

## Curso :

Caracterización hiperespectral: Una introducción a las técnicas de laboratorio, mediciones de campo e información satelital

## Objetivos:

Conocer y comprender los conceptos básicos de la espectroscopia rotacional, vibracional y electrónica

- Adquirir destrezas en el manejo de técnicas experimentales de espectroscopia UV-VIS, Infrarroja y de fluorescencia en condiciones de laboratorio
- Adquirir práctica en el manejo de un radiómetro de campo a cielo abierto
- Aplicar los conceptos de la espectroscopia en el procesamiento e interpretación de imágenes satelitales hiperespectrales
- 

## Contenidos:

### 1. Introducción a la espectroscopía

Los orígenes de la mecánica cuántica. Radiación del cuerpo negro. La distribución de Planck. El espectro electromagnético. Dualidad Onda/partícula. Dinámica de los sistemas microscópicos. La ecuación de Schroedinger. Cuantización de la energía. La información en la función de onda. Estructura atómica y espectro atómico. Estructura molecular. Grados de libertad de un sistema. Transiciones rotacionales, vibracionales y electrónicas. Modelos de dispersión de la luz.

### 2. Espectroscopía rotacional y vibracional

Técnicas experimentales. Ley de Lambert y Beer. Intensidad de las líneas espectrales. Anchos de línea. Espectros rotacionales puros. Vibración de moléculas diatómicas y poliatómicas. Reglas de selección. Anarmonicidad. Espectros de vibración-rotación. Espectros rotacionales y vibracionales RAMAN. Ejemplo de aplicaciones en astrofísica, biología y ciencias ambientales. Detección de especies a partir de técnicas infrarrojas en el laboratorio. Detección de especies a partir de técnicas de microondas e infrarrojas desde instrumentos a bordo de plataformas satelitales.

### 3. Espectroscopía electrónica

Espectro electrónico de moléculas diatómicas y poliatómicas. Destinos de los estados electrónicamente excitados. Fluorescencia y fosforescencia, disociación y predisociación. Técnicas de medición de absorción UV-VIS y fluorescencia en condiciones de laboratorio. Mediciones de Absorción UV-VIS y fluorescencia desde instrumentos a bordo de plataformas satelitales.

### 4. Mediciones de irradiancia y radiancia espectral

Radiación en medios materiales. Radiancia e irradiancia. Introducción a la teoría de transferencia radiativa. Condiciones de borde. Tipos de reflectancia. Modelo especular y lambertiano. Bidirectional Reflectance Distribution Function (BRDF). Vinculación entre los coeficientes de absorción y dispersión y la reflectancia. Modelo de Rayleigh y de Mie para la dispersión. Medición sobre superficies lambertianas en laboratorio. Medición de BRDF en laboratorio. Medición de radiancia e irradiancia espectral a campo. Modelos de inversión para la absorción y el scattering.

### 5. Espectroscopia de imágenes satelitales

Sistema satelital de adquisición. Irradiancia extrasolar. Absorción gaseosa en la atmósfera. Dispersión molecular y por partículas. Respuesta espectral del sensor. Técnicas de correcciones atmosféricas. Modelos de mezcla lineal. Modelos de mezcla no lineal. Técnicas de desmezclado espectral. Librerías de firmas espectrales. Introducción al análisis hiperespectral de imágenes satelitales. Ejemplo de detección de especies de interés ambiental.

#### Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 40 hs, con clases teóricas (20 hs) y prácticas (20 hs) de resolución de problemas, desarrollo de trabajos de laboratorio y prácticas en campo. Se regulariza el curso mediante evaluaciones parciales desarrolladas en cada práctica. La nota final es un promedio de la entrega de cuatro informes de laboratorio y un examen final integrador en la MOODLE. Se aprueba una nota igual a 7 (siete) o mayor.

Público objetivo: Alumnos de posgrado y profesionales que requieren conocimientos en el ámbito de la validación y calibración de productos satelitales así como también en el desarrollo de aplicaciones de información espacial. El contenido del curso está orientado preferentemente a egresados de carreras de ciencias exactas físicas y naturales, pero es abierto a egresados de otras áreas que acrediten conocimientos y antecedentes en temas afines.

Clases teóricas y laboratorios de computación: Se utilizarán aulas disponibles en el Instituto Gulich para desarrollar las clases teóricas y los prácticos de computación asociados a los conceptos de espectroscopia: emisión, absorción, dispersión, fluorescencia y reflectancia.

Laboratorio de espectroscopía: Se utilizará el Laboratorio de Electro-Óptica del Instituto Gulich para realizar los trabajos prácticos de absorción UV-VIS y reflectancia superficial. Se utilizará el laboratorio de espectroscopía a cargo del Dr. Burgos, del INFIQC, para realizar las prácticas de laboratorio de fluorescencia.

Salida de campo: Se coordinará con el CEP (cuerpo especial de policías de Carlos Paz) la salida de campo al lago San Roque con el acompañamiento del Dr. Bonansea y del colaborador Francisco Nemiña, para realizar las mediciones de radiancia espectral en el embalse San Roque.

## Docentes

Anabella Ferral: Es Dr. en Química-Fisicoquímica. Posee experiencia en química computacional y en procesamiento avanzado de imágenes satelitales. Actualmente se enfoca en la caracterización hiperespectral de aguas continentales mediante la integración de datos de campo, simulaciones numéricas y mediciones satelitales.

Matías Bonansea: Es Dr. en Biología e investigador Adjunto de CONICET en la Universidad de Río Cuarto. Actualmente se especializa en monitoreo in situ y satelital de calidad de agua y en su relación con cambios de uso del suelo en cuencas de montaña.

Maximiliano Burgos Pacci: Es Dr. en Química-Fisicoquímica e investigador Independiente de CONICET. Actualmente se especializa en espectroscopía infrarroja de compuestos de interés atmosférico y en monitoreo y modelado de gases de origen biogénico.

## Colaboradores

Francisco Nemiña: Es responsable del radiómetro de campo de la CONAE y estudiante avanzado de la Licenciatura en Física de la UBA. Se especializa en modelado de transferencia radiativa y correcciones atmosféricas aplicado a sistemas acuosos (aguas interiores, costas y océanos). Colabora activamente con el grupo de la Misión SABIA-Mar y con campañas de monitoreo con radiómetro de campo para diferentes aplicaciones, mayormente en cuerpos de agua.

Raul Rubio: Es Lic. en Física y se encuentra cursando el doctorado en QUímica en la Universidad de Río Cuarto. Es docente de la MSE y forma parte del grupo de radiometría de campo de la CONAE. Se especializa en diseños ópticos aplicados al desarrollo de instrumentos satelitales.

## Bibliografía

Andrews, D. G. (2010). An introduction to atmospheric physics. Cambridge University Press.

Atkins, P. W., & De Paula, J. (2008). Atkins química física (pp. 143-144). Editorial Médica Panamericana.

Bhargava, A., Sachdeva, A., Sharma, K., Alsharif, M. H., Uthansakul, P., & Uthansakul, M. (2024). Hyperspectral Imaging and Its Applications: A Review. *Heliyon*, 10(12).

Gauto, V., Ferral, A., Bonansea, M., Farías, A., Scavuzzo, M., Cardozo, O., ... & Giardino, C. (2022, September). First results of PRISMA satellite data applied to water quality monitoring in Argentina. In 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) (pp. 1-8). IEEE.

Nemiña, F., Germán, A., Bonansea, M., Rodríguez, M. I., & Ferral, A. (2023, November). Novel method for measuring and processing field spectral data for water quality applications. In 2023 XX Workshop on Information Processing and Control (RPIC) (pp. 1-6). IEEE.

Luoni, J. P. Z., Sanmaritano, M. A., Reynoso, F., Nemiña, F., & Torres, E. (2024, September). Characterization of Native Vegetation Cover in the Serrano Chaco District based on Field Data and Spectral Signatures. In 2024 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) (pp. 1-5). IEEE.

Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. (2015). Introduction to spectroscopy.

Pandey, P. C., Srivastava, P. K., Balzter, H., Bhattacharya, B., & Petropoulos, G. P. (Eds.). (2020). Hyperspectral remote sensing: Theory and applications. Elsevier.

Rast, M., & Painter, T. H. (2019). Earth observation imaging spectroscopy for terrestrial systems: An overview of its history, techniques, and applications of its missions. *Surveys in Geophysics*, 40(3), 303-331