



## **Resolución Consejo Directivo**

**Número:** RESCD-2023-1040-E-UBA-DCT#FCEN

CIUDAD DE BUENOS AIRES

Miércoles 31 de Mayo de 2023

**Referencia:** EX-2023-02494387- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión  
22/05/2023

---

### **VISTO:**

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado Introducción y Aplicaciones Operativas a la Meteorología del Espacio para el año 2023,

### **CONSIDERANDO:**

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 22 de mayo de 2023,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113º del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD**

**DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**R E S U E L V E:**

**ARTÍCULO 1º:** Aprobar el nuevo curso de posgrado **Introducción y Aplicaciones Operativas a la Meteorología del Espacio** de 80 horas de duración, que será dictado por el Dr. Sergio Dasso.

**ARTÍCULO 2º:** Aprobar el programa del curso de posgrado **Introducción y Aplicaciones Operativas a la Meteorología del Espacio** que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el cuarto bimestre de 2023.

**ARTÍCULO 3º:** Aprobar un puntaje máximo de tres (3) puntos para la Carrera del Doctorado.

**ARTÍCULO 4º:** Establecer un arancel de **CATEGORÍA 3** estableciendo que dicho arancel estará sujeto a los descuentos y exenciones estipulados mediante la Resolución CD N° 1072/19. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

**ARTÍCULO 5º:** Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 6º:** Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a ATMOSFERA#FCEN y resérvese.

**ANEXO**

## PROGRAMA:

**1) Fundamentos:** Condiciones adversas en Meteorología Espacial ('Space Weather') resultan importantes amenazas a diversas tecnologías modernas, principalmente a aquellas asociadas con comunicaciones y con sistemas de localización satelital. También pueden afectar la salud humana en el espacio, debido a incrementos en los niveles de radiación. Tanto la Organización Meteorológica Mundial como otras organizaciones internacionales impulsan planes estratégicos para mejorar pronósticos de estas condiciones. En el mundo actual, departamentos de Ciencias de la Atmósfera (como

por ejemplo el NOAA de USA) son los encargados de llevar adelante diversos programas en 'Space Weather'.

En la Argentina actual comienza a visualizarse una demanda cada vez mas grande en este campo, por ejemplo de sectores asociados con la aviación civil y las comunicaciones, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la agencia espacial de Argentina (CONAE) y del Instituto Antártico Argentino (IAA).

**2) Propósitos:** Este curso busca aportar conocimientos esenciales para comprender el estado actual de la caracterización de las condiciones y de los pronósticos en Meteorología del Espacio. En particular, el curso pretende aportar conocimientos fundamentales para comprender la cadena completa de procesos dinámicos que determinan las condiciones del ambiente de plasma y radiación en el entorno espacial terrestre. El curso también pretende que los alumnos se familiaricen con diversos sistemas de pronóstico de Meteorología Espacial, en particular con modelos numéricos basados en leyes físicas fundamentales que incorporan variables observadas para realizar simulaciones. Se espera que el alumno conozca los límites de estos pronósticos, para lo cual se estudiarán el desempeño y limitaciones de los modelos presentados. Un propósito principal del curso es lograr que el alumno se familiarice con diferentes herramientas para informarse de las condiciones actuales y pronósticos en 'Space Weather', disponibles en diferentes sitios web de internet, ofrecidos por diversos centros internacionales (WMO, NOAA y NASA, ESA, etc.).

El curso está destinado principalmente a estudiantes y graduados de las carreras de Licenciaturas en Cs. de la Atmósfera y los Océanos, Cs. Físicas, Cs. de la Computación, Cs. Químicas, Cs. Geológicas, Ingenierías, y a profesionales vinculados con geociencias, geología, aeronáutica, ciencias espaciales, geomagnetismo y comunicaciones.

### 3) **Objetivos:**

- Conocer y dimensionar la estructura global del entorno terrestre, del Sol, y del viento solar. Reconocer las propiedades y los procesos dinámicos principales en cada subsistema del sistema Sol-Tierra.
- Comprender los mecanismos principales involucrados en Space Weather.
- Conocer y comprender el significado de las variables observables y los índices usados en Space Weather.
- Aprender a usar los observatorios virtuales de Space Weather, que actualmente están disponibles para la comunidad.
- Comprender el funcionamiento de los modelados numéricos de pronóstico de Space Weather, así como también sus ventajas y limitaciones.

### 4) **Contenidos:**

- I. *Causas de Space Weather*: La estructura y la variabilidad magnética del Sol. Regiones activas. Radiación solar y variabilidad en UV, radio y X. El Viento solar. Ondas de gravedad desde la tropósfera. Perturbaciones interplanetarias. Eyeciones coronales de masa. Ondas de choques.
- II. *El entorno terrestre superior*: La magnetosfera. Estructuras auto-organizadas en la magnetofera. Magnetopausa. Magnetocola. La ionosfera. La termosfera.
- III. *Perturbaciones en el entorno terrestre*: Tormentas termosféricas. Tormentas ionosféricas. Radio Blackout. Índices Geomagnéticos y escalas de las tormentas. Efectos en regiones Polares. Precipitación de partículas. Auroras. Efectos sobre sistemas de navegación (e.g. GPS).
- IV. *Productos en Space Weather*: Acceso a bases de datos y observatorios virtuales (satélites y observatorios en Tierra). Variables observables e índices utilizados para caracterizar condiciones en Space Weather. Modelos globales de Space Weather. Actuales servicios de pronósticos de Space Weather.

