseres con retroalimentación a fin de poder hallar configuraciones óptimas de máxima dimensionalidad. Asimismo, se investigarán descriptores estadísticos capaces de revelar robustamente escalas temporales características de los sistemas estudiados.

**Investigador responsable:** Dr. Luciano Zunino. Mail: [lucianoz@ciop.unlp.edu.ar](mailto:lucianoz@ciop.unlp.edu.ar)

**4 -Tema para Beca Doctoral:** Fotofísica y fotoquímica de moléculas en solución.

**Breve descripción:**

Se estudia la fotofísica y fotoquímica de compuestos de coordinación de metales de transición, sistemas nanoestructurados, proteínas y otros sistemas de interés biológico. Estos compuestos tienen, debido a su comportamiento redox y la abundancia de estados excitados, potencial aplicación en diversas áreas (conversión de energía solar, catálisis, sensores luminiscentes y marcadores de biomoléculas). La utilización de métodos sencillos y no destructivos, permite obtener información sobre el comportamiento foto-físico-químico de estos, su fotoestabilidad y correlacionar su estructura con la reactividad. Por otro lado, el estudio de la generación de especies reactivas por estos compuestos brinda información sobre su uso en tratamiento de contaminantes.

**Investigador responsable:** Pedro David Gara. Mail: [pedrodg@ciop.unlp.edu.ar](mailto:pedrodg@ciop.unlp.edu.ar)

**5 -Tema para Beca de Entrenamiento:** Síntesis de nanomateriales asistida por ablación láser de pulsos ultracortos y estudio de sus propiedades ópticas. Aplicaciones

**Breve descripción:**

La síntesis de nanomateriales ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años. En particular, las nanopartículas (NPs) metálicas tienen un atractivo interés científico por sus amplias perspectivas en biosensores, purificación del agua, agentes antimicrobianos y antivirales, entre otras.

En estas áreas de investigación, la capacidad de controlar el tamaño, la forma y la estabilidad de las NPs es esencial para ampliar su posible aplicabilidad. Para este objetivo, se sintetizarán suspensiones coloidales de NPs metálicas por ablación láser en diferentes medios y con distintas energías, y se caracterizarán mediante la técnica de espectroscopía de extinción óptica complementada con AFM, HRTEM, micro-espectroscopía Raman, entre otras.

**Investigadores responsables:** Dra. Jesica M. J. Santillán y Dr. David Muñetón Arboleda. **Mail:** [jesicas@ciop.unlp.edu.ar](mailto:jesicas@ciop.unlp.edu.ar) - [davidm@ciop.unlp.edu.ar](mailto:davidm@ciop.unlp.edu.ar)

**6 -Tema para Beca de Entrenamiento:** Análisis de datos obtenidos mediante la técnica de Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)

**Breve descripción:**

Cuando un láser de alta potencia es focalizado sobre un blanco, se produce un plasma en el punto de impacto el cual constituye una fuente espectral y a través del análisis espectral de la misma es posible obtener parámetros característicos de la muestra. En consecuencia este procedimiento puede considerarse una técnica analítica versátil y precisa.

El objetivo de esta solicitud es capacitar a una persona proveniente de las áreas de física, química, ingeniería o áreas afines, en la medida, identificación y análisis de líneas espectrales obtenidas de plasmas generados por láser a fin de determinar parámetros característicos del plasma tales como temperatura, densidad electrónica, probabilidades de transición y corrimiento Stark entre otros.

**Investigador responsable:** Dr. Fausto Bredice. Mail: [faustob@ciop.unlp.edu.ar](mailto:faustob@ciop.unlp.edu.ar)

**7 -Tema para Beca Postdoctoral y Entrenamiento:** Diseño e implementación de dispositivos fotónicos integrados para aplicaciones en óptica cuántica.

**Breve descripción:**

Actualmente, la fotónica integrada a nivel global abastece con distintos dispositivos pasivos (circuitos ópticos) y activos (láseres, amplificadores, moduladores electró-ópticos, etc.) la demanda de la transmisión de información (datos, voz, vídeo, multimedia, internet, etc.) a través de comunicaciones basadas en fibra óptica. En esta misma línea, el campo de la información cuántica requiere de la implementación de fenómenos mecano-cuánticos para codificar, procesar y transmitir información. La estrategia de codificar la información en sistemas cuánticos aislados ha demostrado la inviolabilidad de su encriptación mediante una altísima seguridad ante el potencial ataque de un espía. Además, rompe con el paradigma de la transmisión de información concebido clásicamente, a partir de, por ejemplo, los protocolos de teleportación cuántica y codificación superdensa.

Son los fotones los sistemas cuánticos [1] que aparecen como candidatos naturales para transmitir la información en implementaciones de información cuántica: por su velocidad y transportabilidad, porque poseen varios grados de libertad en los cuales codificar información, y porque interactúan débilmente con el entorno, reduciendo al mínimo la pérdida de coherencia cuántica. En este contexto, los circuitos fotónicos integrados pueden utilizarse para la generación de estados fotónicos individuales, o cuánticamente correlacionados, junto con el diseño de circuitos escalables para el direccionamiento, manipulación y detección de los mismos [2]. Esta nueva ruta amplía el campo de la fotónica integrada para el desarrollo de tecnologías cuánticas, no solo en el área de aplicación de las comunicaciones cuánticas, sino también para el desarrollo de sensores, en donde el empleo de dispositivos cuánticos (o fenómenos cuánticos) abre la posibilidad de contar, por un lado, con sondas locales a escalas nanoscópicas, y por otro lado, incrementar notablemente la sensibilidad y precisión de los dispositivos de medida [3].

El objetivo general de este plan de beca se centra en el estudio, diseño e implementación de dispositivos fotónicos integrados para aplicaciones en óptica cuántica. En particular se pretende implementar sistemas

basados en acopladores direccionales en 2D y 3D así como de modulación de fase basados en el efecto electro-óptico, ambos dispositivos diseñados para operar en la banda de comunicaciones ópticas.

Referencias:

- [1] “Photonic quantum information processing: a review”, F. Flamin et al., Rep. Prog. Phys. 82 016001 (2019).
- [2] “Quantum sensing” C. L. Degen et al., Rev. Mod. Phys. 89, 035002 (2017).
- [3] “Laser written circuits for quantum photonics”, T. Meany et al., Laser Photonics Rev. 9, (4), 363–384 (2015).

**Investigadores responsables:** Dra. Lorena Rebón (IFLP) y Dr. Gustavo Torchia (CIOP).

**Mail:** [rebon@fisica.unlp.edu.ar](mailto:rebon@fisica.unlp.edu.ar) - [gustavot@ciop.unlp.edu.ar](mailto:gustavot@ciop.unlp.edu.ar)