

Becas de Verano en Astrofísica e Ingeniería 2024

Lista de proyectos ofertados

Información general:

CEFCA : <https://www.cefca.es/>
J-PLUS : <http://www.j-plus.es/home/home>
J-PAS : <http://www.j-pas.org/>

Se ofertan dos Becas de Verano en el CEFCA con una duración de nueve semanas. Las personas seleccionadas llevarán a cabo un proyecto de investigación en Astrofísica o Ingeniería, los cuales se detallan a continuación.

Las personas candidatas deberán indicar en su CV a qué beca desean optar: Astrofísica, Ingeniería o ambas.

El proceso de selección concluirá con la elaboración de dos listas ordenadas, una para cada tipología de beca ofertada. En el caso de la beca de astrofísica, los proyectos serán seleccionados por las personas candidatas siguiendo el orden de la lista.

Para cualquier duda puede contactar con Carlos López San Juan (clsj@cefca.es, Astrofísica) o con Antonio Marín Franch (amarin@cefca.es, Ingeniería).

Astrofísica

Mirando hacia el pasado de la Vía Láctea

¿Qué información podemos obtener de la vecindad solar?

Desde hace varias décadas es conocido que nuestra galaxia, la Vía Láctea (VL), contiene diferentes poblaciones estelares ([Spark and Gallagher 2007](#)). Estas componentes galácticas se pueden clasificar en varios grupos: bulbo, barra, disco delgado, disco grueso y halo. *Gaia* es un telescopio espacial a través del cual se está construyendo un cartografiado que contiene medidas de fotometría y paralaje trigonométrico de miles de millones de estrellas de la VL ([Gaia collaboration 2016](#)). Comparando estos datos con modelos de evolución estelar, podemos realizar inferencias de la historia de formación estelar (HFE), es decir, dar una mirada al pasado de nuestra Galaxia.

El catálogo de estrellas cercanas de Gaia ([CECG](#), [Smart et al. 2021](#)) es una muestra sólidamente definida del disco delgado que contiene más de trescientas mil estrellas, con una precisión de magnitudes aparentes G, GBP, GRP y paralajes única en la historia. La HFE de esta muestra ha sido estudiada en detalle por [Gallar et al. \(2024\)](#) y sus resultados señalan que entre 10 mil y 6 mil millones de años en el pasado hubo un decrecimiento de las abundancias químicas del medio interestelar. Posiblemente por un evento de acreción de material pobre en metales desde el exterior de la VL. Después de 6 mil millones, hasta hoy, las nuevas poblaciones nacieron de forma episódica e incrementaron su metalicidad hasta llegar al nivel solar; esto último debido al reciclaje del gas interestelar.

El objetivo de este proyecto es realizar un estudio del CECG, inferir su HFE y obtener conclusiones que permitan discutir, en favor o en contra, de los estudios precedentes. Este resultado también se usará como referencia para aquellas HFE que se obtendrán con J-PLUS. El proyecto será supervisado por los doctores Jairo Alzate y Andrés del Pino, que poseen una amplia experiencia en este tipo de análisis y las herramientas informáticas necesarias para realizar esta tarea ([Alzate et al. 2021](#)). Este trabajo podrá ser incluido en una publicación más extensa sobre la historia del disco delgado.

Durante el desarrollo de este trabajo, el estudiante adquirirá conocimiento y habilidades en: poblaciones estelares de la VL, procesamiento/uso de datos de *Gaia*, análisis estadístico del diagrama color-magnitud y conceptos básicos de arqueología Galáctica. En este marco de trabajo, tener conocimiento previo de programación en Python será de gran utilidad.

Halos de familias de asteroides en J-PLUS y J-VAR

Se considera que las familias de asteroides son resultado directo de colisiones catastróficas dentro de nuestro Sistema Solar. Después de este tipo de eventos, un gran asteroide (al que nos referimos normalmente como cuerpo progenitor) deja tras de sí decenas, cientos, o incluso miles de fragmentos, que comparten entre sí propiedades orbitales y características físicas. Estos fragmentos (miembros de la familia) han experimentado procesos dinámicos bajo las fuerzas gravitatorias predominantes en el Sistema Solar, así como a través del efecto Yarkovsky, desplazándose gradualmente a sus localizaciones actuales en el cinturón principal de asteroides (Bottke et al. 2002). Analizando las propiedades físicas de los miembros de las familias, podemos investigar la composición de los cuerpos originales, y así estudiar los procesos que estos objetos han experimentado a lo largo de la historia del Sistema Solar.

Se ha demostrado que las familias de asteroides más grandes tienen asociado un “halo” de objetos que presenta propiedades similares a aquellas de la familia principal, extendiéndose más allá de los límites determinados a través del uso de los métodos tradicionales de agrupación jerárquica, o “hierarchical clustering” en inglés (Parker et al. 2008; Brož & Morbidelli 2013). Aparte de algunos intentos recientes para incluir parámetros físicos en la identificación de familias de asteroides (Parker 2008; Carruba 2013; Masiero et al. 2013), éste ha sido un proceso puramente dinámico, donde las variables de entrada para el método de detección de familias son los elementos orbitales propios de los asteroides.

El objetivo del presente proyecto es utilizar los datos espectrofotométricos de asteroides obtenidos en J-PLUS (aproximadamente 3500 objetos) conjuntamente con el catálogo de asteroides obtenido a partir de J-VAR (alrededor de 6500 objetos) para:

- 1) Cruzar ambos catálogos con las clasificaciones de familias de asteroides más utilizadas (Milani et al. 2016; Nesvorný et al. 2020), para obtener una relación de objetos pertenecientes a familias de asteroides dentro de los catálogos de asteroides de J-PLUS y J-VAR.
- 2) Siguiendo una metodología similar a la propuesta en Morate et al. (2018b), estudiar los halos de aquellas familias con datos disponibles para un número de objetos suficientemente

representativo, y tratar de actualizar las listas de esas familias de acuerdo a los resultados obtenidos.

La formación, a cargo del Dr. David Morate, científico experto en el estudio espectroscópico y espectrofotométrico de familias de asteroides primitivos, se centrará en el uso de los diferentes catálogos y bases de datos disponibles, la interpretación de espectros y foto-espectros, y la comprensión de las características físicas de diferentes tipos de asteroides. Se valorará conocimiento previo en Python, así como un buen manejo del inglés.

Clasificación de supernovas en J-VAR

Las supernovas son fenómenos explosivos relacionados con las fases finales de la evolución de las estrellas. Una supernova puede ser causada por el agotamiento del material disponible para la reacción termonuclear en el núcleo (en este caso, se trata de una supernova de “colapso del núcleo”) o por una enana blanca que se acerca al límite de Chandrasekhar en un sistema binario (en este caso, es una supernova “termonuclear”).

El Javalambre Variability Survey (J-VAR) es un proyecto destinado a estudiar la astrofísica en el dominio del tiempo en el Observatorio Astrofísico de Javalambre. Uno de sus principales objetivos científicos es el estudio de las supernovas. En este proyecto utilizaremos SN 2023ixf como banco de pruebas. Esta supernova de colapso del núcleo de tipo II fue observada con J-VAR, y para la cual tenemos también datos auxiliares de otros telescopios en OAJ y Galactica. El candidato analizará la fotometría de este evento y contrastará los resultados con lo esperado para una supernova de este tipo.

En la segunda parte del proyecto, utilizaremos espectroscopía del proyecto PESSTO para crear un conjunto de datos para caracterizar diferentes transitorios utilizando el conjunto de filtros único de J-VAR. Ambas tareas son cruciales para comprender el potencial que tiene nuestro estudio para clasificar fotométricamente supernovas y otros eventos transitorios.

El proyecto será supervisado por el Dr. Alessandro Ederoclite.

Un catálogo conjunto de UVIT y J-PLUS

Los estudios en diferentes longitudes de onda han dado lugar a nuevas cuestiones en astronomía, han llevado al descubrimiento de numerosos objetos nuevos y nos han permitido observar el universo como nunca antes. Con los avances tecnológicos y la capacidad de enviar telescopios al espacio, ya no estamos limitados a observar el universo sólo en el rango visible, sino que ahora estamos capacitados para ver todas las luces del universo. Por ejemplo, la luz ultravioleta (UV) es emitida por estrellas masivas, jóvenes y calientes de la secuencia principal, lo que la convierte en un trazador ideal para estudiar la formación estelar reciente en galaxias. También traza procesos de alta energía, como núcleos activos de galaxias, estrellas de neutrones y supernovas, permite explorar el universo temprano, comprender la atmósfera de las estrellas y el medio interestelar, etc.

El instrumento Ultraviolet Imaging Telescope (UVIT) a bordo del satélite AstroSat ha realizado una contribución significativa a los estudios en el ultravioleta. UVIT consta de dos telescopios Ritchey-Chrétien de 35 cm. con un canal dedicado al ultravioleta lejano (FUV; (1250–1830 Å) y el otro dividido entre el ultravioleta cercano (NUV: 1900– 3040 Å) y el visible (VIS: 3040–5500 Å) con múltiples filtros. El campo de visión de UVIT es de 28 minutos de arco con una escala de píxeles de 0,41 segundos de arco.

El objetivo de este proyecto es producir un catálogo cruzado de imágenes del archivo de UVIT con JPLUS. Esto ayudará en diferentes estudios de comparación entre el óptico y el ultravioleta. Por ejemplo, la línea de emisión de H α y el UV son los trazadores de formación estelar más ampliamente utilizados, aunque proporcionan información ligeramente diferente y complementaria. Los fotones H α surgen principalmente de la recombinación de gas ionizado por estrellas O masivas de vida corta y estrellas tempranas de tipo B (con edades de menos de 20 Myr) y la emisión UV también es sensible a la emisión de estrellas tardías de tipo B y masivas de tipo A (con edades de hasta 100 millones de años). Por tanto, la combinación de UV y H α nos permitirá estudiar diferentes etapas de la historia de formación estelar reciente de las galaxias.

UVIT ha observado cientos de campos dentro del área cubierta por la tercera liberación de datos (DR3) de J-PLUS. Dado que las observaciones con Astrosat están basadas en propuestas competitivas, no hay una base de datos homogénea con los catálogos de las fuentes presentes en cada uno de los campos observados. El objetivo de este proyecto es crear un catálogo general de las observaciones de UVIT en común con J-PLUS DR3. Para ello se utilizarán las herramientas de GNU Astronomy Utilities (Gnuastro). Además, como cada propuesta puede tener una profundidad diferente, nuestro catálogo también proporcionará la profundidad de cada imagen. Este catálogo será de gran utilidad para la comunidad J-PLUS/J-PAS en los estudios óptico-UV y es el paso preliminar para el estudio de la historia de formación estelar reciente de las galaxias cercanas observadas por J-PLUS DR3.. La persona seleccionada trabajará con la Dra. Rahna Payyasseri Thanduparackal y el Dr. Mohammad Akhlaghi como parte del proyecto J-IFU.

Ingeniería

Implementación de aplicaciones en el Sistema de Control Global del OAJ

El proyecto abarca desde la programación de interfaces humano-máquina y aplicaciones en el Sistema de Control Global del Observatorio (GOCS) hasta la integración de datos en tiempo real, usando tecnologías de vanguardia como KEPWARE, IGNITION e Inteligencia Artificial.

La beca se desarrollará en áreas como SCADA, protocolos OPC UA, PLCs, y desarrollo web. Además, se valorarán conocimientos en bases de datos MySQL, Python, y PHP.

A lo largo de la beca se trabajará en el desarrollo de una aplicación de logística operativa integrada en el GOCS, con el objetivo de mejorar la eficiencia de nuestras operaciones. Este trabajo implicará el uso de Gitlab para control de versiones y el desarrollo en LARAVEL con PHP e integración con modelos de lenguaje LLM de Inteligencia Artificial bajo la supervisión de nuestro equipo de ingeniería.

Se contribuirá, además, al desarrollo del "Módulo de planificación LARA V2.0", una herramienta clave para la gestión, organización, coordinación y planificación del OAJ.

A continuación, se presenta un resumen de las capacidades que se espera adquieran los desarrolladores:

- Programación SCADA y PLCs
- Desarrollo de interfaces y visualización de datos.
- Uso de tecnologías de vanguardia
- Desarrollo web y de aplicaciones
- Desarrollo de aplicaciones integradas con Inteligencia Artificial
- Gestión de bases de datos
- Control de versiones y colaboración

En resumen, esta beca ofrece a la persona seleccionada la oportunidad de aprender y aplicar una amplia gama de habilidades técnicas en un entorno real y desafiante, trabajando bajo la supervisión del equipo de ingeniería del CEFCA/OAJ.