- 5) **Encuadre metodológico:** El dictado de este curso prevé clases teóricas/prácticas y trabajos en laboratorios virtuales. Se abordarán ejes temáticos referidos a los contenidos de las distintas unidades a través de exposiciones a cargo del profesor de la materia. Las

clases prácticas estarán a cargo del profesor con la ayuda de personal auxiliar docente, y consistirán principalmente en la coordinación y supervisión de trabajos realizados por los propios alumnos del curso, así como también del uso de técnicas para lograr resolver problemas conceptuales que resultan de la aplicación de las leyes básicas de la naturaleza, a diferentes regímenes y regiones del sistema de estudio.

Los trabajos en laboratorios virtuales se desarrollarán frente a computadoras conectadas a internet, de tal forma que el propio alumno logre acceder a diferentes servicios que actualmente ofrecen información sobre las condiciones actuales y pronósticos de Space Weather. Tanto las clases prácticas conceptuales como el trabajo con los observatorios virtuales, se organizarán a partir de Guías de Trabajos prácticos.

Para que los alumnos no tengan dificultades técnicas con el uso de los laboratorios virtuales, se dictarán clases introductorias acerca del uso de herramientas computacionales que faciliten el trabajo en el laboratorio de computación.

**6) Modalidad de evaluación:** El curso, además de propiciar la discusión parcial de resultados durante las clases y evaluar la participación en estas instancias, propone un examen final integrador al finalizar el curso. Este examen incluye la evaluación de los conceptos adquiridos en el curso, así como también evalúa el conocimiento sobre uso de laboratorios virtuales en Space Weather. Los estudiantes también deberán presentar una monografía enfocada en uno de los temas o herramientas virtuales desarrolladas a lo largo del curso, y que sean de interés a los objetivos principales del mismo.

**7) Recursos:** Los estudiantes tendrán a su disposición a partir del campus virtual de la materia, toda la información pertinente a la organización de la misma (como el cronograma, contactos, programa, etc) así como también al material empleado: guías de trabajos prácticos, bibliografía, tutoriales, enlaces a sitios de interés, entre otros. El ámbito para el dictado de clases debe contar con capacidad para proyección de una parte de las clases a partir de computadoras personales, así como también de pizarra tradicional para el desarrollo de los temas tratados. El ámbito para el desarrollo de las clases de trabajos prácticos deberá contar con acceso del alumno a computadoras. Se requerirá de un laboratorio de computación con adecuada cantidad de puestos de trabajo y de disponibilidad de acceso a plataformas (e.g., decodificadores típicos y programas para reproducir películas de simulaciones disponibles en los laboratorios virtuales, etc).

## 8) **Bibliografía:**

### Bibliografía Básica

- Bothmer V. & Daglis I.A., Space Weather: Physics and Effects, Springer, 2007
- Freeman J.W., Las Tormentas en el Espacio, Cambridge, 2002
- Gonzalez Esparza, J.A., La tormenta solar perfecta, Ed. UNAM, 2022
- Lilensten J., Space Weather: Research toward Applications in Europe, Springer, 2007
- Lilensten J. & Bornarel J., Space Weather, Environment and Societies, Springer, 2006
- Moldwin M., An Introduction to Space Weather, 2<sup>nd</sup> Ed., Cambridge, 2023
- Odenwald S., The History of Space Weather, Ind. Pub, 2021
- Poppe B.B. & Jorden K.P., Sentinels of the Sun: Forecasting Space Weather, Johnson Books, 2006
- Schrijver C.J. & Siscoe G.L., Heliophysics. Space Storms and Radiation: Causes and Effects, Cambridge, 2010

### *Bibliografía Complementaria*

- Andrews D.G., An introduction to atmospheric physics, Cambridge, 2000
- Dasso S., Los Enigmas del Sol, Ed. Cooperativas, 2005
- Camporeale E., Johnson J. & Wing S., Machine Learning Techniques for Space Weather, 2018
- Gombosi T.I., Physics of the Space Environment, Cambridge, 2004
- Kamide Y. & Chian A., Handbook of the Solar-Terrestrial Environment, Springer, 2007
- Kolarski A., et al., Remote sensing, 15, 1403, MDPI, 2023
- Misra P. & Enge P., Global Positioning System, Ganga-Jamuna Press, 2012

Patterson C.J., et al., Space Weather, 21, e2022SW003385, AGU, 2023

Prölss G.W., Physics of the Earth's Space Environment, Springer, 2004

Riley P. et al., Space Weather, 21, e2022SW003327, AGU, 2023

Russell C.T., Luhmann J.G., Strangeway R.J., Space Physics: An Introduction, Cambridge, 2016

Scherer K., Fichtner H., Heber B., and Mall U., Space Weather: The Physics behind a Slogan, Springer, 2005

Schrijver C.J. & Siscoe G.L., Heliophysics. Plasma Physics of the Local Cosmos, Cambridge, 2009

Schrijver C.J. & Siscoe G.L., Heliophysics. Evolving Solar Activity and the Climates of Space and Earth, Cambridge, 2010

Zhao A. et al., The AstroPhysicsl Journal, 931:55 (10pp), 2022

Digitally signed by MARTI Marcelo Adrian  
Date: 2023.05.31 11:04:03 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Marcelo Marti  
Secretario  
Secretaría de Posgrado  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Digitally signed by DURAN Guillermo Alfredo  
Date: 2023.05.31 13:36:36 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Guillermo Alfredo Duran  
Decano  
Decanato  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales