

Consorcio y Socios



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386



STScI | SPACE TELESCOPE
SCIENCE INSTITUTE



EDUCACIÓN
PÚBLICA
Y GRATUITA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

CONICET



I C A T E



Universidad
Nacional
de Córdoba



Observatorio
Astronómico
de Córdoba



UNIFESP
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SÃO PAULO



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL



UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



Datos del proyecto

- Acrónimo: OCEANS
- Título: Overcoming Challenges in the Evolution and Nature of Massive Stars
- Número de instituciones: 16
- Número de países: 10
- Programa: Marie Skłodowska-Curie Staff Exchanges
- Duración: 4 años
- Número de Proyecto: 101183150

Para más información, visitar la página web del proyecto:

<https://stel.asu.cas.cz/OCEANS/>

Contacto

Dr. Michaela Kraus
Coordinadora del Proyecto
Instituto Astronómico
Academia de Ciencias de
República Checa
Fričova 298
CZ-251 65 Ondřejov



Aviso legal

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente de los autores, y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea, ni los de la Agencia Ejecutiva para la Investigación (REA). Ni la Unión Europea ni la REA pueden ser consideradas responsables de los mismos.



Superando los desafíos en la evolución y naturaleza de las estrellas masivas (OCEANS)

1 Enero 2025 – 31 Diciembre 2028



Resumen

El proyecto OCEANS (*Overcoming Challenges in the Evolution And Nature of Massive Stars*) fue clasificado como una de las mejores propuestas por la Comisión Europea para recibir financiación de la Unión Europea. Su objetivo es investigar diversos aspectos físicos que contribuyan a la comprensión de la vida y muerte de las estrellas masivas, que hayan nacido tanto de manera aislada como con otras compañeras, fomentando la formación de recursos humanos. Para ello, científicos del Departamento Estelar del Instituto Astronómico de República Checa establecieron una red internacional de investigadores en distintos niveles de su carrera científica, procedentes de Europa y América, y expertos en diversas disciplinas. La estrecha colaboración permite una transferencia eficaz de conocimiento y crea sinergias entre teóricos y observadores, promoviendo el conocimiento.

Motivación

Las estrellas masivas nacen con masas superiores a ocho veces la masa del Sol. Estos objetos de corta vida son la piedra angular de la evolución dinámica y química del cosmos, dado que a medida que evolucionan, enriquecen su superficies por vientos energéticos y procesos eruptivos. Sin embargo, su evolución, desde el nacimiento hasta la muerte como espectaculares explosiones de supernova, sigue planteando muchos misterios debido a las lagunas de conocimientos claves en los procesos físicos que tienen lugar en sus interiores, en sus atmósfera, y la influencia mutua por parte de compañeras cercanas. Con OCEANS, pretendemos dilucidar las propiedades físicas y evolutivas de las estrellas masivas, perturbadas por compañeras, y su contribución a la generación de ondas gravitacionales.

Estrellas Masivas y sus compañeras

La mayoría de las estrellas masivas nacen en sistemas múltiples, cuyas evoluciones pueden influenciar significativamente la interacción con compañeras cercanas.

Estudiar sistemas binarios masivos nos ayuda a entender cómo las estrellas interactúan, intercambian material, y al final de sus vidas, explotan como supernovas. Estos sistemas binarios también pueden fusionarse, creando ondas gravitacionales que nos permitan “escuchar” la muerte de una estrella. Analizar estos sistemas nos ofrecen la oportunidad única de extraer parámetros fundamentales de las estrellas, aportando importantes restricciones a los modelos de evolución estelar.



Para descubrir nuevas compañeras recopilamos observaciones ópticas realizadas con técnicas modernas e interferometría *speckle*. Para clasificar las estrellas, utilizamos observaciones espectroscópicas, que permiten medir sus velocidades radiales, revelando los elementos orbitales y las razones de masa de los sistemas, los cuales pueden verificarse utilizando modelos dinámicos y de evolución estelar.

