

## VIII Jornada Anual de Estudiantes de Doctorado

### Posters

**PP01 Autor:** Pedro Granovsky *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Directora:** María Laura Gómez Dacal **Codirector:** Andreas Jörg Richter

#### **Combinación de observables geofísicos para la caracterización estructural, reológica y de densidades en la Patagonia austral**

Este plan de doctorado tiene como objetivo general la caracterización de las principales estructuras de la litósfera y manto sublitosférico somero de la Patagonia austral en cuanto a sus densidades y propiedades reológicas a partir de la combinación de observables geofísicos y el modelado en 3D. Esta región se caracteriza por una situación tectónica, reológica y geodinámica peculiar, que incluye la presencia de una ventana astenosférica, haciéndola un área interesante y particular para su estudio. A su vez, la escasez de información observacional hace de la integración de datos y su modelado una herramienta clave para el avance del conocimiento de la zona. Se proponen como objetivos específicos determinar la extensión y geometría tridimensional de la Ventana Astenosférica Patagónica (VAP), modelar la distribución de densidades de la litósfera y contribuir a la mejora de modelos de tierra viscoelásticos para la región de la VAP. Para lograr los objetivos se propone realizar modelos gravimétricos y reológicos 3D, incluyendo la corteza y el manto superior, a partir del ajuste e integración de observables geofísicos. Los resultados permitirán modelados más precisos de procesos tectónicos y del ajuste glacio-isostático, apoyados en modelos de tierra viscoelásticos y elásticos más representativos para la región de estudio.

**PP02 Autor:** Nicolás Rezzano, *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Director:** Leonardo B. Monachesi **Codirector:** Fabio I. Zyserman

#### **Sismoeléctrica en medios parcialmente saturados: Desarrollos analíticos y estudios numéricos**

Se denomina sismoeléctrica a la generación y propagación de una señal electromagnética como consecuencia del pasaje de una perturbación mecánica en un medio poroso total o parcialmente saturado por un electrolito. Este fenómeno es motivo de estudio en Geofísica desde hace años y junto con la electrosísmica, el fenómeno opuesto, constituyen casos particulares del denominado acople electrocinético, para el cual es fundamental la existencia de una doble capa eléctrica (EDL). Uno de los problemas abiertos en esta línea de trabajo es la consideración y caracterización de la EDL que se forma en la interfase electrolito-aire en medios parcialmente saturados, con el fin de cuantificar su efecto en la respuesta sismoeléctrica del medio.

Este plan propone, a través del desarrollo de modelos analíticos y soluciones numéricas en escenarios a distintas escalas espaciales, avanzar con el conocimiento del mencionado problema. En el presente póster plan se presentan los objetivos, la metodología y un resumen del doctorado que ya se está desarrollando bajo una beca doctoral otorgada por la UNLP, como así también los resultados preliminares obtenidos actualmente en el marco del mismo.

**PP03 Autor: Marcelo Isidoro Szelagowski** *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Director:** Danilo R. Velis **Codirector:** Julián L. Gómez

## **Tratamiento de información sísmica mediante el procesamiento orientado por estructuras**

El plan de trabajo se enfoca en el desarrollo de métodos avanzados para mejorar la interpretación y análisis de datos sísmicos 2D 3D, abarcando tres líneas centrales:

1) métricas para medir la efectividad de la atenuación del ruido y otros procesos, 2) estimación de las orientaciones e inclinaciones de las estructuras de interés, y 3) procesamiento orientado por estructuras.

En primer lugar, se propondrán métricas cuantitativas y cualitativas para evaluar la eficacia de técnicas de reducción de ruido y reconstrucción de datos sísmicos. Dichas métricas permitirán una comparación objetiva y coherente de las técnicas, ya que actualmente no existe un criterio uniforme en las comunidades científicas y técnicas. En segundo lugar, se crearán nuevos algoritmos para mejorar la estimación del tensor de estructura en datos sísmicos para obtener una estimación más precisa y robusta que los métodos convencionales.

Finalmente, se aplicarán estas técnicas y herramientas en la evaluación de estrategias de filtrado 2D/3D para reducir el ruido en datos sísmicos, destacando la preservación y mejora de bordes y estructuras clave como paleocanales y fallas geológicas. Los desarrollos propuestos proporcionarán herramientas avanzadas para el tratamiento de datos sísmicos de prospección que contribuyan a una mejor caracterización y delineación estructural de yacimientos y otros cuerpos de interés exploratorio. A mediano y largo plazo, el objetivo será contribuir al desarrollo de estas tecnologías en Argentina, fortaleciendo la colaboración entre la academia y el sector productivo.

**PP04 Autor: Joaquín Weiss** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** Ileana Andruchow **Codirector:** Ezequiel Marchesini

## **Revisando el modelo de blazares: un análisis poblacional**

A través de un análisis multibanda (desde radio hasta rayos gamma) y multitécnico (espectroscopía, polarimetría, etc.), se busca caracterizar las propiedades de los blazares y evaluar la validez del modelo unificado actual de AGN. Para ello, se generará una muestra estadísticamente significativa y uniforme de blazares, incluyendo datos inéditos obtenidos por el grupo de trabajo en el óptico, y se combinará con información multifrecuencia obtenida de bases de datos públicas. Este trabajo permitirá avanzar en la comprensión de los procesos físicos responsables de la emisión de los blazares y ofrecerá una revisión de su clasificación tradicional, a la luz de nuevas observaciones y avances en el análisis de grandes bases de datos.

**PP05 Autor: Francisco Plaza** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** Lucila Kraiselburd **Codirector:** Gabriel León García

## **Cosmología en Gravedad Unimodular**

En el presente poster presentamos un resumen del plan de trabajo de Doctorado que estamos iniciando, el cual se centra en el análisis de modelos cosmológicos basados en la Gravedad Unimodular (GU), una teoría alternativa a la Relatividad General que por su estructura admite violaciones en la conservación del tensor de energía-momento. Estas características de la GU podrían ofrecer explicaciones alternativas a fenómenos cosmológicos no resueltos, como periodos de expansión acelerada del universo, la tensión en la estimación del parámetro de Hubble  $H_0$ , entre otros. El plan propone investigar la implementación de la GU en el periodo inflacionario mediante Teorías Efectivas de Campo (TEC), con el objetivo de comparar estas predicciones con datos observacionales, como el Fondo Cósmico de Radiación (FCR) y las oscilaciones acústicas de bariones (BAO). Además, bajo este mismo marco analizaremos la evolución de las ondas gravitacionales primordiales.

**PP06 Autor: Héctor R. Pereiras** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** María Alejandra De Vito **Codirector:** Omar Benvenuto

## **Relación masa - radio para enanas blancas provenientes de la evolución binaria**

Uno de los principales vínculos que existe entre los parámetros fundamentales de las estrellas es la relación entre su masa y su radio. Desde un punto de vista teórico, esta relación se ha establecido para estrellas en distintos momentos de su evolución: en la secuencia principal, en estado de gigantes (entre la masa del núcleo y el radio), y cuando alcanza el estado de enana blanca. Por otra parte, es en los sistemas binarios en los que estos parámetros pueden ser estimados de manera muy confiable. En el caso particular de las enanas blancas, la relación masa - radio depende de una manera muy delicada de la cantidad de hidrógeno que contiene la envoltura de estos objetos. En esta presentación compartiremos los resultados que hemos obtenido para la relación masa - radio en estrellas que provienen de la evolución de sistemas binarios con transferencia de masa a través del desborde del lóbulo de Roche. Mediante nuestros cálculos podremos analizar no solo la dependencia de esta importante relación con la cantidad de hidrogeno que queda en la envoltura, sino que además podremos estudiar su dependencia con la evolución orbital, y tendremos la posibilidad de extender esta relación a enanas blancas de helio de baja masa, obtenidas únicamente a través de la evolución binaria.

**PP07 Autor: Joaquín Ignacio Díaz** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Marcelo Eduardo Antonio Colazo **Codirector:** Gustavo Estaban Romero

## **Estudio de Radiofuentes Candidatas a Contrapartes de Fuentes Gamma a Partir de Observaciones con las Estaciones de Espacio Profundo**

En este trabajo se propone la búsqueda y posterior caracterización de objetos que emitan en la banda de longitudes de onda de radio (principalmente banda X) y que, a la vez, estas fuentes puedan ser contrapartes que emiten en radiación gamma, no identificadas. La identificación de los cuerpos celestes que producen radiación no térmica en radio podría ayudar a identificar la naturaleza y a establecer los mecanismos de emisión de grandes energías para aquellas fuentes que emiten en rayos gamma. El trabajo se llevará a cabo principalmente utilizando los datos provistos por las Estaciones de Espacio Profundo instaladas en el país: La Deep Space Antenna 3 (DSA3) ubicada en la localidad de Malargüe, provincia de Mendoza; y la Estación de Espacio Profundo CLTC-CONAE-Neuquén, ubicada en la provincia de Neuquén. En el marco de 2 acuerdos intergubernamentales aún vigentes, se prevé que en ambas estaciones se utilice el 10% del tiempo operativo disponible para realizar observaciones para la CONAE y sus diversos proyectos cooperativos con socios locales e internacionales. En el caso que el análisis de resultados lo requiera, se considerará la solicitud de tiempo de observación en otras estaciones fuera de Argentina. La tecnología de las estaciones instaladas en suelo argentino permite realizar seguimiento y telecomunicaciones con naves espaciales y aportar con proyectos de índole científica. La DSA3 actualmente asiste a las misiones espaciales europeas de exploración y la CLTC-CONAE-NEUQUÉN brinda soporte al programa chino de exploración lunar.

**PP08 Autora: Candela Abril Bellavita** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Federico García **Codirector:** Mariano Méndez

## **Estudios espectro-temporales en binarias de rayos X**

Los sistemas binarios de rayos X (BXs) consisten en un objeto compacto acretando materia de una componente estelar. Estas fuentes presentan alta variabilidad en sus curvas de luz de rayos X en un amplio rango de escalas temporales, desde decenas de milisegundos hasta años. El análisis espectro-temporal de la variabilidad rápida en rayos X es una herramienta fundamental en el estudio de las propiedades físicas y geométricas de los flujos de acreción y eyección asociados a objetos compactos en estos sistemas. Estas fuentes presentan oscilaciones cuasi-periódicas (QPOs) en sus espectros de potencias, a diferentes frecuencias, cuyas características espectrales permiten comprender los procesos radiativos por los cuales estas oscilaciones dinámicas se traducen en observables. Un mecanismo que parece explicar estas características de las QPOs es la Comptonización inversa de fotones poco energéticos que ganan energía al interactuar con electrones calientes en una corona. El objetivo principal de este doctorado es investigar las características físicas y geométricas de las regiones de Comptonización en sistemas binarios de rayos X. Para ello se propone el desarrollo de modelos de Comptonización dependiente del tiempo y su posterior aplicación a las propiedades espectro-temporales de QPOs de binarias de rayos X.

**PC01 Autora: Eugenia Boero** *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Director:** Deyan Draganov **Codirectora:** Gabriela A. Badi

## **Aplicación de interferometría sísmica de eventos a ondas directas registradas en el Complejo Volcánico Laguna del Maule**

La interferometría sísmica (IS) es una técnica avanzada que estudia el fenómeno de interferencia entre pares de señales registradas. Existe una variante de la IS, llamada aquí interferometría sísmica de eventos (ISE), que permite observar que la correlación cruzada de los registros de dos eventos sísmicos es proporcional a la función de Green registrada en la ubicación de uno de los eventos, a partir de una fuente de energía situada en la posición del otro evento. En otras palabras, la ISE permite una ubicación virtual de los instrumentos de registro en los puntos del subsuelo donde ocurrieron dichos eventos.

En particular, se busca aplicar la correlación de fases directas de ondas superficiales y de cuerpo a pares de eventos registrados en estaciones ubicadas en la zona de fase estacionaria. Los pares de eventos utilizables para aplicar esta metodología deben cumplir condiciones estrictas: para una fase dada, los caminos que recorre la energía, desde ambos eventos hasta las estaciones, deben ser coincidentes. En otras palabras, uno de los eventos debe encontrarse en el trayecto de la energía proveniente del otro evento hacia las estaciones. Además, las dimensiones de la zona de fase estacionaria se determinan según las frecuencias dominantes presentes en los registros de los eventos; y sus registros deben provenir de las mismas estaciones ubicadas en dicha zona, requiriendo un mínimo de cuatro estaciones.

En este trabajo, se presentan estrategias para identificar pares de eventos y conjuntos de estaciones que cumplan con estas características. Este desarrollo se implementa para arribos de fases directas de ondas de cuerpo P de eventos con magnitudes entre 4.5 y 5.5 Mw, e hipocentros ubicados a una distancia epicentral de máximo 5° respecto a las coordenadas centrales del Complejo Volcánico Laguna del Maule.

**PC02 Autor: Leandro Abaroa** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Gustavo E. Romero

## **Microcuásares súper acretantes como PeVatrones**

El instrumento *Large High Altitude Air Shower Observation* (LHAASO) detectó recientemente varias fuentes de rayos gamma de ultra alta energía cuya naturaleza exacta permanece desconocida. Proponemos que los microcuásares súper acretantes (MQs, con tasas de acreción mayores a la tasa de Eddington, como el MQ galáctico SS433 o el extragaláctico S26) podrían estar detrás de algunas de estas fuentes, produciendo rayos cósmicos (CRs) de  $\sim 1$  PeV. Los CRs son acelerados en la base del jet del MQ y en su región terminal. Los protones ultra relativistas escapan por difusión y son liberados en el medio interestelar, donde pueden interactuar con sobredensidades de materia circundantes y producir emisión de muy alta energía. La detección de rayos gamma por encima de los 100 TeV es entonces crucial para trazar los aceleradores y determinar las energías más altas de los CRs en la galaxia. En este trabajo presentamos resultados preliminares de la aceleración y distribución de las partículas, así como la emisión gamma resultante de los CRs lejos de la fuente. Discutimos también el potencial de los MQs súper Eddington como PeVatrones.

**PC03 Autora: Silvina Belén Cárdenas** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** Silvina Cichowolski **Codirector:** Roberto Gamen

## **Estrellas masivas y su impacto sobre el medio interestelar**

Se presentan los resultados obtenidos en el marco de mi proyecto de tesis doctoral en Astronomía, titulado “Estrellas masivas y su impacto sobre el medio interestelar”. El objetivo general de este proyecto es estudiar la interacción entre las estrellas de gran masa y el medio interestelar que las rodea, relacionando las estructuras observadas en distintas bandas del espectro electromagnético con distintas propiedades de la/s estrella/s excitatriz/ces. Para ello, se llevaron a cabo estudios observacionales multifrecuencia de dos regiones HII particulares, G347.600+00.211 y G331.03-00.15, donde se analizaron las distribuciones del gas ionizado, del fotodisociado, del polvo y de distintas especies moleculares asociadas a estas regiones.

A su vez, se realizaron análisis espectroscópicos en la banda del IR cercano de una muestra de fuentes enrojecidas en la vecindad de G331.03-00.15, con el fin de identificar la población de estrellas masivas asociada a la región. Mediante estimaciones de las energías involucradas en las estructuras de emisión detectadas, este análisis permitió investigar la posible presencia de otras estrellas de alta masa sin identificación previa, y su subsecuente clasificación.

Por último, con el fin de llevar a cabo un análisis más estadístico del efecto que las estrellas masivas tienen en su medio local, analizamos la emisión de continuo de radio a 1420 MHz presente en el segundo cuadrante de la Galaxia. Las estructuras de emisión de continuo identificadas serán correlacionadas tanto con las distintas estructuras presentes en catálogos de regiones HII y remanentes de supernova, como con catálogos de estrellas de alta masa. Además de determinar si existe emisión de continuo no catalogada y estimar sus propiedades físicas, se buscará identificar la/s estrella/s excitatriz/ces asociada/s a cada una de estas estructuras de emisión, y se analizará si existen correlaciones entre los distintos parámetros estelares y de las estructuras.

**PC04 Autor: Andrés Francisco D'Onofrio** *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Directora:** Gabriela Badi **Codirector:** Simone Cesca

## **Catálogo completo de eventos VT en el Complejo Volcánico Caviahue-Copahue para el período 2018-2023, a partir del picado automático de fases con redes neuronales profundas, stacking y migración de trazas**

El Complejo Volcánico Caviahue-Copahue (CVCC) representa una región de interés para el ámbito científico y social de la vulcanología, debido a su compleja interacción entre la actividad volcánica e hidrotermal con la tectónica regional. Es por eso que contar con un catálogo completo de eventos Volcano-Tectónicos (VT) es crucial para conocer la distribución espacial y temporal de la sismicidad para la consiguiente interpretación de posibles mecanismos que generen estos eventos.

En este trabajo, realizamos una detección y localización automática de eventos VT a partir de una herramienta de estado del arte en lenguaje de programación de Python llamada qseek. Este programa realiza una detección de arribos de ondas P y S, a partir de aplicar un algoritmo construido en redes neuronales profundas que identifica estos arribos, llamado PhaseNet. Luego, el programa efectúa una búsqueda por grilla en tres dimensiones, buscando la máxima semblanza entre los arribos estimados y los calculados a partir de un modelo de velocidades. Este programa realiza una búsqueda de tipo Octree, que consiste en una densificación local de la grilla alrededor de la energía detectada, mejorando así la resolución en la localización. Además, este permite la estimación de parámetros como la magnitud local o momento y correcciones de estaciones, entre otros.

Aplicamos qseek para datos continuos de sismicidad en el CVCC obteniendo así un catálogo completo de eventos VT, para el período mayo de 2018 a diciembre de 2023. El catálogo fue obtenido según eventos que caían sobre la grilla 3D de 30 km x 30 km x 15 km con un espaciado inicial de 1 km con 3 niveles de refinamiento de la búsqueda octree, obteniendo así una resolución final de 125 metros. Se detectó y localizó un total de 5800 eventos, para los cuales se realizó un análisis de clustering espacial y temporal, con el fin de encontrar relación entre los procesos volcánicos y tectónicos asociados a la generación de estos eventos, para su posterior análisis de similaridad de forma de onda. En este clustering identificamos 4 clusters espaciales principales, siendo el del centro de la caldera el más importante en cantidad de eventos y magnitudes. Con el análisis del clustering temporal, identificamos varios clusters espacio-temporales.

Estos resultados serán de suma importancia para el análisis de la fuente sísmica. Con el análisis de los clusters espacio-temporales, buscaremos similitudes entre las trazas con el fin de saber si hay varios eventos que se corresponden a mecanismos similares. Estos eventos similares serán sumados con el fin de encontrar una traza limpia, con alto contenido en bajas frecuencias, que será útil para la estimación del mecanismo focal.

**PC05 Autora: Eugenia Noel Gomes** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Mario Daniel Melita

## **Evolución Espectral de Asteroides de tipo S**

Entender la composición y dinámica de los asteroides puede contribuir a estudiar los procesos que sucedieron en la historia del Sistema Solar. Entre estos procesos se encuentra la radiación solar. Por un lado, la misma afecta la composición superficial de un asteroide de tipo S, lo cual se ve reflejado en su espectro. Diversos estudios sugieren que en los espectros de asteroides de tipo S la pendiente en el visible aumenta y la banda de absorción de silicatos disminuye al aumentar el tiempo de exposición a la radiación solar. Por otro lado, la radiación solar afecta al semieje mayor de un asteroide mediante el efecto Yarkovsky. Esto se utiliza para estimar la edad de una familia dinámica de asteroides, aunque en ciertos casos hay mucho error en dichas estimaciones debido a otros factores. En este trabajo se estudia la evolución de los espectros de algunas familias dinámicas de interés. A diferencia de otros estudios, en este solo se consideran aquellos asteroides cuyos espectros coinciden con el tipo S. Para ello se utilizan las mediciones de la misión Gaia. Considerando sólo este tipo de asteroides y los diámetros medidos por la misión NEOWISE, se recalculan las edades de las familias. Cualitativamente, los resultados coinciden con los de otros estudios. Cuantitativamente, algunos resultados de edades y parámetros espectrales difieren. Se sugiere que estas diferencias son debido a las consideraciones realizadas en este trabajo. Además, se observa que la pendiente en el rango ultravioleta cercano de los espectros medios de las familias disminuye con la edad. Esto no se había estudiado anteriormente, pero si hay evidencia que respaldan estos resultados en experimentos realizados sobre muestras terrestres.

**PC06 Autora: Lucía Pini** *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Directora:** María Gabriela Nicora

## **Implementación del Método de Smorgonskiy con datos de la WWLLN Caso Torre Gaisberg**

En este trabajo se implementa el método de Smorgonskiy (una técnica para analizar la densidad de descargas eléctricas y estimar el número de rayos ascendentes en estructuras altas) a la torre Gaisberg, en Austria, para el período 2012-2023. Se utilizan datos de la World Wide Lightning Location Network (WWLLN), una red global terrestre de detección y localización de descargas eléctricas, con el objetivo de evaluar su aplicabilidad en este tipo de estudios y su potencial para utilizarla en regiones donde las redes locales de alto rendimiento son limitadas.

La torre Gaisberg (47.806 N, 13.112 E) es una antena de radio y televisión de 100 metros de altura situada en la cima de la montaña homónima, a aproximadamente 800 metros sobre el nivel del suelo. El método de Smorgonskiy se desarrolla originalmente en esta torre, utilizando una red de alta eficiencia. La técnica define ocho anillos de 1 km de espesor concéntricos a la torre y asume que las descargas ascendentes asociadas a la estructura se presentarán únicamente en el primer anillo, aumentando su densidad de rayos sin alterar el número de descargas descendentes de la región.

En este estudio, inicialmente se replica el método original y luego se introducen modificaciones para adaptarlo a los datos de la WWLLN y mejorar los resultados. La metodología más adecuada consiste en redefinir los anillos alrededor del centro de los datos del período completo y emplear un espesor de 2 km para cada uno de ellos, asegurando así que las descargas ascendentes se detecten únicamente en el círculo interno, debido a la menor precisión de localización de la WWLLN. Con estas modificaciones, los resultados mejoran notablemente, evidenciando con mayor claridad la diferencia en la densidad de descargas eléctricas entre la región más cercana a la torre y sus alrededores.

**PC07 Autora: Estrella Guzmán Ccolque** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Manuel Fernandez-Lopez **Codirector:** Luis A. Zapata Gonzalez

## **Episodicidad en procesos de acreción-eyección asociados con IRAS 15398-3359**

La protoestrella IRAS 15398-3359, conocida por su flujo molecular bipolar en dirección NE–SO, ha mostrado signos de eventos de acreción episódicos, sugeridos por cuatro estructuras de choque similares en ambos lóbulos observados en la línea de CO(2–1). Estas estructuras implican múltiples eyecciones con pequeñas desviaciones angulares, lo que lleva a la hipótesis de un flujo molecular precesante y episódico. Utilizando datos de ALMA en Banda 6, identificamos un flujo molecular adicional en dirección N–S, posiblemente impulsado por la misma protoestrella, que podría ser más antiguo que el flujo NE–SO y estar inclinado de forma diferente. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de eyecciones episódicas con distintas orientaciones, todas probablemente originadas de IRAS 15398-3359.

**PC08 Autora: Anabella Urutti** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** Amalia Meza **Codirector:** Luciano Mendoza

## **Estudio de las perturbaciones ionosféricas sobre Sudamérica durante las tormentas del Día de San Patricio de 2015 y del Día de la Madre de 2024 utilizando índices ionosféricos a partir de observaciones GNSS.**

Las señales de satélite utilizadas en los sistemas de navegación, comunicación y teledetección interactúan con la ionosfera, que es inhomogénea y anisótropa. Como resultado, estas señales de radio presentan un retardo de propagación que es aproximadamente proporcional a la inversa del cuadrado de la frecuencia y la integral de la densidad de electrones (Contenido Total de Electrones, TEC) a lo largo de la trayectoria de la señal.

La estructura de la ionosfera varía en función de la actividad solar y del campo magnético terrestre, de modo que las perturbaciones ionosféricas abarcan diferentes escalas en el tiempo y el espacio. En cuanto a las variaciones temporales regulares, existe una dependencia de la densidad de electrones con respecto a la hora local, la variación estacional, así como variaciones relacionadas con el ciclo solar de 11 años y variaciones ionosféricas espaciales que están vinculadas a la latitud geomagnética. Por otro lado, existen variaciones totalmente irregulares, estando algunas de estas irregularidades relacionadas con la actividad geomagnética y en otros casos con fenómenos meteorológicos que ocurren en la troposfera.

Las irregularidades en la densidad del plasma pueden detectarse y caracterizarse por su impacto en los parámetros de la señal GNSS. Las irregularidades ionosféricas más intensas se observan durante las tormentas geomagnéticas y existen varios índices ionosféricos que proporcionan información.

En este trabajo, utilizamos observaciones de varias estaciones GNSS para estudiar la sensibilidad de los índices W, ROTI y DIX sobre Sudamérica durante dos de las tormentas geomagnéticas más intensas: El Día de San Patricio de 2015 y el Día de la Madre de 2024.

**PC09 Autor: José Luis Gomez** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Octavio Miguel Guilera **Codirector:** Marcelo Miguel Miller Bertolami

## **Vida de los discos protoplanetarios: Cómo las condiciones iniciales determinan las propiedades de su evolución**

Los discos protoplanetarios son los lugares de formación de los planetas. Estudios recientes han demostrado que el muestreo de masas estelares, mediante el cual se estima la fracción de estrellas con discos observados, desempeña un papel clave en el cálculo de las vidas medias de los discos protoplanetarios. Las estrellas de baja masa permiten vidas medias superiores a 5 Myr, un tiempo suficiente para que se produzca la formación de planetas por acreción. Además, la observación ha revelado una fuerte correlación entre la masa (sub)estelar y la tasa de acreción en la formación de estrellas jóvenes. El objetivo de este estudio es identificar los parámetros óptimos de nuestro modelo de evolución del disco para reproducir la fracción estelar observada del disco y la tasa de acreción de masa en regiones de formación estelar. Para esto, realizamos un estudio del parámetro  $\alpha$  mediante síntesis poblacional de poblaciones de discos protoplanetarios. Esto fue realizado considerando que los discos evolucionan mediante acreción viscosa y fotoevaporación interna. Las condiciones iniciales, como las masas y tamaños de los discos, se derivaron de distribuciones estadísticas inferidas a partir de observaciones. Para reproducir la fracción de estrellas con discos y las tasas de acreción de gas sobre la estrella, así como la correlación de la tasa de acreción y la masa estelar, es necesario incluir la dependencia del parámetro de viscosidad y la masa estelar. Para reproducir altas tasas de acreción en poblaciones estelares jóvenes es necesario incluir una tasa de formación estelar.

**PC11 Autora: María Candela Zerbo** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** María Emilia De Rossi **Codirectora:** Sofía Alejandra Cora

## **Vinculación entre formación estelar, contenido de polvo y metalicidad en la evolución de galaxias**

Los recientes hallazgos revelados por el telescopio espacial James Webb ponen en jaque las predicciones de los modelos físicos actuales para la evolución de las galaxias en el Universo temprano. El desafío de abordar estas discrepancias requiere de una revisión e integración consistente del modelado de la física de bariones. En respuesta, presentamos la versión preliminar de un nuevo modelo semi-analítico para la formación y evolución de galaxias, que integra los avances más distintivos de los principales modelos semi-analíticos en los cuales basamos su creación: SAG y SAGE. En este trabajo, presentamos un enfoque integrador para la implementación de la formación estelar, que incluye tanto la incorporación de una componente bariónica de polvo, junto con el modelado de la física de su formación, crecimiento del tamaño de los granos y destrucción, como la dependencia con el contenido de hidrógeno molecular. También trazamos el enriquecimiento químico de las distintas componentes bariónicas e incorporamos retrasos temporales en la eyección de materia, de acuerdo con los distintos canales de reciclaje (supernovas, vientos estelares). Futuras versiones del modelo incorporarán mejoras en procesos físicos relevantes ya incluidos en el mismo, como la retroalimentación por núcleos galácticos activos, para proporcionar un marco teórico que permita explicar las observaciones desde altos corrimientos al rojo hasta la época actual.

**PC12 Autora: Valentina Crespi** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Carlos R. Argüelles **Codirector:** Jorge A. Rueda

## **Spikes de Materia Oscura alrededor de Agujeros Negros supermasivos y sus consecuencias dinámicas**

Durante los últimos años se ha establecido que la materia oscura (DM) se reacomoda alrededor de un objeto compacto, formando un pico de sobre densidad (spike). Estudiamos cuáles son las distintas morfologías de estas sobre densidades en los centros galácticos, y cómo alteran la dinámica de las estrellas centrales. Dentro del marco de la Relatividad General, calculamos la redistribución de partículas luego de que un BH creció adiabáticamente en el centro de un halo de DM ( $\sim 10^7$  yr). Para esto, integramos numéricamente en el espacio de fases la correspondiente función distribución. Contrastamos distintos comportamientos de spikes, asumiendo como halo de DM diferentes modelos en la literatura. En particular estudiamos en detalle los perfiles que se obtienen cuando el halo original está modelado con partículas fermionicas descriptas según el modelo RAR. En este caso, cuando se aplica a la dinámica orbital de estrellas en el centro galáctico, se pueden obtener cotas para la masa de la partícula de DM.

**PC13 Autora: Melina Carla Fernandez** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** Lydia Cidale **Codirector:** Roberto Venero

## **Interacción entre el viento estelar y el medio interestelar**

Las estrellas masivas poseen vientos fuertes impulsados por radiación, perdiendo parte de su masa. Cuando estos vientos encuentran el medio interestelar, se forma una superficie de separación, conocida como la astropausa. La astropausa separa la región de viento estelar, llamada astrosfera, del flujo externo del medio interestelar. En el vértice de la astropausa se encuentra el punto de estancamiento, donde la velocidad de ambos flujos (el flujo del medio interestelar y el flujo de viento estelar) se anula. Los campos de velocidad en las regiones de la astropausa pueden describirse mediante la teoría potencial, mientras que la teoría m-CAK se utiliza para describir los vientos impulsados por radiación, en la proximidad de la estrella.

En este trabajo, buscamos conectar estas dos teorías para describir la interacción entre el viento estelar y su entorno. Proponemos un criterio para delimitar las regiones de validez de ambas teorías y encontramos una relación entre los parámetros del viento estelar (tasa de pérdida de masa y velocidad terminal), las condiciones del medio interestelar y la distancia entre la estrella y el punto de estancamiento, denominada distancia de estancamiento.

**PC14 Autor: Federico Nicolás Giudici Michilini** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Director:** Roberto Gamen **Codirector:** Gabriel Ferrero

## **Atlas de estrellas masivas estándar espectrales de tipo O Galácticas en el infrarrojo cercano**

El estudio de la morfología espectral es una poderosa herramienta para comprender las propiedades fundamentales de las estrellas. El esquema de clasificación espectral de las estrellas O ha sido revisado y actualizado mediante el relevamiento llamado *Galactic O-Star Spectroscopic Survey* y se ha propuesto un nuevo conjunto de estrellas estándar espectrales. Dado que la gran mayoría de las estrellas O galácticas sólo son visibles en el infrarrojo debido a la gran absorción interestelar en el óptico, es necesario ampliar este trabajo hacia esas longitudes de onda.

Estamos trabajando en la construcción de un atlas de estrellas masivas estándar espectrales de tipo O Galácticas, en el infrarrojo cercano (MaGOSS en el NIR, por sus siglas en inglés), observando las estrellas estándar, definidas en la última entrega del *Galactic O-Star Spectroscopic Survey*, con espectros de alta calidad en el rango de longitudes de onda entre  $0,85\mu\text{m}$  y  $2,5\mu\text{m}$ .

Presentamos aquí un avance del Atlas de MaGOSS en el NIR, que incluye espectros de una secuencia de estrellas enanas, gigantes y supergigantes. Analizamos este conjunto de datos para establecer algunas características espectrales de dichas estrellas, con el fin de definir criterios de clasificación en el rango del infrarrojo cercano, como los cocientes  $\text{He I } \lambda 1,700\mu\text{m}/\text{He II } \lambda 1.692\mu\text{m}$ ,  $\text{He I } \lambda 1.031\mu\text{m}/\text{He II } \lambda 1.042\mu\text{m}$ , y  $\text{He I } \lambda 2.112\mu\text{m}/\text{He II } \lambda 2.189\mu\text{m}$ .

**PC15 Autora: Lorena Verónica Mercanti** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** Andrea Fabiana Torres **Codirectora:** Lydia Sonia Cidale

## **Modelado de diferentes trazadores en las envolturas circunestelares de supergigantes B[e]**

Mi proyecto doctoral se dedica al modelado de diferentes trazadores de las envolturas circunestelares de supergigantes B[e]. Estos pueden describir las propiedades físicas de las distintas regiones de la envoltura según el átomo y las transiciones seleccionadas. Estas estrellas masivas evolucionadas se caracterizan por un rico espectro observado de líneas de hierro en emisión. El Fe II es uno de los trazadores más importantes de las estrellas B[e] y fue implementado en el código MULITAS por integrantes del grupo MEP. Este código resuelve el transporte de radiación para el continuo y las líneas espectrales en el marco de referencia Lagrangiano (comoving-frame). El medio circunestelar se describe por un flujo estacionario, esféricamente simétrico. Se considera un viento isotérmico y una ley de velocidad  $\beta$  para la cinemática. Desarrollamos y utilizamos un nuevo modelo de átomo de siete niveles del Fe II para calcular las poblaciones de los niveles fuera del equilibrio termodinámico local. Se aplica el código de modelo de anillo de Kraus et al. (2016) para modelar la estructura de disco en rotación cuasi Kepleriana. En este trabajo se presenta el modelado de las líneas de emisión de Fe II, tanto permitidas como prohibidas, asociadas a un viento impulsado por radiación y un disco circunestelar en rotación Kepleriana. Nuestro objetivo es entender si la presencia y combinación de estas estructuras pueden explicar la emisión de elementos una vez ionizados observada en las supergigantes B[e]. Un paso posterior a este trabajo será la comparación de los perfiles de línea sintéticos con espectros observados en el rango ultravioleta y óptico. Esta comparación nos permitirá obtener información sobre la temperatura, distribuciones de densidad y la cinemática en las regiones de formación de estas líneas; y entender el ambiente circunestelar que rodea a este tipo peculiar de estrellas.

**PC16 Autores: Aldana Alberici Adam y Matías A. Ruiz Diaz** *Carrera de Doctorado en Astronomía*

**Directora:** Lydia Cidale

## **Variabilidad espectral a largo plazo de HD 41117**

HD 41117 es una estrella supergigante B (B2 Ia) que muestra un característico perfil P Cygni en  $H\alpha$ , lo cual sugiere una actividad notable en su viento estelar. Empleando datos espectroscópicos obtenidos con el Telescopio Perek en Ondřejov, República Checa, y el Telescopio Jorge Sahade en San Juan, Argentina, entre 2006 y 2024, hemos investigado su variabilidad espectral. Nuestro análisis revela cambios en los perfiles de las líneas  $H\alpha$  y He I, indicando fluctuaciones en la tasa de pérdida de masa y en la estructura de velocidad del viento estelar. Con el fin de discutir el origen de esta variación hemos llevado a cabo el análisis de curvas de luz de TESS. Además, para identificar posibles modos extraños de pulsación, realizamos un análisis de estabilidad frente a perturbaciones radiales. Estos resultados se compararon con los obtenidos fotométricamente, con el objetivo de estimar una masa teórica para esta estrella y discutir su posible estado evolutivo.

**PC17 Autora: María Celeste Novak Merquel** *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Directora:** Dra. Janire Prudencio **Codirectora:** Dra. Gabriela Badi

## **Atenuación intrínseca y de scattering en el Volcán COPAHUE: resultados preliminares**

Los suelos volcánicos, altamente heterogéneos y anelásticos, modifican a las ondas sísmicas mediante procesos de scattering y absorción intrínseca. Entonces, estudiar la atenuación de la energía en el camino sísmico, y separar sus efectos, resulta fundamental para conocer las características del medio, recuperar información relevante de las fuentes sismovolcánicas y así hacer un mejor seguimiento de la evolución de los procesos eruptivos.

El factor de calidad,  $Q$ , es un parámetro que caracteriza el efecto de la atenuación sísmica. La atenuación intrínseca,  $Q_i$ , es responsable de la pérdida de energía sísmica en forma de calor y deformación permanente y depende de los parámetros reológicos del medio. La atenuación por scattering,  $Q_s$ , representa la interacción de las ondas con las heterogeneidades del medio produciendo una mayor redistribución espacial de la energía sísmica cuanto más heterogéneo o fracturado sea el medio de propagación. El  $Q$  de ondas coda,  $Q_c$ , interpreta el origen de la energía de las ondas que conforman la parte final del sismograma.

El objetivo es evaluar  $Q_c$ ,  $Q_i$  y  $Q_s$  en el volcán Copahue, que inició en 2012 un proceso eruptivo que continúa hasta la fecha.

En esta oportunidad se presentan resultados preliminares analizando un enjambre de eventos volcanotectónicos.

Para el cálculo de  $Q_c$  se aplicó el Modelo de Back-Scattering Simple propuesto por Aki y Chouet (1975), mientras que el Modelo de Difusión de Wegler y Lühr (2001) se empleó para calcular  $Q_i$  y  $Q_s$ .

Estos resultados preliminares muestran el predominio de los procesos de scattering por sobre la absorción anelástica, esta última aproximada por la atenuación de ondas coda, como era de esperarse en sistemas volcánicos con sistema hidrotermal asociado y fuerte control tectónico regional.

**PC18 Autora:** **María Florencia Barle** *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Director:** Edgar Eduardo Ávila **Codirectora:** María Gabriela Nicora

## **Estudio preliminar de la distribución de Superbolts en los Andes Centrales**

Este estudio preliminar utiliza datos de la red World Wide Lightning Location Network (WWLLN) para caracterizar la distribución espacial y temporal de Superbolts en la región de los Andes Centrales entre 2010 y 2023. La WWLLN detecta la energía electromagnética radiada por las descargas eléctricas para identificar los valores máximos de la distribución de energía global. Con una energía media de descarga de aproximadamente 1.000 Joules (J) en la banda de frecuencias muy bajas (VLF), el estudio se centró en descargas que rondan 1 MJ, 3 órdenes de magnitud por encima del promedio, conocidas como Superbolts. Durante este período se identificaron 1.000 Superbolts, aproximadamente, sobre un total de 18 millones de descargas. La mayoría de los Superbolts ocurrieron en tierra y entre diciembre y marzo, con una alta concentración sobre el lago Titicaca.

Estas descargas han sido estudiadas previamente; identificó a los Superbolts como descargas con una energía mil veces mayor que la media (1.000 J) observó que la región de los Andes Centrales concentra una gran cantidad de estos eventos para los meses del verano austral. Esto difiere de otras partes del mundo, donde los Superbolts se producen en invierno y sobre el mar. Cabe destacar que la distribución espacial de estos eventos no coincide con las regiones de máxima actividad eléctrica global.

La red WWLLN, establecida en 2003 y operativa desde 2004, cuenta con más de 80 estaciones globales que detectan ondas de radio VLF en el rango de 1-24 kHz. En Argentina, las estaciones están ubicadas en Córdoba, Trelew, Río Gallegos y Villa Martelli, con otras dos en Chile, lo que proporciona una buena cobertura en el sur de Sudamérica. Estas estaciones procesan los datos de las ondas esféricas para determinar el tiempo de llegada del grupo (TOGA) y la ubicación de la fuente, mediante un análisis global con un mínimo de cinco estaciones.

Para asegurar la calidad de la muestra, se aplicaron varios filtros a los datos: las descargas debían tener una energía superior a  $10^6$  J, pero no superar los  $10^8$  J para evitar valores irreales. Además, el error estándar del ajuste de energía debía ser menor al 30% y al menos siete estaciones de la WWLLN debían detectar cada descarga. Con estos criterios, se identificaron 946 Superbolts en el área de estudio que abarca desde  $10^{\circ}$ S a  $35^{\circ}$ S y de  $60^{\circ}$ O a  $80^{\circ}$ O, cubriendo el noroeste de Argentina, norte de Chile, Bolivia y partes de Perú y Brasil.

**PC19 Autora:** Verónica L. Martínez *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Director:** Jesús Miguel Ibañez Godoy **Codirectora:** Gabriela Badi

## **Hydrothermal eruptions modeled through the temporal evolution of seismic parameters**

Knowing and understanding the state of a volcano, whether it is in a stage of unrest, how it will evolve, and when an eruptive process might end, is one of the main challenges in volcano seismology and volcanic monitoring. The dynamic of a volcanic system and its interaction with its environment during an eruptive process can be manifested in many different physical and chemical parameters. Many of them are usually monitored in volcanic systems by volcano observatories in real-time and involve complex data processing, time series analysis, and the development of numerical models of volcanic processes, to improve our understanding of the interaction between subsurface processes and surface volcanic activity. This characterization of volcanic eruptions is usually done by analyzing the temporal evolution of seismic parameters such as seismic energy, kurtosis, frequency index, Shannon entropy or the site resonance frequency. At present, promising results have been derived from these analyses, improving our knowledge of the volcanic state.

In this work, we analyzed the temporal evolution of different seismic parameters in Copahue volcano and Planchón-Peteroa volcanic complex (Argentina). These volcanoes, both situated on the top of the risk and hazard volcanic rankings of Argentina, are characterized by evolved hydrothermal systems, central features in their recorded eruptive phenomena. Copahue volcano is an andesitic to basaltic-andesitic stratovolcano with persistent fumarolic activity. The recent eruptive cycle started in 2012 and continues. Since then, it has involved frequent emissions of gas and several minor ash explosions, like those recorded between 2018-2022. We analyzed the data from COP and MLZ stations belonging to the Binational Volcano Monitoring Network (Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica, OAVV-SEGEMAR, and Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur, OVDAS-SERNAGEOMIN) from 2018 to 2023. Peteroa is an active stratovolcano built on the remains of several previous caldera collapses in the Planchón Peteroa Volcanic Complex. Its eruptive history comprises more than twenty holocene eruptive events, most of them of low explosivity ( $VEI < 3$ ). Its most recent volcanic crises have been characterized mainly by phreatic and phreatomagmatic explosions in 1991 and 2010-2011, a long volcano-tectonic seismic crisis in 2016-2017, and several ash and gas emissions in 2018-2019. We analyzed data from ICE (OAVV) and BAR (OVDAS) stations from 2016 to 2019 and 2016 to 2017, respectively.

We identified different temporal patterns that can be useful within future eruptions in these volcanoes that also have the potential to apply to other volcanoes with similar volcanological behavior. When the temporal evolution of seismic parameters such as Shannon entropy, energy, kurtosis, and frequency index is combined with complementary information on types of seismic sources, the meaning of physical changes in the volcanic system could be obtained. Hence, our results show how this type of analysis is an important tool to characterize potential future volcanic eruptions.

**PC20 Autor:** Abelardo Romero *Carrera de Doctorado en Geofísica*

**Director:** Andreas Jörg Richter

## **Análisis de gravedad con GRACE explorando influencias en los cambios de masas de la Península Antártica**

El balance de masas de hielo antártico es clave para proyectar cambios en el nivel del mar, evaluar futuros cambios en el ciclo global del agua y la circulación oceánica y predecir el destino del continente. El balance de masas superficial es un componente esencial del balance total de masas de hielo, con intensas variaciones en escalas temporales de meses a décadas.

El mismo varía espacialmente sobre la Antártida como consecuencia de una compleja interacción entre acumulación, transporte y ablación. Estos procesos responden a patrones y cambios en las circulaciones atmosféricas y oceánicas que pueden extenderse mucho más allá de la Antártida. Identificar y comprender las teleconexiones climáticas ayuda a mejorar la precisión de las estimaciones del balance de masas de hielo de la Antártida y de regiones individuales. La Península Antártica forma parte de la Antártida Argentina, posee una topografía compleja y una exposición que la hace sensible a cambios en la circulación atmosférica y oceánica, todo esto representa motivaciones y retos particulares para la cuantificación de su balance de masas superficial en relación al resto del continente.

Durante las últimas décadas, el balance de masas y la dinámica de los glaciares de la Península Antártica se han visto afectados por la desintegración de las barreras de hielo. Mi trabajo doctoral, "Aplicación de la gravimetría satelital al monitoreo de recursos hídricos", se basa en el uso los datos gravimétricos mensuales de nivel 2 de las misiones satelitales GRACE y GRACE Follow-On, disponibles desde abril de 2002.

En este trabajo se presentan resultados preliminares del análisis de dichos datos para investigar si las variaciones de masas en toda la región de la península (exceptuando áreas oceánicas o barreras de hielo) se correlacionan con índices climáticos globales y estimaciones del balance de masas derivadas de modelos climáticos regionales.

**PC21 Autor:** Lorenzo Ricetti *Carrera de Doctorado en Ciencias de la Atmósfera*

**Director:** Eduardo Agosta Scarel **Codirectores:** Santiago Ignacio Hurtado; Josefina Blázquez

## **Estimación de índices de precipitación extrema diaria en Argentina subtropical y su consistencia espacio-temporal**

El primer objetivo específico del plan de trabajo vigente consiste en la estimación de diversos índices de precipitación extrema diaria desde dos perspectivas alternativas: 'Block maxima' y umbrales (percentiles). Si bien el cálculo de los índices de la primera perspectiva resulta trivial, la estimación de los últimos requiere la determinación de múltiples factores. Ante la falta de literatura tanto a nivel regional como global que discuta la elección de tales factores, se llevó a cabo un estudio al respecto. Para ello, se realizó una simulación de la precipitación diaria de Argentina Subtropical para una climatología de 30 años. Luego, se estimaron los percentiles diarios considerando tres muestras distintas de la simulación (todos los días, días con precipitación mayor a 0mm y 1mm); cuatro métodos distintos (con y sin ventana móvil, con y sin ajuste de distribución); tres percentiles distintos (90, 95 y 99), y cuatro métodos de suavizado (crudo, armónicos, GAM y media móvil). De este modo, se calcularon los índices con la configuración óptima de acuerdo a tres métricas de error distintas: magnitud del error, error sistemático y correlación.

Para llevar a cabo el estudio estadístico de los índices, propuesto en el segundo objetivo específico, es necesario definir regiones con comportamiento coherente en términos espacio-temporales. Para tal fin, se realizó un análisis de la metodología más adecuada de regionalización de cada índice trimestral de precipitación extrema considerando dos algoritmos de machine learning (uno jerárquico y otro no jerárquico) y uno basado en la correlación. La elección del mejor algoritmo se realizó en función de dos métricas evaluando la consistencia espacial y temporal de cada región. Así, se logró definir aquellos índices y temporadas en los que los índices mostraron una regionalización coherente en términos espacio-temporales para su futuro estudio estadístico.