

CURSO DE POSGRADO-TALLER /SEMINARIO-TALLER DE PERFECCIONAMIENTO

Tipo de actividad: Curso de posgrado

Modalidad: Híbrida

Nombre de la actividad: «Inteligencia artificial y computación cuántica en la observación de la Tierra»

Docente/s titular/es: Dr. Paolo Gamba - Universidad de Pavía

Correo electrónico: paolo.gamba@unipv.it

Docentes colaboradores:

- **Dr. Marcelo Scavuzzo** marcelo.scavuzzo@conae.gob.ar Instituto Gulich (CONAE/UNC)
- **Dr. Fernando Roda** fernando.roda@ig.edu.ar CONICET – Instituto Gulich (CONAE/UNC)
- **Dr. Gilberto Câmara** gilberto.camara@geo.int / gilberto.camara@gmail.com
GEO Secretariat / Ex-INPE
- **MSc. Alejandro Vázquez Brust** avazquez@gmail.com Fundación Bunge y Born
- **Dr. César García** cesarnon@gmail.com APACHETA consultor FAO
- **Dr. Mario Sgro** mario.sgro@conae.gob.ar CONAE/UNC
- **Dr. Nicolás Wolovick** wolovick@famaf.unc.edu.ar UNC – HPC Team
- **Dr. Laura Alonso Alemany** laura@famaf.unc.edu.ar UNC – Facultad de Matemática, Astronomía y Física
- **Dr. Francisco Tamarit** francisco.tamarit@unc.edu.ar UNC
- **Danilo Dadamia** danilo.dadamia@conae.gob.ar CONAE
- **Dr. Valeria Rulloni** valeria.rulloni@unc.edu.ar UNC

- **Dr. Marcos Zárate** zarate.marcos@cenpat-conicet.gob.ar CENPAT – CONICET

Fecha de inicio de dictado: 10/10/25 **Fecha de fin de dictado:** 16/10/25

Horas de teórico: 20

Horas de práctico: 20

Cupo Mínimo: 25
virtual

Cupo máximo: 50 presencial y 100

¿Se prevé examen? Sí

Si respondió afirmativamente la pregunta anterior entonces deberá indicar:

Fecha del examen: A definir luego del dictado del curso

Modalidad examen: Individual virtual en la plataforma Moodle, escrito a responder preguntas múltiple opción.

Tribunal sugerido: Roda, Fernando (T), Minotti, Priscilla (T), Zader, Pablo (T), Marinelli, María Victoria (S), Scavuzzo, Marcelo (S), Dadamia, Danilo (S).

Perfil profesional sugerido de los aspirantes: El curso está dirigido a profesionales, estudiantes e investigadores con bases y conocimientos previos en teledetección y geomática, con interés en profundizar sobre el uso de la IA y la computación cuántica para observación de la Tierra.

Instituciones de pertenencia de cada docente: Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), Agencia Espacial Europea (ESA), Universidad de Pavía Italia (UNIPV), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Nacional Patagónico (CENPAT), National Institute for Space Research, Brazil (INPE).

Resumen temática Curso: Este curso ofrece formación avanzada e interdisciplinaria sobre el uso de la Inteligencia Artificial (IA) y la Computación Cuántica (QC) en el campo de la Observación de la Tierra (EO). Se abordan marcos teóricos y aplicaciones prácticas de técnicas como aprendizaje profundo, algoritmos cuánticos y análisis geoespacial, con énfasis en el procesamiento, análisis e interpretación de datos satelitales.

Conocimientos previos requeridos: Formación de grado en disciplinas afines: ingeniería, ciencias de la computación, física, geociencias, matemática o similares. Nociones básicas de programación (Python, R u otro lenguaje científico) y análisis de datos. Conocimientos previos en teledetección o sistemas de información geográfica son recomendados pero no excluyentes.

PROGRAMA DEL CURSO:G

Nombre Curso: *Inteligencia Artificial y Computación Cuántica en la Observación de la Tierra*

Objetivos:

- Introducir conceptos fundamentales y aplicaciones avanzadas de IA y QC en el análisis de datos satelitales.
- Desarrollar habilidades prácticas en el uso de plataformas y herramientas como Google Earth Engine, IBM Q y entornos de HPC.
- Promover una perspectiva crítica e interdisciplinaria sobre el uso de estas tecnologías emergentes.
- Fomentar el trabajo colaborativo y la vinculación científica en el campo de la observación de la Tierra.

Contenidos:

El curso está estructurado en seis unidades temáticas que combinan clases magistrales, talleres prácticos y mesas de discusión interdisciplinaria.

Unidad 1: Introducción a la Inteligencia Artificial aplicada a EO (GeoAI)

- Conceptos básicos de IA, Evolución y desafío de la IA.
- Ramas simbólicas, sub simbólicas de la IA. Explicabilidad.
- Aplicaciones geoespaciales, desafíos del análisis multidimensional.
- *Docente responsable:* Dr. Fernando Roda (CONICET – Instituto Gulich)
- *Colabora:* Dr. Saurabh Prasad (University of Houston / GRSS DLP), especialista en aprendizaje profundo aplicado a imágenes multicanal y

multitemporales.

Unidad 2: Plataformas y entornos de procesamiento geoespacial

- Introducción a Google Earth Engine y arquitecturas cloud computing.
- Procesamiento distribuido con clusters HPC.
- *Docentes:* Dr. Mario Sgro (CONAE) y Dr. Nicolás Wolovick (UNC HPC)
- Casos de estudio: monitoreo regional con datos de Sentinel y SAOCOM.

Unidad 3: Fundamentos de computación cuántica y algoritmos aplicados a EO

- Conceptos esenciales: cúbits, puertas cuánticas, circuitos.
- Algoritmos cuánticos relevantes para análisis de datos.
- Simuladores y acceso a IBM Q Experience.
- *Docentes:* Dr. Paolo Gamba y Dr. Luigi Russo (Universidad de Pavía / ESA)

Unidad 4: Talleres prácticos integradores

- Aplicación de modelos de ML/DL sobre series temporales e imágenes satelitales.
- Procesamiento híbrido con recursos HPC y quantum cloud.
- Desarrollo de propuestas de solución por grupos.
- *Supervisión conjunta de profesores/as y asistentes técnicos.*

Unidad 5: Aspectos éticos, gobernanza de datos y desafíos del uso de IA y QC en EO

- Sesgos algorítmicos, trazabilidad y explicabilidad.
- Infraestructura, acceso a plataformas y marcos regulatorios emergentes.
- *Docente:* Dra. Laura Alonso Alemany (UNC), especialista en lenguaje natural y ética de IA.
- Paneles invitados: Dra. Valeria Rulloni (UNC), Dr. Francisco Tamarit (UNC), Pablo Zader (CONAE).

Unidad 6: Mesa redonda y perspectivas futuras en IA y QC para EO

- Conclusiones, casos de aplicación y desafíos tecnológicos.
- Participación abierta del público para preguntas y networking técnico.
- *Moderadores:* Dr. Paolo Gamba, Dra. Alonso Alemany, Dr. Scavuzzo.

Modalidad de dictado, carga horaria y evaluación:

Ej. El curso se dicta en formato intensivo de ocho clases de 8 hs c/u con una carga horaria total de 40 hs, con clases teóricas (20 horas) y prácticas (20 horas) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones. Se toma un examen final teórico.

Bibliografía:

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Prasad, S., & Bruce, L. (2019). *Advances in Remote Sensing Image Analysis using Deep Learning*. IEEE GRSS Tutorials.
- Gamba, P., & Dell'Acqua, F. (2011). *Urban Remote Sensing*. CRC Press.
- Schuld, M., Sinayskiy, I., & Petruccione, F. (2015). *An introduction to quantum machine learning*. Contemporary Physics, 56(2), 172–185.
- Camara, G. et al. (2021). *Big Earth Observation Data and Deep Learning: A Geospatial Perspective*. International Journal of Digital Earth.
- Alonso Alemany, L. (2022). *Bias and Ethics in AI Systems*. Materiales didácticos UNC.
- IBM Q & Qiskit tutorials (2024). <https://qiskit.org/learn>
- ESA (2023). *Artificial Intelligence for Earth Observation: White Papers and Use Cases*. ESA Publication Series.