Procesos de pérdida de masa, formación de discos, “jets”, y flujos salientes

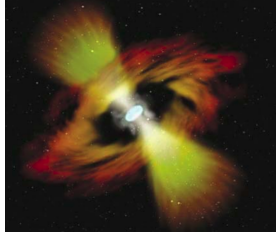


Figura 2: Imagen artística de una estrella Be rotante, con disco circumestelar y viento polar. A. Meilland.

Las estrellas masivas expulsan grandes cantidades de masa mediante potentes vientos y flujos salientes, provocando la formación de nebulosas, cascaras, discos, o anillos. Sin embargo, la física en la pérdida de masa sigue siendo un enigma. Un ejemplo son los discos de las estrellas Be, cuya formación y desaparición siguen en debate.

Para develar estos enigmas, empleamos diagnósticos observacionales de los vientos y las erupciones, y exploramos el poder de las inestabilidades dentro de la estrella para desencadenar eyecciones de masa, que pueden conducir a la formación de estructuras circumestelares características. También estudiamos el choque de vientos en binarias masivas, y la interacción de los vientos y las expulsiones de masa al medio interestelar.

Variabilidad estelar

Las pulsaciones estelares, los vientos y la interacción entre compañeras, pueden causar variaciones en el brillo de las estrellas, que plantean reto en la interpretación de las curvas de luz de binarias masivas. Para separar las contribuciones individuales desarrollamos nuevas técnicas de análisis de curvas de luz, y modelos de tallados de atmósferas estelares y estructuras internas a lo largo de su evolución, para describir con precisión las propiedades de sus vientos y pulsaciones. Los resultados de estos modelos son comparados con datos de relevamientos continuos del cielo.

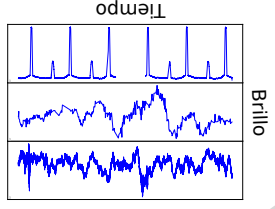


Figura 3: Curva de luz de estrellas masivas afectadas por pulsaciones (arriba), por pulsaciones (intermedio), y compañeras (abajo).

Grandes Datos y Astroestadística

Vivimos en una era en la que estudiar todo el cielo proporciona grandes cantidades de observaciones y necesitamos generar las herramientas para gestionar, analizar, y obtener información valiosa a partir de estos datos. Para ello, el aprendizaje automático es fundamental e indispensable. Aprovechando la avalancha de datos públicos, desarrollamos algoritmos avanzados para la detección y clasificación de estrellas masivas y binarias, para construir conjuntos estadísticos de objetos en diversas fases evolutivas, y para resolver tareas complejas. Nuestros algoritmos están adaptados para gestionar el gran flujo de datos de telescopio para Estudios Sinópticos (LSST).

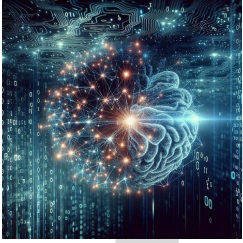


Figura 4: Imagen artística de redes neuronales, creada con IA.

En OCEANS nos centramos en la formación y el intercambio bio de conocimientos, para brindar a jóvenes científicos y estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades para su futuro profesional, tanto en la academia, como en la industria. Para lograrlo:

- Organizamos escuelas para enseñar y capacitar a los estudiantes en herramientas de investigación, y en computación de alto rendimiento.
 - Ofrecemos mentorías durante estancias de intercambio en los distintos institutos participantes.
- Para la comunicación y difusión de nuestra investigación en curso y de los resultados obtenidos:

- Organizamos talleres y congresos científicos.
 - Publicamos los resultados en revistas de acceso abierto, y los promocionamos con comunicados de prensa.
 - Desarrollamos espectáculos para planetarios.
- Además, nos acercamos al público en general a través de actividades como jornadas de puertas abiertas organizadas en los institutos participantes.