SEA

Sociedad Española de Astronomía

37 Invierno 2017

Portada: Celebraciones en el cúmulo M80 por el 25 aniversario de la SEA. Imagen tomada por el telescopio espacial Hubble.
Créditos: NASA, The Hubble Heritage Team, STScI, AURA / F.J.Ballesteros (por el fotomontaje)

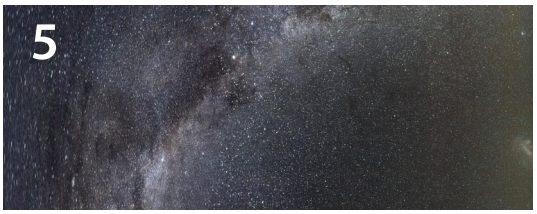
Comité editorial:
Antxon Alberdi Odriozola
Nuria Huélamo
José María Diego
Marc Ribó
Íñigo Arregui Uribe-Echevarría
Fernando J. Ballesteros Roselló
Amelia Ortiz Gil

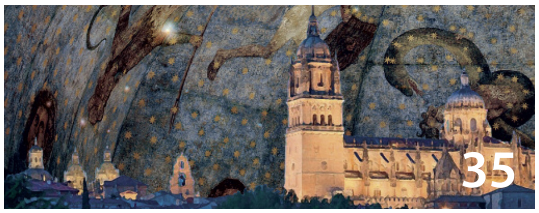
Diseño:
Fernando J. Ballesteros Roselló
Vicent Peris Baixauli

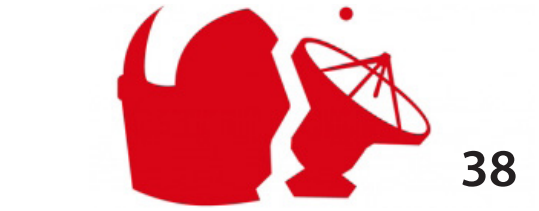
Maquetación:
Fernando J. Ballesteros Roselló

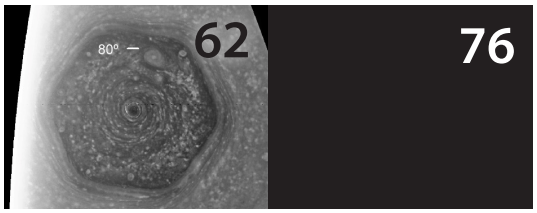
Sociedad Española de Astronomía SEA
www.sea-astronomia.es
Comisión de Información
comi-info@sea.am.ub.es

CONTENIDOS









5 Editorial

6 XXV Aniversario de la sea

8 XXV años de historia de la SEA a través de sus Doctores

35 XIII Reunión Científica (póster)

36 ¡A solo seis meses de la XIII Reunión Científica!

38 Reuniones científicas de la RIA

60 Ecos de (la) Sociedad

62 Tesis doctorales

76 Obituarios

Número 37, Invierno 2017

Detalle de la Vía Láctea, sede de la Sociedad Española de Astronomía

EDITORIAL

La SEA cumple 25 años. Nació en 1992 con el objetivo de contribuir a promocionar el desarrollo de la Astronomía y Astrofísica en España. Ha servido también para proporcionar un foro profesional a los astrónomos españoles en el que se pudieran discutir asuntos de interés común para todos. A lo largo de su historia, la SEA apoyó la entrada de España en ESO, la construcción de GTC y la continuidad del observatorio de Calar Alto, por mencionar algunos de los asuntos en los que ha tenido un posicionamiento muy claro que ha contribuido al avance de la Astronomía en nuestro país. Con los años se ha constituido en un interlocutor natural y válido con la administración del estado en los asuntos relacionados con la Astronomía.

Conmemoramos el aniversario en las páginas de este Boletín con unas palabras de nuestra Presidenta, Cesca Figueras, y con un recorrido por los 25 años de historia a través de una selección de algunas de sus tesis doctorales, una por año. Para cada tesis, recordamos la trayectoria científica del doctorando, su trabajo doctoral y cómo ha evolucionado ese campo de trabajo en estos años. Es un recorrido muy interesante. Los doctorandos de los últimos años están en su mayoría trabajando en instituciones extranjeras. Esta es la realidad de nuestra ciencia, exportando científicos de altísima formación. Ojalá tengan su oportunidad de reincorporarse a nuestro sistema de investigación, si así lo desean. El informe sobre el personal que realizó la SEA en 2016 mostraba muy claramente los efectos de la crisis económica sobre el colectivo de pre-docs y post-docs, una pieza clave de nuestra sociedad, con una disminución en el número de ellos del orden del 15%. Esperemos que vengan tiempos mejores, y la SEA tiene que contribuir activamente a ello. Así que, ¡larga vida a la SEA!

El Boletín recoge también un resumen de las últimas reuniones científicas patrocinadas por la RIA, dedicadas a temas muy diversos, desde la Física Solar a la Astronomía de rayos X, pasando por reuniones temáticas sobre SKA, J-PLUS, MEGARA, EMIR o los muestreos espectroscópicos con ELT. Son un muestrario de la vida tan activa de la Astronomía española. Incluimos también un recuerdo a nuestros compañeros Enrique García-Berro y Angels Riera. Sus colaboradores más activos les dedican unas palabras en nuestras páginas, que estoy seguro que todos compartimos.

En 2018 celebraremos la decimotercera reunión científica de la SEA en Salamanca, del 16 al 20 de julio. A la vuelta de Navidad se abrirá el plazo de preinscripción. No olvidéis apuntaros. Allí nos veremos.

Desde estas páginas os deseamos una Feliz Navidad a todos, y lo mejor para el año 2018.

Antxon Alberdi
Instituto de Astrofisica de Andalucia (CSIC)

XXV ANIVERSARIO DE LA SEA

¡El pasado 20 de noviembre celebramos nuestro 25 aniversario!

Juntos, y en muy poco tiempo, hemos dado un paso de gigante. Nuestra Sociedad aúna, a día de hoy, a más del 95% de los profesionales españoles trabajando en astronomía.

Francesca Figueras
Presidenta de la SEA
cesca@fqa.ub.edu

PRIMEROS PASOS

La asamblea constituyente tuvo lugar el 20 de noviembre de 1992 en Barcelona. A ella se invitó a aquellas personas consideradas las más representativas de la astronomía española, bien por su producción científica o por sus cargos institucionales. De acuerdo con el acta fundacional, fueron 39 los miembros fundadores (entre ellos sólo tres mujeres) que pertenecían a 19 de las 22 instituciones científicas españolas que trabajaban en astronomía. En aquellos días, la astronomía española se encontraba muy fragmentada, cada centro trabajaba por su cuenta, con el objetivo de desarrollarse más rápidamente e imponerse a todos los demás. Fueron Ramón Canal, Jon Marcaide y Eduardo Salvador-Solé (ver fotografía) los principales promotores de esa iniciativa, y ni que decir tiene que tuvieron que hacer un gran esfuerzo para que ese embrión de la SEA no naufragara a la primera de cambio. Desde aquí nuestro más sincero agradecimiento a ese coraje y primer impulso.

LOGROS Y RETOS

Muchos han sido los logros conseguidos. A día de hoy sumamos 770 socios de 34 universidades y 16 OPIs y similares, todos profesionales trabajando en astronomía. Por qué no decirlo, gracias al esfuerzo y profesionalidad de nuestro colectivo, España ocupa el 7º lugar en el mundo en producción científica en astronomía (Scimago, 1996-2016). Observatorios en nuestro territorio poseen instrumentación de vanguardia, participamos plenamente en ESO y tenemos, en la actualidad, una contribución tecnológicamente significativa en misiones desde el espacio (ESA y otros).

El conjunto de actividades que recogen nuestras Reuniones Científicas son un claro ejemplo de ello. Pero también son muchos los retos a los que nos enfrentamos. Destaca la urgencia de estabilizar a nuestros jóvenes profesionales y revertir el envejecimiento de nuestras plantillas. Si bien el 30% de nuestros socios son mujeres, estamos aún muy lejos de la plena igualdad. Formamos parte de la COSCE y sí, leemos una y otra vez sus detallados informes. Pero no, no conseguimos revertir la situación. Nuestros gobiernos siguen anclados en dedicar a la ciencia ese paupérrimo 1.19% del PIB, muy lejos del deseable 3%.

ACTIVIDADES 25 ANIVERSARIO

Creemos que, gracias a todos nuestros socios, hemos festejado nuestro aniversario con un conjunto de actividades que hemos recogido en la web. Hemos impartido más de 30 charlas por todo el país, en paraninfos, museos de la ciencia y demás, siempre con mucha audiencia. Una vez más hemos conseguido llegar a los medios de comunicación (más de 37 artículos en periódicos y radios). Hemos tuiteado la investigación científica que realiza nuestra "Generación del 92", con sus entrevistas publicadas en la web y, como clausura, este boletín recoge 26 artículos de miembros de la SEA que han leído sus tesis en cada uno de estos 25 años de existencia. Pasado el solsticio de invierno finaliza 2017, pero Salamanca nos espera para festejar este aniversario con nuestra habitual cena de socios. Con esta celebración hemos dado difusión a nuestro trabajo, acercado la astronomía a nuestra sociedad, intentado una vez más convencerles de cuan vital y apasionante es la investigación en nuestro campo.

AGRADECIMIENTOS

A todos nuestros socios, a nuestros seis expresidentes y a los miembros de juntas anteriores, muchos han sido los que han contribuido a este evento. Por supuesto a Anna Boluda que nos ha demostrado, una vez más, su profesionalidad y conocimiento de la SEA y a Lorena, nuestra recién incorporada responsable web. Y, para terminar, a la actual Junta Directiva, y muy especialmente a Maite Ceballos, motor y corazón de este esfuerzo.

Un cordial saludo,

Francesca Figueras
Presidenta la SEA .

ENLACE

Charlas de divulgación realizadas por socios de la SEA con motivo del XXV aniversario:
http://www.sea-astronomia.es/drupal/xxv_aniversario_sea/actividades

Jon Marcaide, Ramón Canal y Eduard Salvador-Solé, en 1992, en Madrid, donde viajaron para proceder al registro de nuestra Sociedad.

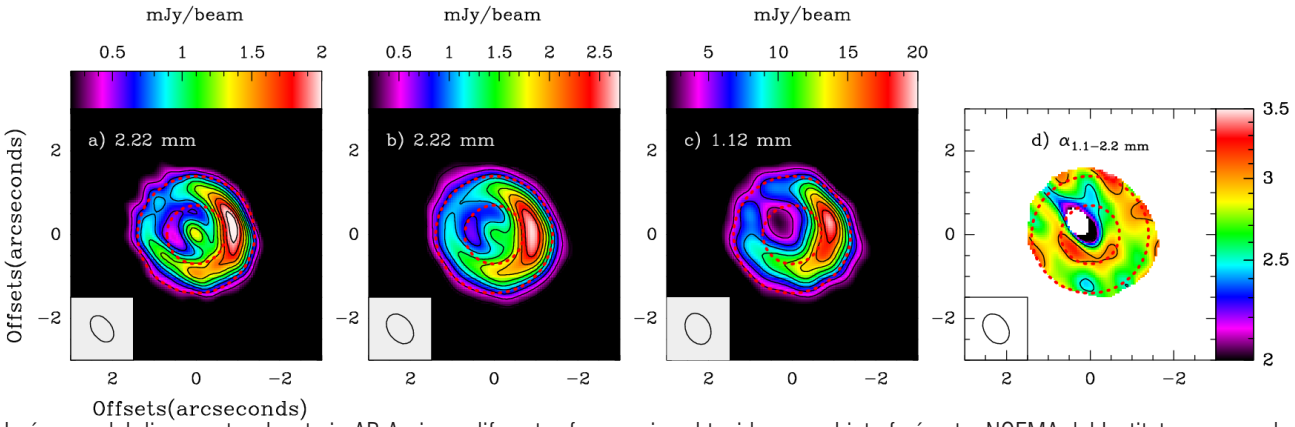
XXV AÑOS DE HISTORIA DE LA SEA A TRAVÉS DE SUS DOCTORES

La SEA ha cumplido 25 años. En un trabajo de recopilación realizado con motivo de este XXV aniversario, se ha estimado que en el periodo 1963-2016 nuestra comunidad ha defendido cerca de mil tesis doctorales. Desde que nació la SEA, se han leido más de 800 tesis, y cada año se han ido incorporando nuevos temas. nuevas técnicas, nuevos observatorios, ofreciendo la imagen de una astronomía española muy profesional y muy vigorosa.

Las tesis doctorales cubren todos los temas de trabajo, desde la observación del Sol y el Sistema Solar hasta los confines del sistema solar, todo el rango del espectro electromagnético, observaciones desde tierra y desde el espacio, con las técnicas observacionales mas avanzadas. El lector puede tener un panorama de las tesis leidas en la página web:

http://www.sea-astronomia.es/drupal/content/tesis-doctorales-por-años

Hemos decidido celebrar el aniversario en el Boletín seleccionando un doctorando por cada año de historia de la Sociedad. Hemos tratado de cubrir diferentes áreas de trabajo, diferentes instituciones académicas y de investigación, y mantener la paridad. Ello ha resultado en 26 perfiles que son los que nutren este número especial del Boletín. Obviamente, se podrían haber elaborado otras muchas listas de astrónomos, pero creemos que el resultado final es una buena representacion de la astronomía española en los ultimos 25 años.



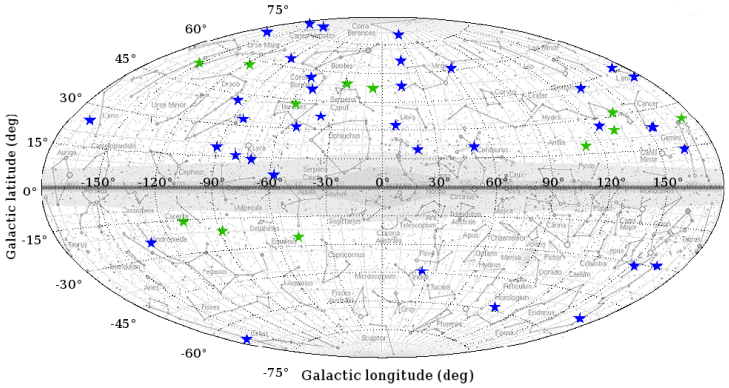
Imágenes del disco proto-planetario AB Auriga a diferentes frecuencias obtenidas con el interferómetro NOEMA del Instituto europeo de Radioastronomía Milimétrica (IRAM) situado en Plateau de Bure (Grenoble, Francia). En el panel d) se muestra el índice espectral del polvo que es una medida del tamaño promedio de los granos (Fuente et al. 2017, Astrophysical Journal Letters 846, 3).

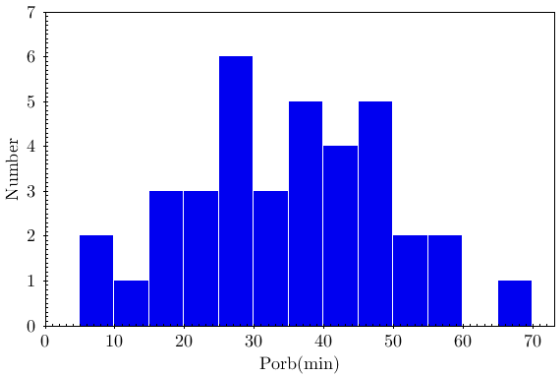
Tesis: Condiciones físicas y químicas en nubes moleculares con formación estelar reciente
Director: Jesús Martín-Pintado

Realicé mi tesis doctoral en el Observatorio Astronómico Nacional, instituto en el que ha transcurrido toda mi vida profesional. Nuestro objetivo era determinar cómo y cuánto las estrellas jóvenes cambian las propiedades físicas y la composición química del material que las rodea, es decir, de la nube madre. Me sentí principalmente atraída por la química y, en concreto, por el efecto que la radiación estelar tiene en el composición de gas. Así comencé a trabajar en astroquímica, un campo que se ha convertido en el eje de mi carrera científica. La astroquímica es la ciencia que estudia los procesos de formación de las moléculas en el espacio. En el límite de moléculas orgánicas muy grandes, la astroquímica se convierte en astrobiología al estudiar compuestos que son precursores de la vida. El entender los procesos químicos que se producen en el gas es importante para los investigadores de todas las áreas de la astrofísica. Eso me ha permitido colaborar con astrónomos de otros campos en temas tan interesantes como el estudio de galaxias externas. En este momento, mi principal interés es el estudio de los discos proto-planetarios que rodean a las estrellas jóvenes, los abuelos y padres de los futuros planetas.

Maria Asunción Fuente Juan
Observatorio Astronómico Nacional (OAN,IGN)
a.fuente@oan.es

En estos 25 años ha habido un gran progreso en el campo de la instrumentación, de la computación y la astronomía. El lanzamiento de tres satélites de observación infrarroja (ISO, Spitzer, Herschell) ha abierto una nueva ventana al Universo permitiendo el estudio de las regiones más cercanas a los embriones de estrellas. La aparición de grandes interferómetros como el de IRAM en el Plateau de Bure (Francia) y el interferómetro ALMA de la ESO en Chajnantor (Chile) nos permite por primera vez observar precursores de otros sistemas solares. El gran avance de la instrumentación ha mutiplicado por mil la eficiencia de las observaciones. Contrariamente a lo que muchas personas piensan, los astrónomos no estamos todo el tiempo en un telescopio sino que pasamos el 90% de nuestro tiempo en nuestros despachos analizando e intentando descubrir algo a partir de las observaciones ya realizadas. De hecho, cada día es más raro desplazarse para realizar una observación. En casi todos los telescopios, puedes realizar las observaciones en remoto o las realiza personal del propio observatorio. Por eso la clasificación tradicional de los astrónomos por el tipo de telescopios que utilizan, astrónomos ópticos, radio, infrarrojos, ha quedado obsoleta. Ahora los astrónomos nos agrupamos por el problema que queremos resolver en vez de por las herramientas y técnicas utilizadas para resolverlo.





Tesis: Interacting binary DB white dwarf stars
Directora: María Dolores Sabau Graziati

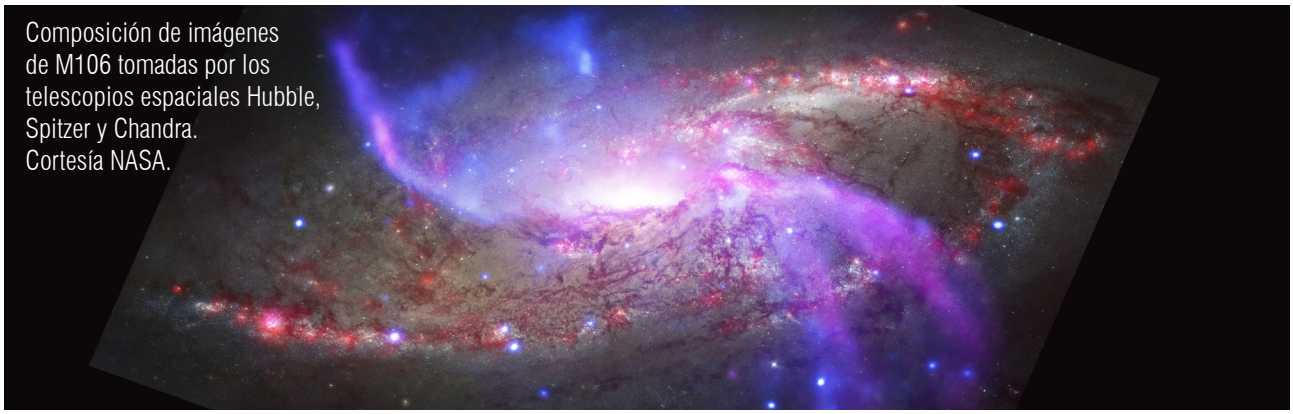
Becaria de investigación del Gobierno Autónomo de Canarias y CajaCanarias en el periodo 1/10/88-31/5/91 para iniciar mis trabajos de tesis doctoral en el Nordlysobservatoriet, de la Universidad de Tromsø (Noruega). Entre el 1/6/91 y el 31/5/93 fui becaria Rafael Calvo Rodés del INTA, en el LAEFF. Posteriormente ocupé, entre otros, los siguientes puestos: Invited Visiting Scientist de la ESA en su centro de ESRIN (Italia); Assistant Research Professor en el Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague; y Research Consultant en el Harvard-Smithsonian CfA de Boston. En el periodo 1/5/96-30/6/97 fui becaria de Investigación y contratada Postdoc en el IAC. Me incorporé a la Universidade de Vigo el 1/9/97 como Investigadora Visitante, siendo posteriormente Profesora Asociada y Profesora Titular Interina. Desde el 17/1/2001 soy Profesora Titular de Universidad en el Departamento de Física Aplicada, por el Área de Astronomía y Astrofísica.

Ana Ulla Miguel
Universidad de Vigo
ulla@uvigo.es

Los objetos tipo AM CVn, también llamados IBDBWD stars (por sus siglas en inglés), serían variables cataclísmicas de helio ultra-compactas con dos enanas blancas. Con periodos orbitales entre 5 y 65 minutos, muestran espectros sin hidrógeno dominados por líneas de helio. El prototipo, AM CVn (inicialmente HZ29), fue detectado como objeto azul en 1936, quedando su variabilidad fotométrica orbital, de aproximadamente 18 minutos, establecida en 1967. Hasta 1992, sólo se conocían este objeto y tres más (GP Com, V803 Cen y CR Boo) de su clase y en mi tesis se realizó un estudio multirrango espectroscópico y fotométrico comparativo de todos ellos, ya que sus comportamientos eruptivos (outbursts), así como su historia evolutiva, estaban pobremente caracterizados y explicados.

Para 2003 ya se conocían 12 objetos y a día de hoy, con el advenimiento de surveys masivos, hay 52 candidatos confirmados. La figura 1 muestra (izquierda) la distribución en la galaxia y (derecha) el histograma para 38 objetos con periodos orbitales (Breedt, 2015, PoS id. 25, at http://pos.sissa.it/cgi-bin/reader/conf.cgi?confid=255).

Se han propuesto tres canales principales de formación, y no en todos los casos la estrella donadora necesariamente sería degenerada. Se cree además que los outbursts muestran una evolución respecto a los periodos orbitales, posiblemente por la disminución de la tasa de transferencia de masa a medida que aumenta el periodo. La densidad de población sigue también sin estar bien determinada, lo cual complica el entendimiento del papel jugado por estos objetos como posibles precursores de SNe Ia, o como fuentes de ondas gravitatorias galácticas de baja frecuencia.



Composición de imágenes de M106 tomadas por los telescopios espaciales Hubble, Spitzer y Chandra. Cortesía NASA.

Tesis: Efectos del entorno sobre la morfología, el contenido estelar y la dinámica de las galaxias espirales
Director: Mariano Moles Villamate

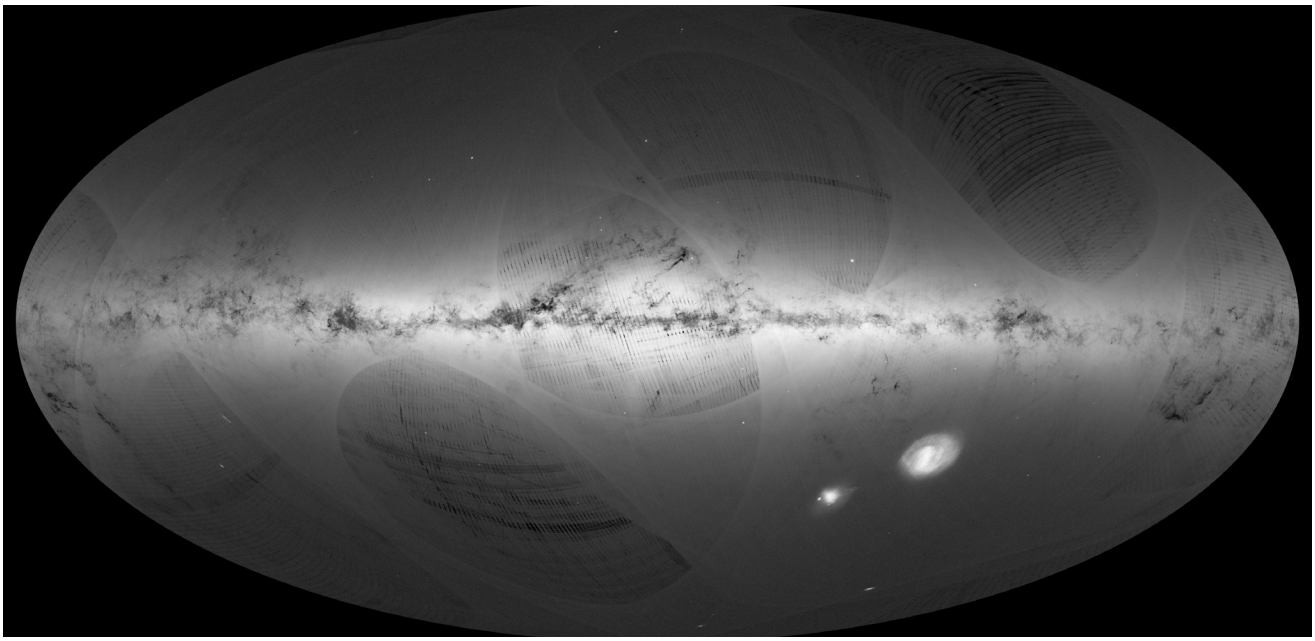
En esta tesis se estudiaron dos muestras de galaxias espirales, una de galaxias aisladas y otra de pares aislados, para determinar los efectos de la interacción a través de la comparación de las propiedades de las dos muestras. Las diferencias obtenidas se interpretaron considerando que la interacción provoca una redistribución a gran escala del material galáctico: los fenómenos de transporte y fragmentación del gas dan lugar a la acumulación de material hacia las regiones centrales, contribuyendo a la evolución secular, a la formación de anillos de formación estelar y a una mayor eficiencia de formación estelar en el disco.

Estos resultados se aplicaron al caso particular de las galaxias aisladas que albergan actividad nuclear, estudiado dentro del proyecto DEGAS (Dinámica de las Estrellas y del Gas en galaxias Activas aisladas), que contribuyó a comprender los mecanismos puramente ligados a la alimentación del núcleo activo (AGN) en galaxias espirales. Esta investigación se enmarcaba ya entonces dentro del contexto de la relación entre la presencia de un núcleo activo en una galaxia y las propiedades de ésta.

A principios de los 2000, se encontró que la masa de la componente esferoidal de las galaxias está íntimamente ligada a la masa del agujero negro supermasivo central, que vemos como núcleo activo cuando se está produciendo la acreción de materia hacia él. Además, investigaciones recientes concluyen que los fenómenos relativos a la alimentación y retroalimentación del agujero negro parecen ser fundamentales en los modelos de evolución de galaxias. Pero las galaxias activas, al menos las de mayor potencia, representan un pequeño porcentaje de la población total; así pues, de nuevo se plantea la necesidad de investigar cuáles son los mecanismos que resultan en una alimentación efectiva del AGN, y los efectos de este AGN sobre la galaxia que lo alberga, de modo que puedan comprenderse dentro del esquema evolutivo global: la fusión de galaxias parece estar ligada a los núcleos activos más potentes (quasares), mientras que por ejemplo la presencia de una barra pudiera ser imprescindible en la actividad de menor nivel (galaxias Seyfert). Especialmente en este último caso, es preciso conseguir el mayor detalle posible de las regiones centrales, por lo que es imprescindible utilizar instrumentos que proporcionen las mejores resoluciones, tanto espaciales como espectrales. Estos objetivos se incluyen dentro de los retos científicos que pretenden resolver los instrumentos más punteros, como ALMA o MEGARA, con proyectos con una contribución muy significativa de la comunidad española.

Isabel Márquez Pérez
Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA)
isabel@iaa.es

1995



Primer mapa de todo el cielo de la misión Gaia. Cortesía de ESA/Gaia/DPAC.

Tesis: Un nuevo método de máxima verosimilitud para la determinación de magnitudes absolutas
Directores: Francesca Figueras Siñol y Jordi Torra Roca

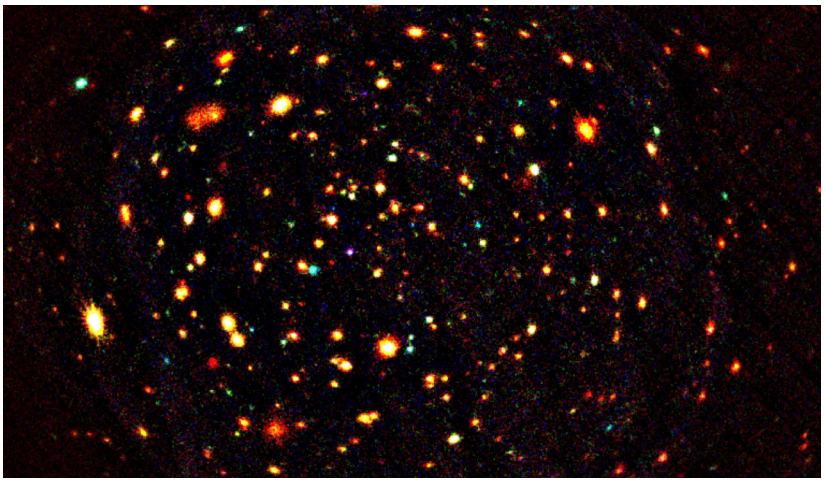
Profesor ayudante en la Universidad de Barcelona en los años 90, seguido de un postdoctorado en París y Estrasburgo, para volver a recabar en España gracias al programa Juan de la Cierva. Actualmente soy profesor titular en el departamento de física cuántica y astrofísica de la Universidad de Barcelona.

Mi carrera de investigación empezó durante la culminación de la misión Hipparcos de ESA. La misión se dio por concluida el 17 de agosto de 1993, durante el desarrollo de mi tesis, por lo que pude disfrutar del privilegio de aplicar los resultados de mi trabajo al primer catálogo de paralajes absolutas nunca producido. Los métodos matemáticos desarrollados en mi tesis nos permitieron, entre otras cosas, recalibrar la relación periodo-luminosidad de las Cefeidas y analizar de forma más sistemática y precisa el diagrama HR.

Xavier Luri Carrascoso
Universitat de Barcelona
xluri@am.ub.es

Los datos de Hipparcos dieron muchos frutos: en los primeros años después de la publicación del catálogo la misión generó un número de publicaciones anual similar al del telescopio Hubble. Todo gracias a un catálogo con nada más y nada menos que 118.000 objetos con paralajes y movimientos propios. Una cifra que en su momento nos pareció abrumadora, pero que se nos ha quedado pequeña. El equipo en la UB que había trabajado en Hipparcos, en el cual me incluyo, pasó a participar en la misión Gaia a finales de los años 90. Ya hemos superado a Hipparcos tanto en cantidad como en calidad con la primera entrega de datos de Gaia, y estamos a punto de publicar la segunda entrega que contendrá 1.300 millones de estrellas con paralajes y movimientos propios. Mis estudiantes de doctorado están un poco abrumados por la cifra, pero espero que en el futuro ellos vuelvan a dejar pequeños nuestros esfuerzos actuales.

El Lockman Hole en rayos X. ESA/XMM-Newton/G. Hasinger (MPE Garching, Germany).



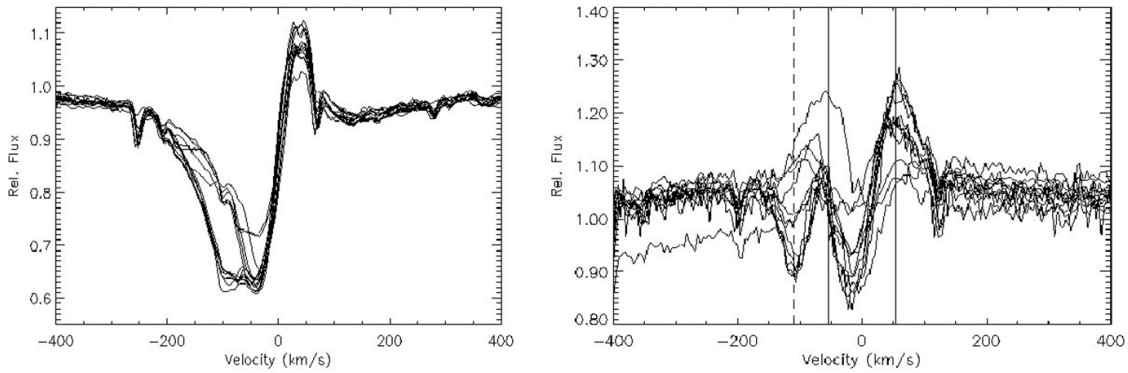
Tesis: Distribución y propiedades espectrales de fuentes extragalácticas de rayos X
Director: Xavier Barcons Jáuregui

Doctorada en Ciencias Físicas por la Universidad de Cantabria en 1996, ha trabajado desde entonces en el Grupo de Astronomía de Rayos X (actuamente Grupo de Galaxias y AGNs) del Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC), entrando a formar parte de su plantilla en 2006 como Titulado Superior CSIC y desde 2012 como Científica Titular. Su campo de trabajo es el procesado de datos de las misiones espaciales de rayos X, estando fuertemente ligada a este tema en la misión XMM-Newton y en la actualidad al desarrollo del procesador de eventos de la futura misión de la ESA, Athena.

En este trabajo de tesis se realizó un estudio de las propiedades de tres tipos de fuentes extragalácticas de rayos X: los cúmulos de galaxias, los núcleos galácticos activos (AGNs) y el Fondo de Rayos X (FRX). Se calculó la magnitud de las anisotropías secundarias que los cúmulos producen en el Fondo Cósmico de Microondas (FCM) a través del efecto Sunyaev-Zel'dovich, obteniéndose que la contribución de estas fuente a las anisotropías del FCM es despreciable frente al valor de las anisotropías primarias. Por otra parte, se estudió una muestra de AGNs para los cuales existían observaciones en las bandas de energía 0.5-2keV y 2-10keV, encontrándose dos modelos espectrales de absorción en rayos X, capaces de explicar las propiedades de la muestra es esas dos bandas de energía: modelo de cobertura parcial por gas neutro y modelo de cobertura total por una mezcla de gas neutro más gas ionizado. Finalmente, se realizó un análisis de las fluctuaciones del FRX con dos imágenes profundas tomadas con ROSAT (Deep Survey y Lockman Hole Survey), y en dos sub-bandas (0.44-1.01keV y 1.05-2.04keV) a través del cual se pudo obtener el valor de la pendiente promedio (0.85) de las fuentes que contribuyen al FRX por debajo del límite de detección directa.

Maite Ceballos Merino
Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC)
ceballos@ifca.unican.es

En los 21 años transcurridos desde entonces, muchas cosas han cambiado. Tanto como que el FRX por debajo de 2 keV ya está prácticamente resuelto, así que el análisis de fluctuaciones ha quedado como una antigua herramienta para tiempos de escasez; o como que ahora sabemos que, en contra de las teorías aceptadas hasta el momento, la mayoría de los AGNs luminosos residen en entornos tan oscurecidos que han escapado de los cartografiados de amplio campo en rayos X por debajo de 10 keV. Se abre una época fascinante para los nuevos descubrimientos con los desarrollos tecnológicos de las nuevas misiones a la vista...



Variabilidad espectral (días) de la linea Hα en dos supergigantes A: Deneb (izquierda) de tipo espectral A2la y HD223960 (derecha) de tipo A2la^{+}. Esta línea se forma en la envoltura en expansión y es un importante trazador del viento. Los perfiles con doble pico de emisión observados en HD223960, con modulación rotacional, sugieren una envoltura no esférica y la existencia de estructuras superficiales magnéticas y corrotantes.

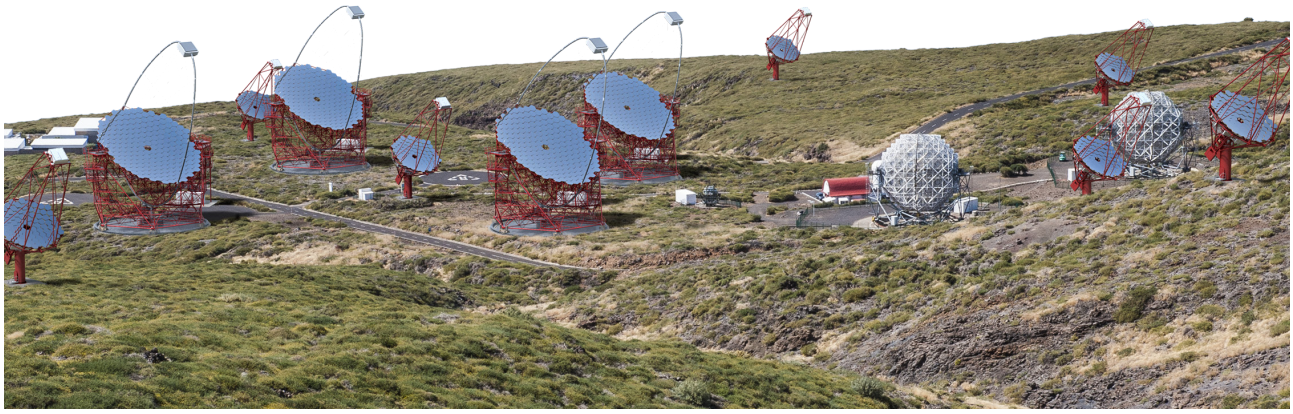
Tesis: Estudio de vientos estelares y pérdida de masa en estrellas supergigantes de tipo A
Directores: Antonio Talavera y Ana Inés Gómez de Castro

Durante la realización de mi tesis en la Estación de Seguimiento de Satélites de Villafranca del Castillo (actualmente ESAC) de Madrid, me incorporé a la empresa I.N.S.A. (Ingeniería y Servicios Aeroespaciales) como especialista en procesado de imágenes y astrónomo de soporte de varios satélites (IUE, ISO y XMM-Newton) hasta el año 2002. Desde entonces soy miembro de la Agencia Espacial Europea, actualmente como científico del archivo de datos del satélite Herschel.

Durante mis años de doctorado las supergigantes de tipo A eran un grupo de estrellas masivas evolucionadas muy poco estudiadas debido en parte, a que son poco numerosas ya que se encuentran en una zona del diagrama HR donde la evolución es muy rápida. Sin embargo, apareció un creciente interés por ellas dado que su alta luminosidad las convertía en estupendas candidatas a "candelas" estelares a través de la relación entre el momento mecánico del viento y la luminosidad que se estaba aplicando en aquel momento a estrellas masivas OB. Las supergigantes A parecían estrellas más "fáciles" a nivel espectral que las estrellas OB mucho más estudiadas en aquel momento; nada más lejos de la realidad. Para mi trabajo de tesis realizamos un análisis espectroscópico extenso y sistemático de una muestra de 41 estrellas, en el visible con diferentes telescopios terrestres y en el ultravioleta, usando datos del satélite IUE y un análisis de variabilidad espectral.

Eva Verdugo
Agencia Espacial Europea - ESAC
eva.verdugo@sciops.esa.int

Encontramos que la teoría estándard de vientos estelares radiativos no podía explicar muchas de las características espectrales que observábamos. Y lo más importante, estas estrellas no cumplían el requisito básico general de la teoría: "La velocidad terminal del viento no aumentaba con la velocidad de escape de la estrella". También observamos varias evidencias, por ejemplo diferentes grados de ionización en la envoltura, que sugerían la presencia de un campo magnético débil, superficial. Durante varios años posteriores a la tesis me concentré en la búsqueda de campos magnéticos débiles en el viento de estas estrellas usando técnicas espectropolarimétricas. Aunque descubrimos dichos campos en varias estrellas OB, no fue así para las supergigantes A donde una señal muy débil no nos permitió extraer ninguna conclusión definitiva. Observaciones posteriores de otros autores con instrumentos más potentes reportan tambien detecciones no claras o nulas hasta un artículo publicado este mismo año en que parece detectarse un campo magnético muy débil, de unos pocos Gauss, posiblemente de origen fósil, en dos supergigantes A7Ib.



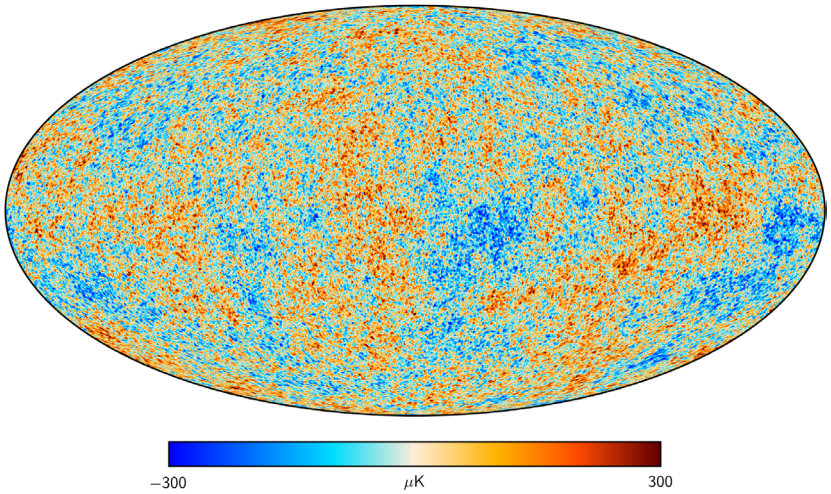
Recreación artística de la de la Red de Telescopios Cherenkov. Cortesía G. Pérez/IAC/SMM.

Tesis: Medida del espectro y la composición química de los rayos cósmicos en el rango de 300 TeV a 30 PeV
Directores: Fernando Arqueros y María Victoria Fonseca

Tras la tesis en el departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Facultad de Físicas de la UCM me incorporé al grupo del Instituto Max Planck de Física de Múnich que estaba iniciando la construcción del primer MAGIC. En estos años de postdoc analicé datos de fuentes gamma, elaboré hardware para el telescopio y escribí software de control y adquisición de datos. A continuación, me moví con una Ramón y Cajal al Institut de Física d'Altes Energies en Barcelona para seguir con la construcción del telescopio y su puesta en marcha en 2004. Dentro de MAGIC, he sido responsable del commissioning de ambos telescopios, fundador del grupo de física galáctica, coordinador técnico, y finalmente Spokesman de la colaboración. Durante los últimos años me he involucrado en la construcción de los telescopios de gran tamaño (LSTs) del Cherenkov Telescope Array (CTA) y actualmente colidero el proyecto. Estamos ahora mismo instalando el primer LST en La Palma.

Juan Cortina
Institut de Fisica d'Altes Energies (IFAE)
cortina@ifae.es

Para mi tesis me serví de un novedoso detector de rayos cósmicos: HEGRA, una matriz de detectores de partículas que acabábamos de montar en el ORM. A energías de unos 10^{15} eV el espectro de los rayos cósmicos cambia de pendiente, un signo de que flaquean las fuentes galácticas que los aceleran. Estudié cómo, a la vez que cambiaba el espectro, cambiaba también la composición química. Eran unos años de gran transformación en el campo de los rayos cósmicos y gamma de muy alta energía (VHE, $>10^{10}$ eV). Se estaban ensayando nuevos detectores. En HEGRA, junto a los detectores de partículas, se montó la primera matriz de telescopios de imagen Cherenkov en el mundo. Para cuando acabé la tesis vi muy claro que esa tecnología lideraría el campo y me incorporé al grupo de investigación que inventó uno de los instrumentos que reemplazaría a HEGRA: el telescopio MAGIC de 17m de diámetro. Junto a HESS y VERITAS, MAGIC abrió la ventana astronómica de los rayos gamma VHE. El éxito de estos instrumentos aunó a todos los científicos del campo en la construcción de CTA, dos observatorios de decenas de telescopios en La Palma y en Chile. Una mejora drástica en sensibilidad y rango energético permitirá buscar el origen de las partículas relativistas, estudiar los procesos de aceleración en agujeros negros, estrellas de neutrones, vientos o chorros relativistas, e investigar fenómenos como la materia oscura o la invariancia de Lorentz. Que CTA se construya en La Palma no es una casualidad, y es que España se ha convertido en uno de los líderes del campo de rayos gamma de VHE.



El Fondo Cósmico de Microondas visto por Planck. Copyright: ESA, Planck Collaboration.

Tesis: Reconstrucción y caracterización de mapas de anisotropías de la radiación cósmica del fondo de microondas
Director: José Luis Sanz Estévez

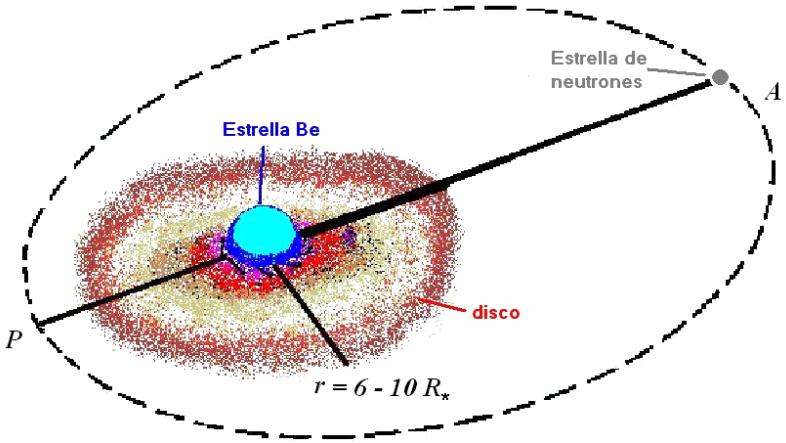
Realicé mis estudios de Ciencias Físicas en la Universidad de Santiago de Compostela y mi tesis doctoral en la Universidad de Cantabria (1999). A continuación trabajé como investigadora postdoctoral en la Universidad de Cambridge. En el año 2002, regresé a la Universidad de Cantabria con un contrato Ramón y Cajal, donde posteriormente obtuve una plaza de Profesor Contratado Doctor (I3), entrando a formar parte de la plantilla del Instituto de Física de Cantabria. Finalmente, en el año 2015, me incorporé como Científica Titular del CSIC a dicho centro.

Mi tesis doctoral se centró en el desarrollo de herramientas para el análisis de datos del Fondo Cósmico de Microondas (FCM), incluyendo estudios de gaussianidad, desarrollo de métodos de separación de componentes y una de las primeras aplicaciones de análisis de wavelets en este campo. Dichas herramientas estaban enfocadas a la preparación científica del análisis de datos de futuros experimentos del FCM, muy en especial el satélite Planck de la ESA, que se lanzó en el año 2009, y al que he dedicado una buena parte de mi actividad investigadora.

R. Belén Barreiro Vilas
Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC)
barreiro@ifca.unican.es

Durante los últimos 25 años, el avance en el conocimiento de nuestro universo ha sido espectacular, entrando en la denominada era de *cosmología de precisión*. Precisamente, en el año 1992, el satélite COBE de la NASA midió por primera vez las anisotropías de temperatura presentes en el FCM, confirmando la presencia de pequeñas fluctuaciones de densidad en el Universo primigenio, que son el germen de las estructuras que vemos en la actualidad. En el año 2000, el experimento Boomerang, a través de la medida del espectro de potencias del FCM, determinaba que la geometría del universo era muy cercana a plana. Desde entonces, experimentos como Planck, que ha proporcionado los mejores datos del FCM hasta la fecha, han ido perfilando cada vez más nuestra visión del universo, hasta llegar al actual modelo cosmológico estándar (ΛCDM) descrito con sólo seis parámetros, muchos de los cuales se han medido con precisiones mejores que el 1%.

La próxima frontera del campo es la búsqueda del modo B intrínseco de polarización del FCM, al que se está dedicando un gran esfuerzo, y cuya detección implicaría la existencia de un fondo de ondas gravitatorias primordiales, como se predice en inflación. En este sentido, cabe destacar el experimento QUIJOTE instalado en Tenerife, una colaboración hispano-británica, que nos está proporcionando información muy relevante para estudiar esta radiación primigenia.



Esquema de una binaria de rayos X con una estrella Be. El disco de la estrella Be se extiende hasta una distancia del orden de 6 a 10 veces su radio. La estrella de neutrones se mueve en una órbita excéntrica. El punto de máximo acercamiento es el Periastro, mientras que el de máximo alejamiento es el Apoastro (Dibujo del autor).

Tesis: Understanding the phenomenology of Be/X-ray binaries
Directores: Malcolm J. Coe y Antonio Seguí Santonja

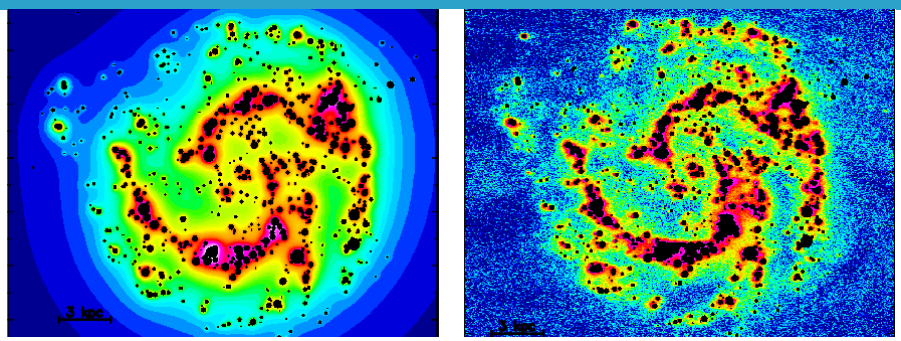
Completé mi licenciatura en Física en la Universidad de Zaragoza en 1993 y comencé estudios de doctorado. En 1994 recibí una beca de la Universidad de Southampton (donde había realizado una estancia Erasmus) para llevar a cabo una tesis bajo la dirección del Dr. Malcolm J. Coe, sobre las propiedades de uno de los subgrupos principales de binarias de rayos X, las binarias Be/X. Mi tesis complementaba las observaciones en rayos X de este tipo de objetos con espectroscopia y fotometría de sus contrapartidas ópticas, con el fin de entender las razones físicas de su aparentemente errático comportamiento como fuentes transitorias de rayos X. En la tesis presentaba un esbozo de lo que pretendía ser un modelo fenomenológico de este tipo de sistemas, pero – dado que mi beca solamente duró tres años – no llegué a desarrollarlo.

Ignacio Negueruela Díez
Universidad de Alicante
ignacio.negueruela@ua.es

Tras un contrato en el Astrophysics Research Institute de la Universidad John Moores de Liverpool, a finales de 1998 obtuve una external fellowship de la Agencia Espacial Europea y pasé a trabajar en la Agenzia Spaziale Italiana, con la intención de continuar mi trabajo de tesis. Para entonces ya me había convencido de que mi modelo fenomenológico era erróneo. Trabajando junto al astrofísico teórico japonés Atsuo Okazaki, produje una serie de artículos en los que se explicaba el comportamiento de las binarias Be/X en función de la interacción entre el disco de las estrellas Be y el potencial gravitatorio de la estrella de neutrones que produce los rayos X.

Ante la dificultad para convalidar mi tesis británica en España (eran otros tiempos que, tristemente, pueden volver) y el abandono del modelo que constituía su núcleo, preferí presentar una segunda tesis sobre la misma temática en la Universidad de Zaragoza, contando con el director de la primera y mi antiguo profesor de Astrofísica como supervisores. Al año siguiente, mientras trabajaba en el Observatorio de Estrasburgo, publicamos el artículo que integraba todos los resultados de la tesis y proponía un modelo semi-analítico. Este artículo ha sido, desde entonces, la referencia estándar en el campo. En 2002 me incorporé a la Universidad de Alicante con un contrato Ramón y Cajal. He investigado otros muchos aspectos de la evolución de las estrellas de gran masa, tanto en binarias como aisladas, pero nunca he dejado de interesarme por los sistemas Be/X. Se han producido grandes avances observacionales, pero aún no se ha conseguido una modelización detallada de sistemas tan complejos.

2001



Izquierda: Emisión modelada del DIG suponiendo que una fracción constante de fotones ionizantes escapan de las regiones HII (en negro) de NGC 157. Derecha: Imagen deproyectada de la emisión en Hα del DIG donde se ha eliminado la emisión correspondiente a las regiones HII (en negro). Imagen extraída de Zurita (2001), tesis.

Tesis: The properties of the ionized gas in spiral galaxies
Directores: John E. Beckman y Maite Rozas Espada

Realicé la licenciatura en Física en la Universidad de Granada y la tesis doctoral en el IAC como "Astrónoma Residente". Entre 2001 y 2004, trabajé para el Isaac Newton Group of Telescopes, primero como astrónoma de soporte, y los últimos meses como postdoc. El resto de mi trayectoria académica transcurre en la Universidad de Granada: con un contrato postdoctoral de la Junta de Andalucía (2004-2008), como profesora 'contratado-doctor' (2008-2011), y desde 2011 como Profesora Titular.

El trabajo de tesis consistió en un análisis detallado de las propiedades del gas ionizado en galaxias espirales a partir de observaciones en la línea de emisión Hα. Por un lado, analizamos las propiedades estadísticas, físicas y cinemáticas de poblaciones completas de regiones HII en espirales. Por otro, la parte que quizás más proyección tuvo de la tesis, fue dedicada al estudio de una componente débil, de difícil detección y bastante desconocida entonces: el gas difuso ionizado (DIG). Medimos que una fracción importante (~50%) de la luminosidad total en Hα de una espiral no proviene de las regiones HII, sino del DIG, denominado "difuso" por su bajo brillo superficial y gradiente de brillo. Realizamos un estudio muy detallado de esta componente. Analizamos su distribución espacial, su relación geométrica con las regiones HII, y cuantificamos su emisión, que al ser tan alta, restringe sus fuentes de ionización. Propusimos el escape de fotones del continuo de Lyman (Lyc) de las asociaciones OB de las regiones HII como fuentes de ionización del DIG y comprobamos que en el marco de nuestra hipótesis de escape, las regiones HII suministran potencia más que suficiente para mantenerlo ionizado y permiten reproducir las observaciones del DIG para NGC 157. Además, en el balance entre la energía suministrada por el escape de fotones Lyc según nuestro modelo, y la necesaria para ionizar el DIG, obtuvimos un balance positivo, y analizamos también las implicaciones de este exceso de radiación ionizante, que presumiblemente escapa hacia el halo y hacia el medio intergaláctico.

Almudena Zurita Muñoz
Universidad de Granada
azurita@ugr.es

En los años que han transcurrido desde la tesis, el DIG se ha medido en un mayor número de galaxias. Se ha consolidado su relevancia y ubiquidad en todas las galaxias, contribuyendo a una fracción alta y relativamente constante (~30-60%) de la luminosidad total en Hα, independientemente del tipo morfológico o de la tasa de formación estelar de las galaxias. Además, la nueva instrumentación y, en particular, la disponibilidad de IFUs ha mejorado el conocimiento de las propiedades espectroscópicas del DIG, distintas de las de las regiones HII. Con todo ello, se ha hecho más evidente la necesidad de tener en cuenta esta componente, especialmente cuando se obtienen propiedades integradas de galaxias a partir de líneas de emisión del gas ionizado (tasas de formación estelar, metalicidades, etc), que incluyen la emisión conjunta de regiones HII y DIG.

Hay más consenso ahora en que la ionización del DIG se produce en gran medida por fotones Lyc de las asociaciones OB de las galaxias, aunque posiblemente con contribuciones importantes de estrellas calientes evolucionadas de baja masa, siendo la grumosidad del medio un parámetro importante para explicar la propagación de la radiación. Nuevos estudios encuentran también un exceso de fotones Lyc en galaxias con formación estelar, que pueden escapar de las galaxias, con las importantes consecuencias que ello conlleva en Astrofísica, por ejemplo para la reionización del Universo.

Experimento Very Small Array en el Observatorio del Teide (2000-2006)

Tesis: An interferometric study of the Cosmic Microwave Background Anisotropies
Directores: Rafael Rebolo y Carlos M. Gutiérrez de la Cruz

Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada (1993-1998), y Doctor en Astrofísica por la Universidad de La Laguna (1998-2002). En la actualidad, soy Investigador Científico en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Con anterioridad, he sido Investigador "Severo Ochoa" del IAC (2013-2014), Investigador "Ramón y Cajal" del IAC (2008-2013), Contratado Postdoctoral en el IAC (2005-2008) y Contratado Postdoctoral en el Instituto Max-Planck de Astrofísica de Múnich, Alemania (2002-2004), donde trabajé en el grupo del Prof. Rashid A. Sunyaev. Dentro de la misión Planck (ESA), soy "Planck Scientist", miembro del equipo de procesado de datos y responsable del grupo de anisotropías secundarias. Además, soy el responsable científico del experimento QUIJOTE. Desde 2016, coordino el proyecto RADIOFOREGROUNDS, financiado por el programa H2020-COMPET-05-2015.

Mi tesis estuvo dedicada al estudio de las anisotropías del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) en escalas angulares intermedias (entre 2º y 30'), con dos interferómetros de microondas que operaban a 30 GHz: el interferómetro JBO-IAC, y el "Very Small Array (VSA)". La combinación de los datos de ambos experimentos permitió trazar los tres primeros picos acústicos del espectro de potencias del FCM, y usar esas medidas para establecer lo que hoy llamamos el modelo cosmológico concordante, con precisiones en los parámetros del orden del 10-20%. Así, a principios de 2002 obtuvimos que $\Omega_b h^2 = 0.028 \pm 0.008$, $n_S = 1.03^{+0.11}_{-0.08}$, $\Omega_{tot} = 1.02 \pm 0.12$, y $\Omega_{cdm} h^2 = 0.13^{+0.08}_{-0.05}$. Quizás lo más fascinante de aquellos años fue constatar que un gran número de experimentos de FCM totalmente independientes (Boomerang, MAXIMA, DASI, CBI) que operaban a distintas frecuencias, cubriendo distintas regiones de cielo y con tecnologías muy variadas (y por tanto, sujetas a diferentes efectos sistemáticos), proporcionaron una visión consistente de nuestro Universo.

José Alberto Rubiño Martín
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)
jalberto@iac.es

La combinación que realicé al final de mi tesis de todos esos experimentos, junto con los datos del programa del telescopio Hubble sobre la medida de H_0, permitían determinar ya los parámetros cosmológicos con precisiones cercanas al 5% en muchos casos ($\Omega_b h^2 = 0.023 \pm 0.002$, $n_S = 1.04^{+0.03}_{-0.03}$, $\Omega_{tot} = 1.03 \pm 0.04$, y $\Omega_{cdm} h^2 = 0.12^{+0.02}_{-0.02}$), mostrando además que, de manera independiente a las medidas de supernovas de tipo Ia, el FCM requería un Universo con un 25% de materia oscura y un 70% de energía oscura en el momento actual.

Todos estos resultados fueron confirmados muy poco después, con la publicación de los primeros datos de la misión WMAP de NASA en 2003. Desde entonces hasta hoy, y gracias en gran medida a la misión PLANCK de la ESA, hemos sido capaces de poner a prueba el modelo cosmológico, alcanzando precisiones por debajo de unos pocos por ciento en casi todos los parámetros. Los mapas de PLANCK han permitido verificar casi todas las predicciones del paradigma inflacionario: universo plano, con espectro de fluctuaciones de tipo adiabático, con índice espectral ligeramente inferior a la unidad y con estadística gaussiana. Sin embargo, falta una predicción por verificar: la existencia de un fondo de ondas gravitatorias primordiales. En la actualidad, experimentos como QUIJOTE en el Observatorio del Teide, y otros muchos desde el desierto de Atacama o el Polo Sur, intentan detectar la huella de dicha señal en forma de modos B de polarización en grandes escalas angulares en los mapas del FCM.

2003

Tesis: A Theoretical Perspective on Galaxy Clusters: Physical Properties of the Dark Matter and Baryons
Director: Gustavo Yepes

Mi trayectoria académica pasa por varias estancias postdoctorales en la Universidad de Oxford (Reino Unido), el Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) en Estados Unidos, el Leibnitz Institut für Astrophysik Potsdam (AIP) en Alemania y en la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), donde actualmente ocupo una plaza de investigador del programa Ramón y Cajal.

El trabajo desarrollado durante mi tesis doctoral pretendía proporcionar una visión de conjunto de las propiedades físicas más básicas de los cúmulos de galaxias, tratando de identificar los procesos mayormente responsables de regular la formación y evolución de estos objetos.

Tal vez uno de los aspectos que más han marcado mi línea de investigación posterior fue la consciencia del carácter holístico de los sistemas astrofísicos: para explicar las propiedades de los cúmulos de galaxias es necesario entender el colapso gravitatorio del halo de materia oscura, los procesos hidrodinámicos que afectan al gas difuso del medio intracumular, la capacidad de éste para enfriarse y formar estrellas, el efecto de éstas sobre las galaxias en que se forman, y las interacciones de estas galaxias entre sí, tanto a título individual como con el sistema global que forma el propio cúmulo.

Yago Ascasíbar Sequeiros
Universidad Autónoma de Madrid
yago.ascasibar@uam.es

Para ello, han de combinarse diversas herramientas teóricas que permitan hacer predicciones contrastables con los datos observacionales, desde modelos analíticos sencillos (que ofrecen intuición física sobre el problema a costa de simplificarlo todo lo posible) hasta sofisticadas simulaciones numéricas (que sacrifican la simplicidad en busca de un mayor nivel de realismo).

La comparación entre teoría y observaciones tampoco es un asunto trivial en absoluto y, si bien a día de hoy sigo teniendo una inclinación eminentemente teórica, una buena parte de mi carrera se ha basado en el análisis de datos observacionales a distintas frecuencias.

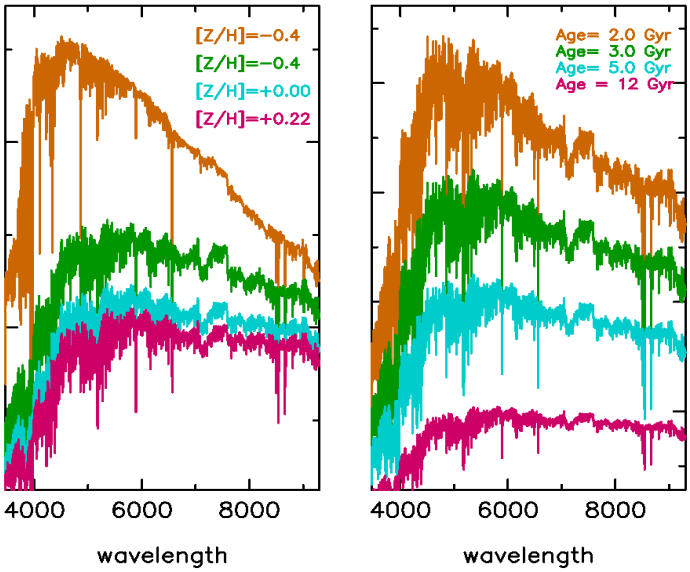
Aunque hemos avanzado mucho en algunos aspectos concretos, la mayoría de las preguntas planteadas en mi tesis doctoral siguen vigentes: ¿cuál es el origen del perfil de densidad de los halos de materia oscura? ¿qué procesos físicos impiden el enfriamiento del gas en las zonas centrales? ¿cuáles regulan la transformación del gas frío en estrellas dentro de las galaxias?

Desde el punto de vista teórico, los avances tanto en algoritmos como en recursos computacionales han permitido el desarrollo de simulaciones que incorporan una física cada vez más detallada, que poco a poco va reproduciendo con mayor precisión el universo observable.

Por otro lado, el progreso observacional ha sido aún más espectacular si cabe, y tanto la calidad como el volumen de los datos disponibles en la actualidad era completamente impensable (e intratable) hace dos décadas.

La forma de gestionar el conocimiento científico también ha cambiado, y una buena parte de toda esta información se halla públicamente accesible a la comunidad.

Es muy probable que a lo largo de los próximos 25 años la interpretación de grandes catálogos observacionales multifrecuencia, basada en una combinación de distintos modelos teóricos a distintas escalas, nos lleve a una comprensión mucho más profunda de la formación y evolución de galaxias y cúmulos... y nos descubra al mismo tiempo un buen número de preguntas que a día de hoy ni siquiera nos hemos planteado.



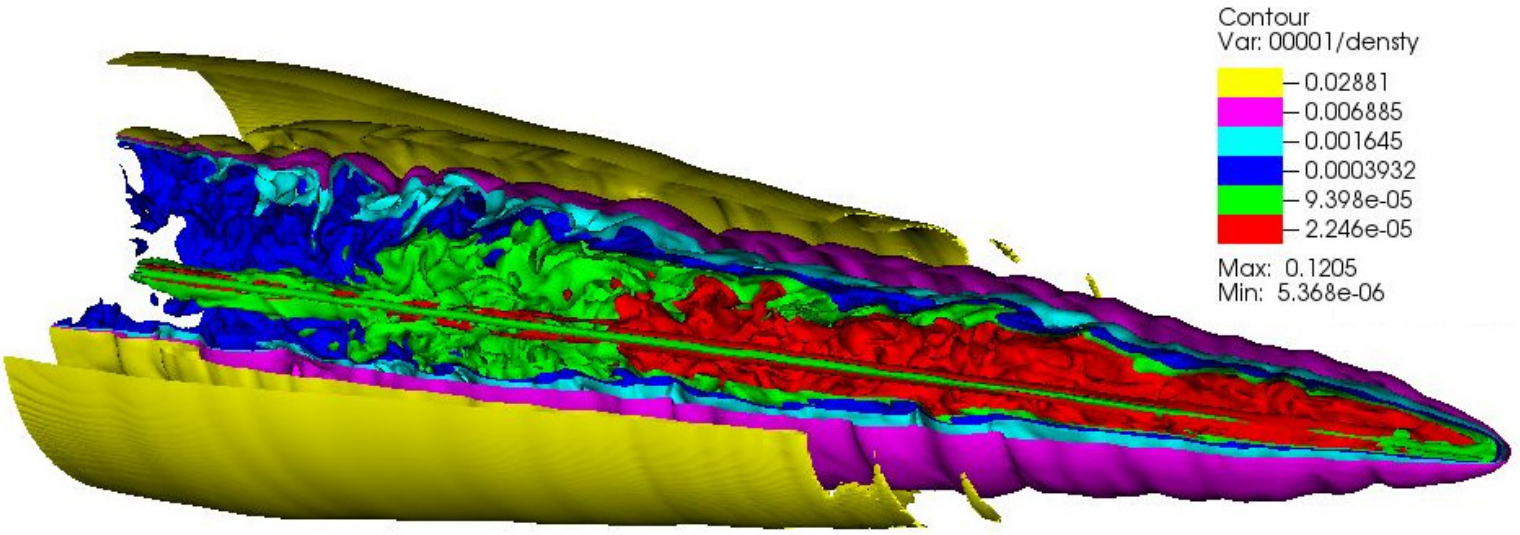
Espectros sinteticos para poblaciones viejas de diferentes metalicidades (izquierda) y para poblaciones de distintas edades y metalicidad solar (derecha) obtenidos con la libreria MILES.

Tesis: Historia de la formación estelar en galaxias de primeros tipos situadas en diferentes entornos
Director: Javier Gorgas

Después de completar mi tesis en la UCM obtuve mi primer contrato postdoctoral en la Universidad de Swinburne (Australia), donde trabajé con el Prof. Duncan Forbes en el estudio de cúmulos globulares extragalácticos. De Australia me fui a Suiza, a Ecole Polytechnique Federale de Laussane, para trabajar en el proyecto ESO Distant Cluster Survey (EDisCS), dirigido por el Prof Simon White y dedicado al estudio de la evolución de las galaxias de cúmulos desde desplazamientos al rojo de z∼1. En el año 2006 obtuve una beca Marie Curie, dentro del programa FP6, para trabajar en la Universidad de Central Lancashire (Reino Unido). Allí colaboré con el Prof. Brad Gibson en el campo de las simulaciones químico-dinámicas en un contexto cosmológico. En el año 2009, después de un breve paso por el IAC, me incorporé a la Universidad Autónoma de Madrid gracias al programa Ramón y Cajal y sigo trabajando en esta Universidad como Profesor Contratado Doctor.

Patricia Sánchez-Blázquez
Universidad Autónoma de Madrid
p.sanchezblazquez@uam.es

Mi trabajo de tesis analizaba las diferencias en las poblaciones estelares de galaxias elípticas situadas en entornos de diferente densidad. El principal resultado fue que encontramos, por primera vez, que las galaxias en cúmulos densos eran, en general, más viejas y ricas en metales que las que habitaban en entornos de menor densidad y que estas diferencias eran visibles, sobre todo, en galaxias de baja masa. Una parte importante de mi tesis fue también la creación de una librería estelar empírica, MILES, que a día de hoy es la más usada en los modelos de síntesis de poblaciones. El campo ha evolucionado bastante en los últimos años, debido al gran volumen de datos de gran calidad, pero sobre todo debido al desarrollo de modelos de poblaciones estelares que permiten hacer predicciones del espectro completo y en rangos de longitud de onda cada vez mayores. Esto ha llevado al desarrollo de algoritmos para obtener, no sólo información acerca de las edades y metalicidades medias, como hacíamos en mi tesis, sino de toda la historia de formación estelar, relación edad-metalicidad e incluso otros parámetros, como la función inicial de masa o la extinción. Estos desarrollos han hecho que el estudio de las poblaciones estelares se haya extendido también a galaxias más tardías y no sólo galaxias elípticas como era común cuando hice la tesis.



Superficies de nivel de densidad de masa extraído de una simulación numérica de un chorro relativista extragaláctico. El chorro se propaga a través de un medio con perfil de densidad y presión que imita el de una galaxia elíptica. La unidad de densidad corresponde a $1.67 \cdot 10^{-25}$ g/cm^3. La simulación se realizó en Mare Nostrum, BSC, usando 1024 cores y alrededor de cien mil horas de cálculo. Estas simulaciones tienen como objetivo el estudio de la evolución a gran escala de los chorros, así como de su efecto en el medio interestelar e intergaláctico (Perucho, Martí, Quilis, in prep.).

Tesis: Linear and non-linear Kelvin-Helmholtz instabilities in relativistic flows. Application to extragalactic jets
Director: José María Martí Puig

Tras realizar mi doctorado en la Universitat de València, obtuve una estancia postdoctoral en el Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn, donde permanecí hasta Diciembre de 2008. En el marco de mi actividad investigadora, aún visito anualmente esta institución, así como la Universidad de Würzburg. Tras el periodo postdoctoral regresé a España como investigador contratado Juan de la Cierva, incorporándome a la plantilla de la Universitat de València. Dos años más tarde, obtuve una plaza de profesor ayudante doctor en dicha universidad, que ocupé hasta obtener la plaza de profesor titular que ahora mismo ostento.

Manel Perucho Pla
Universitat de València
manel.perucho@uv.es

En mi tesis doctoral estudiamos las propiedades de estabilidad de los fluidos relativistas, tanto en el régimen lineal como en el no lineal, usando simulaciones numéricas. En ese momento, uno de los problemas por resolver en el campo de los jets extragalácticos era el de su impresionante estabilidad, dado que se propagan a lo largo de nueve órdenes de magnitud en distancia hasta impactar con el medio. Gracias a nuestro trabajo y al de otros colegas, tenemos una idea del porqué, aunque aún falta generalizar el resultado a jets magnetizados. Ahora, el debate en la física de jets está más centrado en los mecanismos y regiones de producción de radiación de alta energía, en las causas intrínsecas y el proceso exacto que causa la dicotomía morfológica entre las radiogalaxias de tipo FRI (deceleradas y decolimadas a gran escala) y de tipo FRII (colimadas hasta el punto de impacto), y en los procesos mediante los cuales los jets pueden influir en la evolución de la galaxia progenitora y su entorno (feedback).

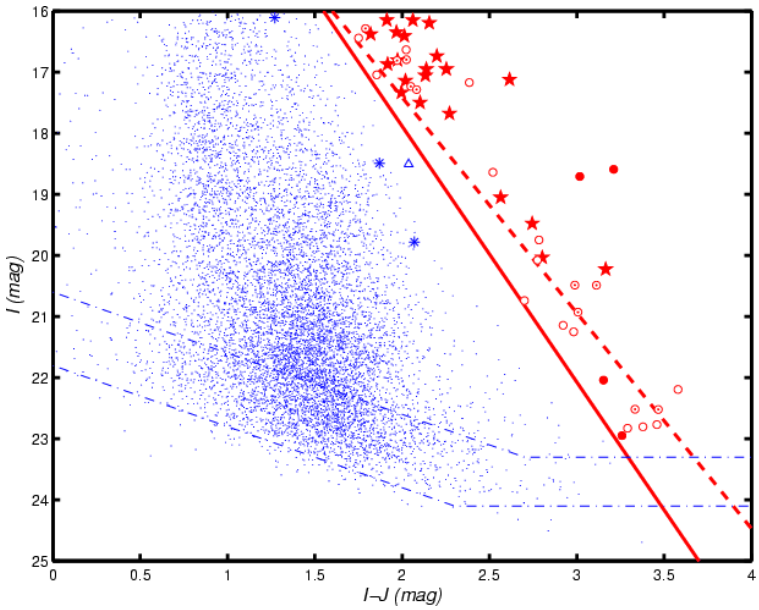


Diagrama color-magnitud I vs I-J del Cúmulo de Sigma Orionis. Los puntos pequeños corresponden a objetos en el fondo o primer plano, los símbolos estrellados a miembros del cúmulo confirmados espectroscópicamente, y el resto de objetos son candidatos a pertenecer al cúmulo.

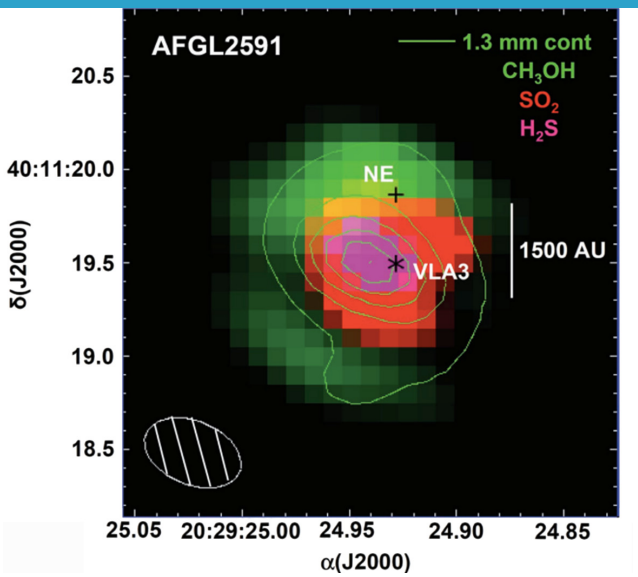
Tesis: Formación, evolución y multiplicidad de enanas marrones y exoplanetas gigantes
Directores: Rafael Rebolo y Víctor J. S. Béjar

Becario-colaborador en la Universidad Complutense de Madrid 1999-2000. Colaborador en el Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental 2000. Becario externo de la Fundación Iberdrola, becario de formación de personal universitario y astrofísico residente en el Instituto de Astrofísica de Canarias 2000-2005. Astrónomo de soporte en el Isaac Newton Group of Telescopes 2006. Stipendiat de la Alexander von Humboldt Stiftung en el Max-Planck-Institut für Astronomie 2006-2007. Investigador Juan de la Cierva en la Universidad Complutense de Madrid 2007-2009. Investigador Ramón y Cajal en el Centro de Astrobiología 2010-2015. Investigador de la Klaus Tschira Stiftung en el Landessternwarte Heidelberg 2016. Joven investigador y científico titular en el Centro de Astrobiología desde 2017.

José Antonio Caballero Hernández
Centro de Astrobiología (INTA/CSIC)
ja.caballero@csic.es

Las primeras enanas marrones confirmadas, Teide 1 y GJ 229 B, se descubrieron a finales de 1995 simultáneamente al primer exoplaneta alrededor de una estrella de la secuencia principal, 51 Peg b. Justo cinco años después comencé a hacer la tesis con el grupo descubridor de Teide 1 en el IAC. Mi primera tarea fue buscar exotierras transitantes alrededor de enanas marrones del vecindario solar, algo que por aquel entonces sonaba a ciencia ficción. Mi experiencia con variabilidad fotométrica la apliqué después a enanas marrones jóvenes en cúmulos estelares jóvenes, como sigma Orionis, que me llevó a estudiar la conexión estelar-subestelar en regiones de formación. Todo esto se aderezó con una búsqueda de compañeros subestelares, tanto enanas marrones como exoplanetas, a cortas separaciones de estrellas jóvenes cercanas con los tres sistemas de óptica adaptativa disponibles en España por entonces.

La conclusión principal de mi tesis fue que los objetos aislados de masa planetaria, de unas pocas masa de Júpiter, se forman mediante el mismo mecanismo que da lugar a enanas marrones y estrellas de baja masa. Después, mis primeras estancias postdoctorales se englobaron dentro de mi proyecto personal "Desde los superjúpiteres a las exotierras", que culminó con la entrada en operación de CARMENES, el nuevo espectrógrafo diseñado para detectar exotierras alrededor de estrellas de baja masa en el vecindario solar, y del que he sido co-gerente de proyecto y astrónomo del instrumento. Con CARMENES se cierra el círculo que comencé hace 17 años, y con el que comienzo otro en el que espero descubrir muchos planetas como nuestra Tierra en zona habitable.



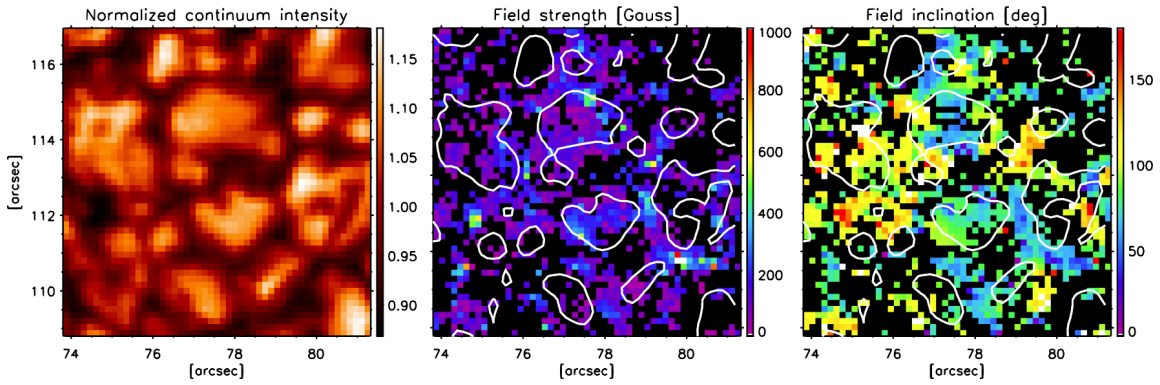
Segregación química en el núcleo molecular masivo AFGL2591. Las diferentes moléculas aparecen distribuidas en distintas capas esféricas concéntricas (a modo de capas de cebolla) como consecuencia de la presencia de una cavidad interna con un radio de 120 au (imagen adaptada de Jiménez-Serra et al. 2012, ApJ, 753, 34).

Tesis: Propiedades físico-químicas de las primeras fases de propagación de ondas de choque en regiones de formación estelar
Director: Jesús Martín-Pintado

En mayo de 2003 comienzo mi tarea investigadora en el Departamento de Astrofísica Molecular e Infrarroja en el Instituto de Estructura de la Materia (CSIC) bajo la supervisión del Prof. Jesús Martín-Pintado. La tesis se centra en el estudio observacional y teórico de las propiedades físico-químicas de las primeras fases de propagación de ondas de choque magneto-hidrodinámicas, que se caracterizan por la presencia del precursor magnético. Estudios teóricos predecían la existencia de este tipo de precursor en flujos bipolares jóvenes. Mi trabajo no solo demostró la existencia de dicho precursor sino que también caracterizó sus efectos en la estructura física y química del gas recientemente afectado por el choque.

Izaskun Jiménez-Serra
Queen Mary University of London
i.jimenez-serra@qmul.ac.uk

A finales de 2007, inicio un contrato postdoctoral bajo la dirección de la Prof. Paola Caselli en la Universidad de Leeds (Reino Unido). Durante esta estancia aplico mis conocimientos sobre el precursor magnético y choques magneto-hidrodinámicos al estudio de posibles indicadores de colisiones a gran escala entre nubes masivas. Estas colisiones probablemente dan origen a los cúmulos estelares y a las estrellas masivas. Este trabajo tiene una gran repercusión en el campo y es hoy día mi artículo más citado. En 2009 el Submillimeter Array (SMA) me otorga una fellowship para desarrollar mi propio proyecto de investigación en el Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Massachusetts, EEUU) con una duración de tres años. En esta estancia me centro en el estudio de la formación de estrellas masivas desde las primeras fases en nubes masivas oscuras en el infrarrojo ("Infrared-Dark Clouds") hasta núcleos moleculares calientes ("hot molecular cores"). A principios del año 2013 regreso a Europa con una Marie Curie Fellowship incorporándome en el European Southern Observatory (Múnich, Alemania) donde adquiero experiencia con el telescopio Atacama Large Millimeter Array (ALMA). En este período me intereso por el estudio de la química pre-biótica en el medio interestelar, y en particular sobre la química de aminoácidos sencillos como la glicina y de sus precursores. Desde entonces simultaneo el estudio de los procesos físicos involucrados en la formación de estrellas masivas con la química prebiótica en el medio interestelar. En 2015 consigo una Ernest Rutherford Fellowship (equivalente a los contratos Ramón y Cajal) del Science and Technology Facilities Council (STFC) británico. Con este contrato trabajo en el University College London durante un año y en 2016 me traslado a la Queen Mary University of London como Lecturer. En 2018 me incorporaré al Centro de Astrobiología en Madrid como Científico Titular del CSIC.



Área seleccionada correspondiente a Sol en calma donde se muestra, de izquierda a derecha, la granulación solar, la intensidad de campo magnético y su distribución de inclinaciones. Figura extraída de Orozco Suárez, et al., 2007, The Astrophysical Journal, 670, L61.

Tesis: Diffraction-limited spectropolarimetry of quiet sun magnetic fields
Directores: José Carlos del Toro y Luís Ramón Bellot

Aún recuerdo con nostalgia el verano de 2004 en el que me incorporé al Grupo de Física Solar (SPG) del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC). Venía de pasar un año y medio en Alemania y viajaba a Granada, a los pies de la Alhambra, a realizar mi tesis doctoral sobre los campos magnéticos del Sol en calma. El trabajo, premiado a la mejor tesis doctoral española en Astronomía y Astrofísica (bienio 2008-2009), se centró en el estudio de la dependencia de las líneas espectrales con la variación de parámetros físicos en la fotosfera solar y en el desarrollo de un código de inversión. Esto permitió analizar observaciones de primera luz del satélite japonés Hinode. En particular, analizamos datos tomados con su espectropolarímetro pertenecientes a una región del Sol en calma, centrándonos en las zonas internas a la red fotosférica, y obtuvimos las funciones de densidad de probabilidad de la intensidad y de la inclinación del campo magnético del plasma fotosférico. Los resultados mostraron que el Sol en calma está mayormente poblado por campos magnéticos del orden de cientos de Gauss y preferentemente horizontales. Éste resultado llevó a un cambio de paradigma de un Sol en calma vacío de campo magnético. Así, uno de los trabajos que resultaron de la tesis ha sido citado más de 140 veces. Desde entonces ha habido un intenso debate sobre la exacta distribución de inclinaciones de campo en el Sol en calma. Muchos trabajos se han centrado en demostrar la imparcialidad de los resultados debido a la influencia de factores externos como el ruido fotónico en el análisis de señales de polarización. Otros han puestos sus esfuerzos en determinar el origen de éstos, a partir de observaciones y su comparación con simulaciones numéricas de última generación. Durante este periodo de intenso debate he continuado investigando sobre el Sol en calma, primero durante una estancia de tres años y medio en el Observatorio Nacional de Japón (NAOJ) y luego desde el Instituto de Astrofísica de Canarias (2012-2015) con una beca Marie Curie del Consejo Europeo de Investigación donde, con la ayuda de Javier Trujillo y Andrés Asensio, extendí mi investigación al estudio de filamentos, protuberancias y espículas mediante el análisis del triplete de He I a 1083 nm. En la actualidad, el análisis de observaciones obtenidas por instrumentación de última generación como el Imaging Magnetograph Experiment (que ha volado en dos ocasiones en el globo SUNRISE de ESA-NASA) o GRIS (el espectropolarímetro del telescopio alemán GREGOR del Observatorio de Izaña), han supuesto un avance fundamental en el estudio del magnetismo del Sol en calma. A día de hoy sabemos que éste está repleto de campo magnético. Una parte se manifiesta a través de procesos de emergencia de campo en forma de bucles magnéticos, otra parte, a mucha menor escala, podría tener un origen turbulento. Desde 2016, después de haber recorrido el mundo, estoy de regreso donde comenzó todo. Trabajo en el IAA-CSIC donde participo en el proyecto SO/PHI (Polarimetric and Heloseismic Imager) para la misión espacial Solar Orbiter (ESA/NASA) y en el tercer vuelo de SUNRISE con un nuevo y mejorado instrumento IMaX+.

David Orozco Suárez
Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)
orozco@iaa.es

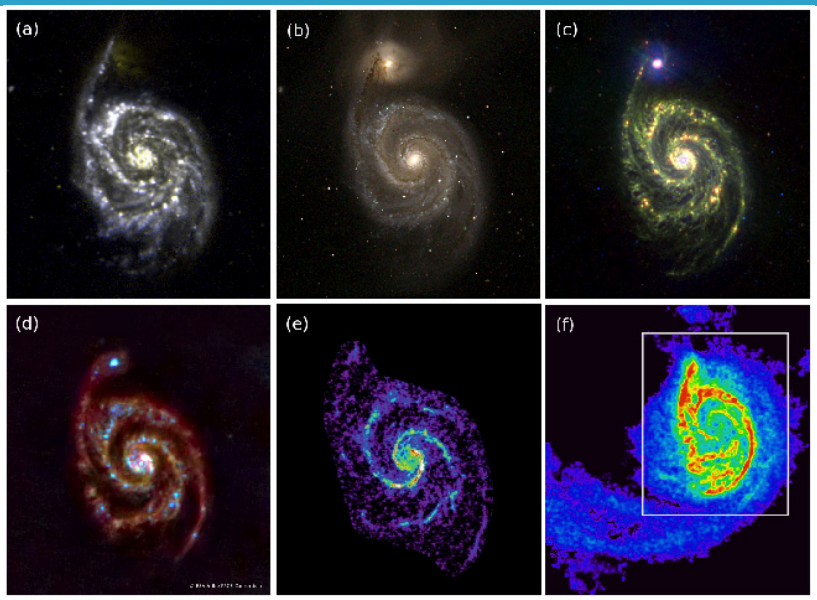
Tesis: A Mid-infrared Study of Local Luminous Infrared Galaxies
Directores: Almudena Alonso y Luís Colina

Mi proyecto de doctorado en Astrofísica, titulado "A Mid-infrared Study of Local Luminous Infrared Galaxies", fue desarrollado en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el título otorgado por la Universidad Complutense de Madrid en Febrero de 2009. Posteriormente, pasé a realizar un postdoc dentro de un programa Marie Curie Europeo en la Universidad de Creta (Grecia), donde continué con mi trayectoria en el estudio de galaxias luminosas infrarrojas con datos del telescopio espacial Spitzer. A continuación me desplacé al California Institute of Technology (Caltech) en Pasadena (US), donde estuve tres años y medio dedicándome al estudio del medio interestelar una muestra aún mas amplia de galaxias infrarrojas, utilizando datos del telescopio espacial Herschel. Actualmente me encuentro en la Universidad Diego Portales, en Santiago de Chile, donde disfruto de una ALMA-CONICYT Fellowship con la que me dedico a estudiar cuásares oscurecidos a alto desplazamiento al rojo, entre ellos la galaxia más luminosa del Universo detectada hasta la fecha, utilizando principalmente datos de ALMA, JVLA, VLT, y próximamente JWST.

Durante mi tesis tuve la gran oportunidad de trabajar con datos de infrarrojo medio de galaxias luminosas infrarrojas locales, obtenidos con uno de los telescopios más grandes del mundo, Gemini. A lo largo de los años posteriores he ampliado mis intereses científicos a todo lo relacionado con este tipo de objetos dentro del contexto de la formación y evolución de galaxias a través del tiempo cósmico. Utilizando telescopios espaciales y de tierra de ultima generación como Spitzer, Herschel, ALMA, VLT y dentro de poco JWST, he investigado los procesos de interacción y fusión entre estas galaxias, así como sus núcleos activos y vientos galácticos, o la física de su medio interestelar. En los últimos años he empezado además a estudiar la población de galaxias más luminosas que se ha detectado en el Universo hasta la fecha –cuásares calientes oscurecidos por el polvo a alto desplazamiento al rojo ($z > 3$)– de los cuales solo estamos comenzando a descubrir sus increíbles propiedades.

Desde el punto de vista académico, una de las principales razones por las que he conseguido expandir mi conocimiento en el campo extragaláctico en temas tan diversos, ha sido la posibilidad de colaborar con equipos internacionales al más alto nivel. Desde la pequeña isla de Creta hasta los telescopios de Chile, pasando por Caltech en la soleada California, la experiencia de trabajar en diferentes grupos y entornos ha sido crítica a la hora de obtener una preparación completa para a ser un investigador profesional. Y aunque todavía falta bastante camino por recorrer, lo que me da confianza es que la valoración de este tipo de esfuerzos y trayectorias a mejorado considerablemente durante la última década, con una tendencia positiva a pesar de las dificultades que está atravesando actualmente la ciencia en general en España (así como en muchos otros lugares del mundo), y la limitada disponibilidad de puestos permanentes en el gremio de la astrofísica.

Tanio Díaz Santos
Universidad Diego Portales (Chile)
tanio.diaz@mail.udp.cl



Imágenes de la galaxia espiral M51 en varias longitudes de onda: (a) UV, GALEX, (b) Visible, SDSS, (c) IR, Spitzer, (d) IR, Herschel, (e) CO, CARMA, (f) HI, VLA.

Tesis: Análisis de la distribución espacial de estrellas, gas y polvo en galaxias cercanas
Directores: Armando Gil de Paz y Jaime Zamorano Calvo

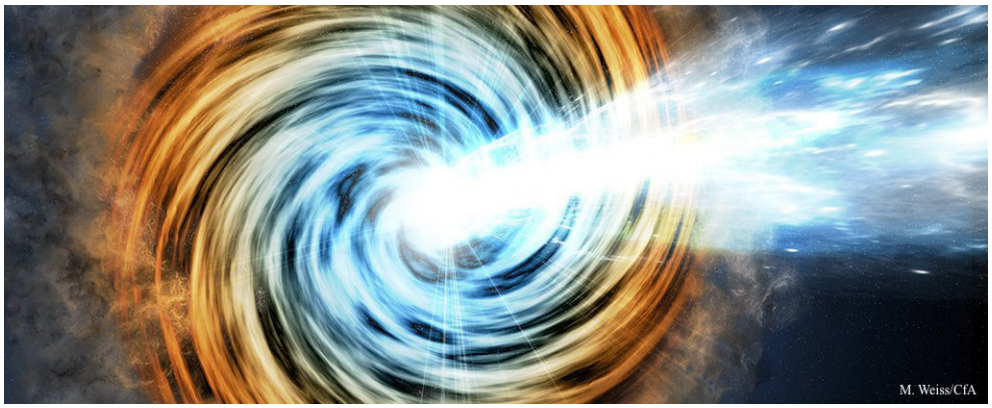
Tras terminar mi doctorado en 2010 en la Universidad Complutense de Madrid, trabajé como postdoc en el National Radio Astronomy Observatory en Charlottesville, Estados Unidos. Allí trabajé con Kartik Sheth en el Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G), estudiando migración estelar en galaxias. En 2013 me mudé a Santiago de Chile con una ESO Fellowship, y desde 2015 soy astrónomo staff en ESO. Aquí compagino mi investigación con actividades de soporte en Paranal, donde además soy Instrument Scientist de VIMOS y anteriormente VIRCAM.

En mi tesis usé la distribución espacial de poblaciones estelares, gas y polvo en galaxias cercanas de diferentes tipos para reconstruir cómo se formaron dichas galaxias. Para ello analicé datos tomados con diferentes telescopios espaciales y terrestres como GALEX, SDSS, 2MASS, Spitzer y VLA.

Juan Carlos Muñoz Mateos
ESO - Chile
jmunoz@eso.org

En el caso de las galaxias espirales, vimos que la distribución radial de poblaciones jóvenes y viejas indicaba que la extensión radial de los discos ha aumentado en promedio un 20%-30% en los últimos 7-8 Giga-años. También encontramos evidencias de este crecimiento en la variación radial de las propiedades del medio interestelar. Por ejemplo, calculamos que en las zonas externas de los discos hay unas 10 veces menos polvo por unidad de gas que en las regiones internas. Esto apunta a que las zonas externas de los discos se formaron en escalas de tiempo más prolongadas. También medimos variaciones radiales en la abundancia de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos que son consistentes con este escenario.

En los últimos años nuevos instrumentos y telescopios han hecho avanzar este campo significativamente gracias a mejoras en sensibilidad, resolución espacial y cobertura espectral. Ahora podemos estudiar la distribución bidimensional de poblaciones estelares con más precisión gracias a Unidades de Campo Integral como PPAK, MUSE (y pronto MEGARA) en el óptico, o KMOS en el infrarrojo para galaxias lejanas. En cuanto al polvo interestelar, en mi tesis trabajé con datos de Spitzer, que supuso un avance sustancial respecto a telescopios infrarrojos anteriores como IRAS. Desde entonces Herschel ha permitido comprender aún mejor la distribución y propiedades del polvo frío. No podemos olvidarnos de ALMA, que ahora nos permite estudiar el gas molecular en galaxias cercanas con una resolución de pocos parsecs, y también resolver galaxias mucho más distantes. En unos años el JWST y el ELT, con instrumentos como HARMONI o MOSAIC, nos permitirán resolver poblaciones estelares más allá del Grupo Local, así como escudriñar la estructura de las primeras galaxias.



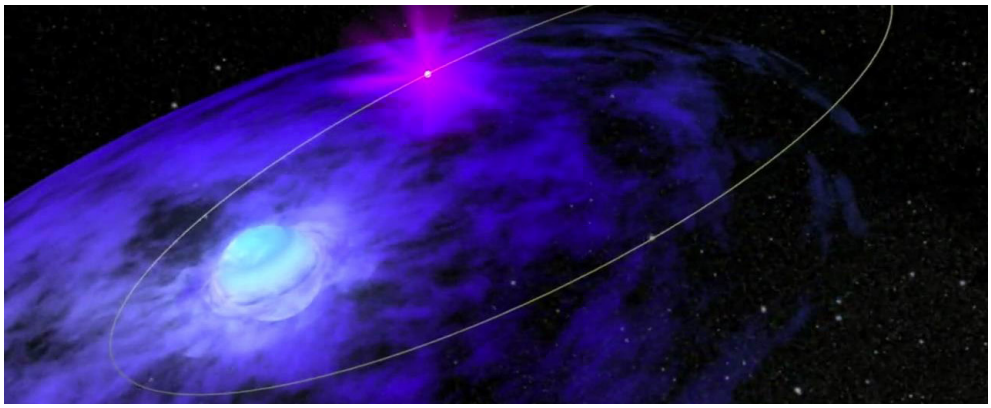
Recreación artística de un AGN. Créditos: M. Weiss/CfA

Tesis: Study of very high energy gamma ray sources: discovery of the blazars PKS 1222+21 and 1ES 1215+303
Directores: Ramón García López, Markus Gaug y Carlos Delgado Méndez

El tema central de mi tesis doctoral fue el estudio de núcleos activos de galaxias (AGN) en rayos gamma de muy alta energía (VHE, a energías mayores a 100 GeV), la parte más energética del espectro electromagnético. En este estudio, usando los telescopios Cherenkov MAGIC, detectamos por primera vez los AGN PKS 1222+21 y 1ES 1215+303, interpretando los datos en el contexto de observaciones multi-frecuencia. El resultado científico de mayor impacto fue sin duda el descubrimiento de emisión hasta unos 400 GeV proveniente de PKS 1222+21, junto con la detección de rápida variabilidad en su flujo. Dichas observaciones no podían ser explicadas por los modelos teóricos estándar. El primero de los modelos teóricos desarrollados para explicar los resultados se presentó en la tesis, y exigía un chorro o jet más complejo, involucrando una región de emisión pequeña que pudiese explicar la variabilidad de 9 minutos encontrada. Además, exigía que dicha región de emisión se encontrase fuera de la región de líneas anchas (BLR), para evitar la absorción de rayos gamma vía creación de pares al interaccionar el jet y dicha BLR, contrariamente al modelo estándar. Estas observaciones sentaron un precedente en el campo y es uno de los episodios de rápida variabilidad más estudiados hoy en día.

Josefa Becerra
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)
jbecerra@iac.es

Mi andadura en la investigación comenzó con espectroscopia óptica bajo la supervisión de Walter Boschin (TNG) e Ismael Pérez Fournon (ULL). Mi trabajo de master se centró en el estudio de explosiones de rayos gamma en la banda VHE, con Markus Gaug y Ramón García (IAC). Para más tarde incluir también el estudio de AGN a muy altas energías durante mi tesis doctoral, como astrofísico residente en el IAC. Durante mi primera estancia postdoctoral en DESY (Hamburgo), realicé estudios de poblaciones de AGN a altas energías. Pasé un corto periodo como postdoc en el ETH de Zurich, al que renuncié para unirme como investigador asociado al centro de vuelo espacial Goddard de la NASA. Durante mi estancia en NASA comencé mi colaboración científica con el satélite Fermi y la red Cherenov de agua HAWC. Actualmente, soy investigadora postdoctoral Severo Ochoa en el IAC. Gracias a los conocimientos adquiridos durante estos años, la técnica Cherenkov se ha consolidado. Actualmente, estamos construyendo el primer observatorio de rayos gamma de muy alta energía, la Red de Telescopios Cherenkov (CTA). Recientemente, también he trabajado en el estudio multi-frecuencia de la primera onda gravitacional producida por la fusión de dos estrellas de neutrones (GW170817).



Recreación artística de una binaria de rayos gamma. Créditos: Walt Feimer, NASA/Goddard Space Flight Center

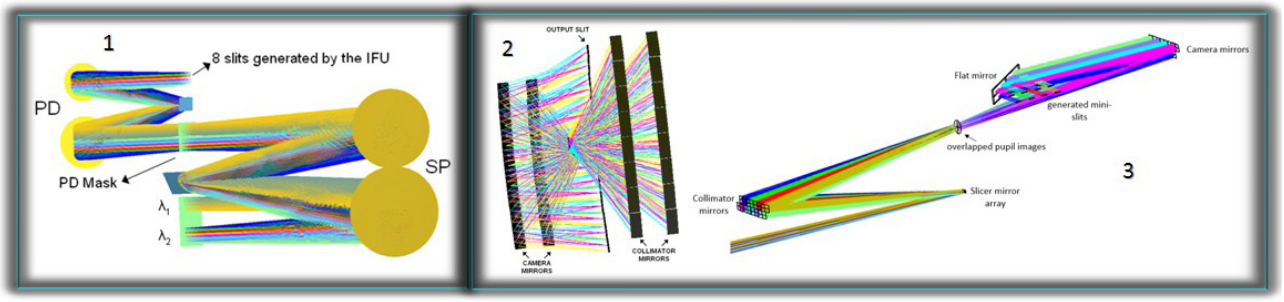
Tesis: Structure and nature of gamma-ray binaries by means of VLBI observations
Directores: Marc Ribó Gomis y Josep M. Paredes Poy

Las binarias de rayos gamma son sistemas exóticos formados por una estrella joven y masiva entorno a la cual orbita un objeto compacto que puede ser un agujero negro o un púlsar joven no acretante. La órbita de estos sistemas es muy excéntrica o de periodo orbital corto, por lo que en ciertos momentos de la órbita la intensa interacción produce chorros relativistas y emisión en todo el espectro electromagnético: desde ondas de radio hasta rayos gamma de muy alta energía en el rango de los teraelectronvoltios. Esta emisión transitoria refleja la presencia de una población de partículas relativistas que producen emisión por dispersión Compton inversa.

Dentro de la variedad de sistemas hay algo en común: la emisión transitoria se produce periódicamente, órbita tras órbita, ya sea con periodos de pocos días o de varios años dependiendo del sistema. Esto hace únicos a estos sistemas puesto que nos permite estudiar fenómenos de alta energía en escalas de tiempo cortas y configuraciones geométricas variables pero a la vez de forma periódica. Las binarias de rayos gamma son auténticos laboratorios donde estudiar desde la estructura del viento producido por un púlsar hasta entender la población de sistemas binarios en la Galaxia y su contribución al entorno interestelar.

Javier Moldón Vara
Universidad de Manchester
javier.moldon@manchester.ac.uk

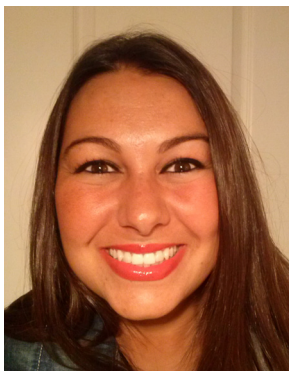
Algunas de las preguntas más fascinantes que nos quedan por resolver son: ¿Cuál es su fuente de energía? Es decir, conocer en detalle la población de electrones relativistas y llegar a enlazar la inyección de partículas a las pérdidas radiativas y adiabáticas. ¿Cómo evolucionan dichas partículas? Medir la geometría y dinámica de los chorros relativistas, observables directamente en radio usando interferometría de muy larga línea de base (VLBI). ¿Cuáles son las condiciones ambientales en el entorno cercano al sistema? Simulaciones númericas revelan que el material acelerado sufre interacciones complejas debido al movimiento orbital del sistema, dando lugar a regiones donde puede producirse nueva inyección de partículas y nuevos modos de absorción de la radiación emitida. ¿A dónde va el material acelerado? Es importante entender la interacción con el medio mediante la advección del material que se libera del sistema y su impacto en el medio interestelar. La formación de chorros relativistas es un fenómeno común en el Universo. Sin embargo, a pesar de su ubiquidad, aún no tenemos un conocimiento detallado de su física interna, su composición, su contenido energético o cómo se forman. Las binarias de rayos gamma son laboratorios fascinantes donde estudiar la física que hay detrás de uno de los procesos más violentos de nuestro entorno galáctico.



Tesis: Design of an Integral Field Spectrograph for the European Solar Telescope
Director: Manuel Collados Vera

Me licencié en Física-Astrofísica en el año 2007 en la Universidad de La Laguna (ULL). Un año antes fui becaria de verano en el área de instrumentación del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Al finalizar la licenciatura compaginé una beca como responsable del laboratorio de instrumentación astrofísica de la ULL con un Máster en Astrofísica – Experto en Instrumentación y Tecnología (ULL) y la Escuela Internacional de Instrumentación Avanzada, IScAI. Finalicé ambos en junio del 2008 y empecé a trabajar en el Instituto de Astrofísica de Canarias como ingeniera óptica para el Telescopio Solar Europeo (EST). Realicé mi tesis doctoral entre los años 2010 y 2013 en la Universidad de La Laguna. Mi tesis se titula "Diseño de un espectrógrafo de campo integral para el Telescopio Solar Europeo". Fue dirigida por el Dr. Manuel Collados y supervisada por el Dr. Roberto López. La tesis recibió el Premio SEA a la mejor tesis instrumental del bienio 2013-2014.

Trabajé en el IAC desde el 2008 hasta finales del 2014, tras este periodo me mudé a Oxford para trabajar en la empresa AVS UK como ingeniera óptica. En Agosto de 2015 empecé a trabajar en el Centro de Instrumentación Avanzada (CfAI) de la Universidad de Durham, Inglaterra, donde continúo actualmente como ingeniera óptica y líder de la línea de Image Slicers. He complementado mi formación con cursos de especialización para instrumentación astrofísica, como por ejemplo: diseño óptico Zemax (2008), diseño óptico avanzado (2009), análisis de tolerancias (2015), sistemas de iluminación y luz difusa (2015) y la escuela internacional de óptica para espacio (ISSO) de la Agencia Espacial Europea (ESA) (2017). Durante todos estos años he tenido la oportunidad de participar en diferentes proyectos instrumentales, como: GREGOR-GRIS, FASTCAM, EST, SOLAR-C, SOLAR ORBITER, HARMONI (ELT), MOSAIC (ELT), SENTINEL 4, AOCC (ESA) y 4MOST.



Ariadna Calcines Rosario
Universidad de Durham (UK)
ariadna.calcines@durham.ac.uk

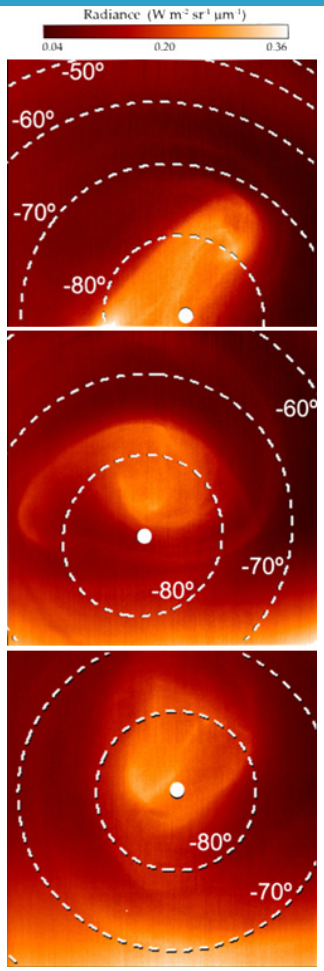
El tema de mi tesis es el diseño de un espectrógrafo de campo integral (Figura 1) para el Telescopio Solar Europeo (EST). Se trata de un espectrógrafo de alta resolución, espacial (0,1 segundos de arco) y espectral (R ≈ 300.000), con ocho rendijas de entrada de 0,05 segundos de arco de ancho por 200 segundos de arco de largo, permitiendo observar ocho longitudes de onda simultáneamente en un rango espectral entre 3.900 y 23.000 Å. Para optimizar la eficiencia en todo el rango de longitudes de onda el instrumento se divide en cuatro espectrógrafos conceptualmente idénticos: VIS-I (3.900-5.600 Å), VIS-II (5.600-11.000 Å), IR-I (7.000-16.000 Å), IR-II (10.000-23.000 Å). El campo de visión es de 80 segundos de arco cuadrados, aunque puede observarse un campo de 2 minutos por 2 minutos en observaciones sucesivas utilizando un sistema de barrido bidimensional. El diseño del instrumento es telecéntrico y ofrece una calidad óptica al límite de difracción. La tesis incluye el diseño de un nuevo concepto de Image Slicer, llamado MuSICa (Multi-Slit Image slicer based on collimator-Camera), para EST (Figura 2) y un prototipo para el espectrógrafo GRIS instalado en el telescopio solar GREGOR (Figura 3).

Tesis: Dynamics of the south polar vortex of Venus
Directores: Ricardo Hueso y Agustín Sánchez Lavega

Fue después de licenciarme en Física por la Universidad de la Laguna en el año 2010, cuando comencé a estudiar la dinámica del vórtice polar de Venus. Soy doctora por la Universidad del País Vasco, en el programa de doctorado Ciencia, Tecnología y Observación Espacial, desde el año 2014. Tras un primer postdoc corto en el Grupo de Ciencias Planetarias de la UPV/EHU donde continué analizando el vórtice usando observaciones de la nave espacial Venus Express, y una pequeña incursión en la docencia universitaria, obtuve un contrato postdoctoral del Centre National d'Études Spatiales de Francia para seguir estudiando la atmósfera de Venus en el Laboratoire de Météorologie Dynamique de Paris, pero esta vez desde un punto de vista más teórico, mediante simulación numérica.

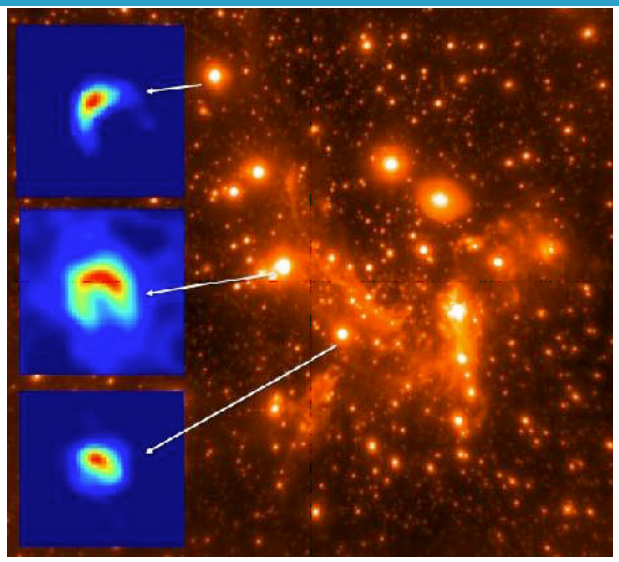
El agujero de ozono sobre las regiones polares de la Tierra tiene su origen en la aparición estacional de vórtices atmosféricos ciclónicos que confinan elementos químicos destructores del ozono. Vórtices polares con la capacidad de confinar dinámicamente las regiones polares aparecen también en las atmósferas de otros planetas como Marte, Venus, Titán y Saturno. En esta tesis se estudió la dinámica del vórtice polar sur de Venus mediante observaciones infrarrojas hiperspectrales obtenidas por la misión Venus Express (ESA). Los vórtices polares de Venus son permanentes y, a la vez, altamente variables en su forma, mostrando morfologías diferentes con cambios notables en tan solo 24 horas. El vórtice sur alcanza tamaños de 3000km y se extiende al menos 20km de altura. En esta tesis se determinó el campo de velocidad del vórtice en dos niveles: a 40km de altura, donde encontramos nubes densas por las que escapa la radiación térmica emitida por la atmósfera inferior, y a 60km de altura,

Itziar Garate Lopez
Laboratoire de Météorologie Dynamique
itziar.garate-lopez@lmd.jussieu.fr



Imágenes infrarrojas del polo sur de Venus obtenidas a 3.8 o 5.1 μm por el espectrómetro de imagen VIRTIS de la nave Venus Express (ESA). Estas tres morfologías del vórtice (dipolar, circular e irregular en forma de S-invertida) son las más características de los vórtices polares de Venus.

donde la radiación térmica emitida por las nubes superiores escapa hacia el exterior sin obstáculos. También se estudió la distribución tridimensional de la temperatura del aire utilizando un código de inversión espectral adaptado a la atmósfera de Venus. El estudio se realizó sobre diferentes formas características del vórtice (imagen adjunta). La combinación de datos de velocidad del viento y de temperatura permitió calcular por primera vez en Venus la vorticidad potencial de Ertel. Esta es una magnitud fundamental en el estudio de la dinámica atmosférica y suele utilizarse para la formulación de modelos numéricos, ya que es una magnitud que se conserva bajo condiciones particulares.Los resultados mostraron que el vórtice polar sur se mueve en torno al polo de forma errática en ambas alturas y de manera diferente en cada nivel, de modo que los cambios en la morfología de sus nubes no siguen ningún patrón aparente. También se encontró que el rotacional del viento y la temperatura están inversamente correlacionados en la nube superior, una característica en común con el vórtice polar terrestre. Sin embargo, el campo de vorticidad potencial de Ertel muestra una distribución anular más parecida al caso de Marte. De modo que en Venus se combinan aspectos de los vórtices polares de ambos planetas junto con aspectos únicos, como su permanencia en el tiempo y su fuerte variabilidad.



Imágenes interferométricas reconstruidas de la morfología tipo "bow shock" resultante de de la interacción entre el viento de estrellas tipo Wolf-Rayet con los brazos de gas y polvo en el parsec central de la Vía Láctea.

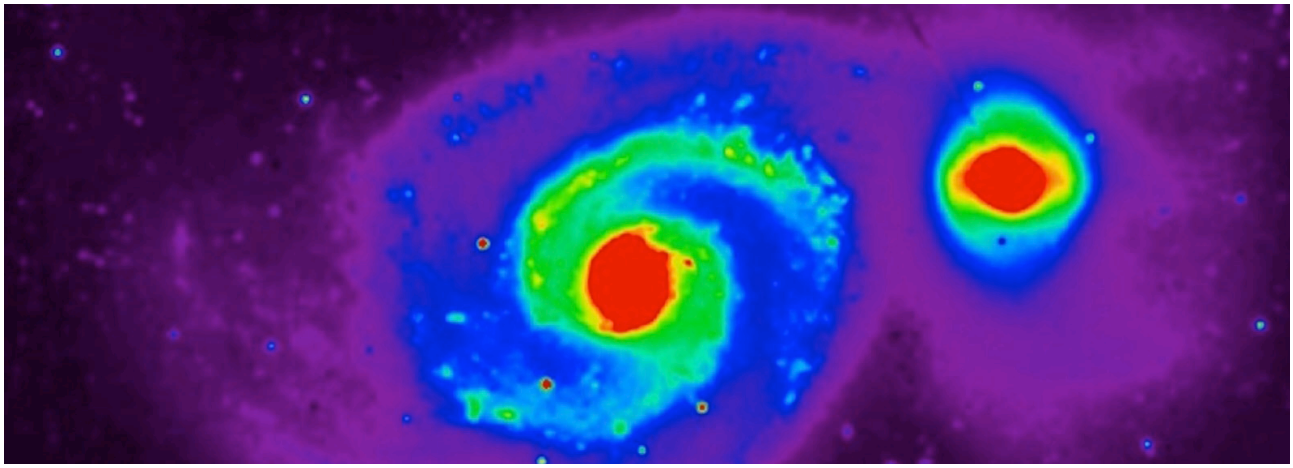
Tesis: Estudio de las propiedades morfológicas y dinámicas de las estrellas masivas con técnicas de alta resolución angular
Directores: Antxon Alberdi y Rainer Schoedel

En 2008, me gradué como Ingeniero en Mecatrónica por el Tecnológico de Monterrey, México. En 2010 terminé el Master en Física y Matemáticas y en 2015 me gradué como Doctor en Física y Ciencias Espaciales, ambos títulos por la Universidad de Granada en España. Sin embargo, mi trabajo de doctorado fue desarrollado principalmente en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC). De 2015 a 2017 estuve trabajando como investigador postdoctoral en el Instituto Max-Planck de Astronomía en Heidelberg, Alemania. A partir de diciembre de 2017, me he incorporado como ESO Fellow en Chile.

Mi trabajo de tesis estuvo relacionado con el estudio de física de las estrellas de alta masa. Este tipo de estrellas son raras y difíciles de observar, si las comparamos con las de baja masa. Además se forman en las regiones más densas de las nubes moleculares, donde pasan aproximadamente el 20% de su tiempo de vida. Lo que dificulta la observación de sus etapas tempranas de evolución. Por otro lado, la gran mayoría de las nubes en las que se forman se encuentran a distancias mayores de 1 kpc, de tal forma que su estudio requiere observaciones de alta resolución angular para poder analizar a detalle los procesos físicos de su evolución. Mi tesis abordó los siguientes problemas científicos relacionados con las estrellas masivas: (i) el estudio de sus fases iniciales de la vida; (ii) la multiplicidad; y (iii) las interacciones de sus vientos con el medio interestelar. Para poder llevar acabo estos estudios se utilizaron datos interferométricos en el infrarrojo cercano en la forma de "Sparse Aperture Masking" (SAM, con el instrumento NACO/VLT) y de muy larga base (con el instrumento AMBER/VLTI). Dichas observaciones fueron complementadas con datos de optica adaptativa y espectroastrometría. Entre los resultados más destacados de estos proyectos, podemos mencionar: (i) la confirmación de la presencia de un objeto compacto (posiblemente un disco de acreción) en el núcleo de uno de los objetos jóvenes más masivos ($25M_{\odot} < M < 40M_{\odot}$) que se conocen: NGC 36023 IRS9A*; (ii) la caracterización de la multiplicidad en dos sistemas triples jerárquicos de muy alta masa (HD 150136 y Herschel 36); y (iii) el estudio de la morfología tipo "bow-shock" generada por el choque de los vientos de estrellas Wolf-Rayet con los brazos espirales de gas y polvo en el parsec central de la Galaxia.

Joel Sánchez-Bermúdez
Max-Planck-Institut für Astronomie
jsanchez@mpia.de

Actualmente sigo trabajando en el estudio de las estrellas de alta masa, ahora con los interferómetros infrarrojos de nueva generación. En la parte técnica también me encuentro interesado en el desarrollo de nuevos algoritmos de reconstrucción de imágenes interferometrícas. Los cuales serán cruciales para la explotación científica de instrumentos como GRAVITY o MATISSE en el VLTI.



Tesis: Making galaxies passive – Insights from resolved studies of nearby galaxies
Directora: Eva Schinnerer

Licenciado en Física por la Universidad Complutense de Madrid, con Premio Extraordinario, llevé a cabo mis primeros proyectos de investigación en la Universidad de Nottingham y en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Soy doctor en Astrofísica por la Universidad de Heidelberg, con una tesis sobre formación estelar en galaxias cercanas realizada en el Instituto Max Planck de Astronomía (MPIA).

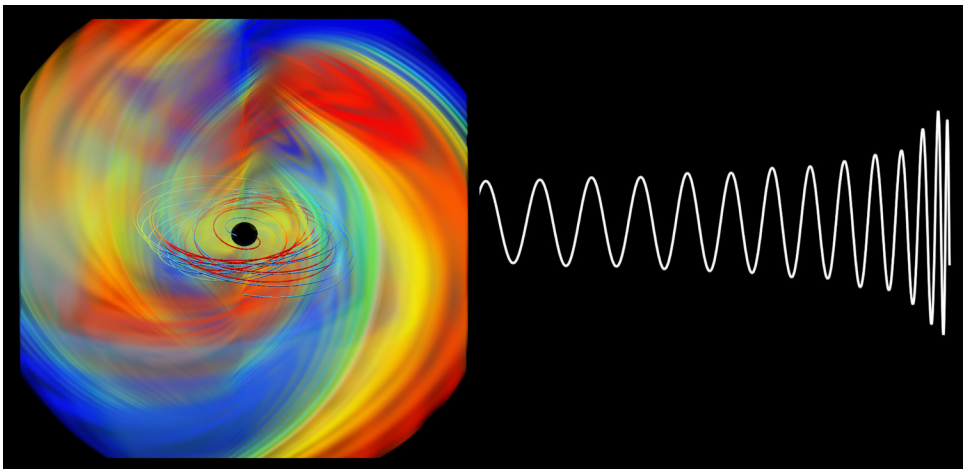
Actualmente soy Fellow del Observatorio Europeo del Sur (ESO), en Múnich, y recientemente he obtenido una plaza como funcionario del Cuerpo de Astrónomos en el Observatorio Astronómico Nacional, en Madrid.

Miguel Querejeta
ESO - Garching
mquereje@eso.org

Uno de los retos fundamentales de la astrofísica moderna es comprender el proceso mediante el cual el gas se transforma en estrellas, y los factores que lo condicionan en el contexto de la estructura y dinámica de las galaxias. En esta tesis se examinan dos mecanismos que pueden detener rápidamente dicho proceso de formación estelar ("quenching"): la respuesta de un núcleo galáctico activo y las fusiones mayores de galaxias.

La tesis comienza presentando un método para cartografiar la distribución de masa estelar en galaxias próximas, empleando datos del telescopio espacial *Spitzer* en el infrarrojo cercano. Con uno de estos mapas de masa estelar, demostramos que en la galaxia M51 existe transporte de gas molecular hacia el núcleo galáctico activo (AGN) como resultado de los torques gravitatorios. Conectamos a continuación este flujo de gas con los efectos desencadenados por el propio AGN. Con un gran detalle espacial, mostramos que en M51 hay una estrecha relación entre las estructuras del chorro de plasma que emerge del núcleo (visible en ondas de radio mediante emisión sincrotrón) y la distribución y cinemática del gas molecular circundante, lo que dificulta la formación de nuevas estrellas en el bulbo galáctico.

Desde una perspectiva complementaria, hemos prestado atención a la posibilidad de suprimir la formación estelar mediante fusiones mayores de galaxias, formando discos pasivos. Analizando simulaciones numéricas, hemos hallado que las fusiones mayores de galaxias espirales pueden resultar en una galaxia lenticular (S0), y no necesariamente en elípticas. Estas S0s, en las que se ha suprimido la formación estelar al tiempo que se forma un disco estelar extenso, obedecen las relaciones de escala de galaxias lenticulares reales.



Representación artística de una colisión de agujeros negros emitiendo ondas gravitatorias. Visualización: Rafel Jaume, Simulación: Sascha Husa

Tesis: Hierarchical data-driven modelling of binary black hole mergers
Directores: Sascha Husa y Alicia Sintes Olives

Soy licenciado en Física por la Universidad de las Islas Baleares (UIB) en 2011. En este periodo se produce el primer contacto con el grupo de Relatividad y Gravitación de la UIB y con la colaboración científica LIGO. Obtengo el Máster en Astrofísica por la Universidad de La Laguna y el Instituto Astrofísico de Canarias donde trato el problema de la recombinación de hidrógeno en el universo primitivo. En 2013 obtengo la beca FPI-CAIB, concedida por el 'Govern de les Illes Balears' y el 'Fondo Social Europeo', para la realización de la tesis doctoral. En 2014 se me otorga la beca 'Max Planck Prince of Asturias Mobility Award'. Como miembro de LIGO, somos galardonados con el Premio Princesa de Asturias 2017 a la investigación científica y técnica. Obtengo el título de doctor en 2017. En este mismo año consigo la beca/premio del Istituto Nazionale di Fisica Nucleari (INFN) de la 'sezione di Napoli' para realizar una estancia postdoctoral bianual en colaboración con el grupo de física teórica de la Universidad de La Sapienza (Roma).

Francisco Jiménez-Forteza
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
fjimenez@na.infn.it

Mi tesis doctoral se centró en la simulación numérica y modelaje fenomenológico de la colisión de estrellas binarias de agujeros negros, en particular, de las ondas gravitacionales generadas en tales cataclismos cósmicos. La colisión de binarias de agujeros negros está ya siendo confirmada como la fuente más habitual de observación de ondas gravitacionales en los interferómetros terrestres LIGO y Virgo. Precisamente y desde 2015 hemos sido capaces de acumular hasta cinco eventos de estas características, en lo que se ha llamado 'el nacimiento de la astronomía de las ondas gravitacionales'. En mi tesis doctoral se han estudiado diferentes factores relacionados con el modelaje fenomenológico de las ondas gravitacionales. Desde la posible sistemática causada por las imprecisiones de las simulaciones numéricas en los modelos, el estudio profundo de las técnicas estadísticas de calibración y selección fenomenológicas, hasta la inclusión y calibración en los modelos de efectos subdominantes tales como la 'diferencia de espín', destinados a mejorar la estimación de los espines intrínsecos de cada objeto en futuras observaciones. En particular, se ha implementado una novedosa técnica de ajuste jerárquico del espacio de parámetros que aumenta la precisión de los modelos en las regiones donde se esperan más detecciones. Estos modelos han sido utilizados para el cálculo de la energía total radiada, espín del objeto remanente y el cálculo del pico de luminosidad en las cinco observaciones hechas hasta la fecha por la colaboración LIGO-Virgo y establecen las bases estratégicas y estadísticas para futuras actualizaciones de los modelos fenomenológicos.

SEA
XIII REVNIÓN CIENTÍFICA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ASTRONOMÍA
SALAMANCA, 16-20 JVLIO DE 2018
HOSPEDERÍA FONSECA
COMITÉ CIENTÍFICO:
Andrés Asensio (IAC)
Fernando Atrio (USAL)
Paula Benavidez (UA)
Fernando Buitrago (IA, Lisboa)
Benjamín Montesinos (CAB) (Coordinador)
Rainer Shoedel (IAA)
Alicia Sintes (UIB)
Licia Verde (ICCUB)
Eva Villaver (UAM)
COMITÉ LOCAL:
Fernando Buitrago (IA, Lisboa) (Coordinador)
Juan Manuel Corchado (USAL)
Fernando de la Prieta (USAL)
Belén Pérez (USAL)
María Ángeles Pérez (USAL)
Inés Rodríguez (Museo de la Ciencia, Valladolid)
VNIVERSIDAD D SALAMANCA
VNIVERSIDAD D SALAMANCA
1218-2018

¡A SOLO SEIS MESES DE LA XIII REUNIÓN CIENTÍFICA!

Nuestra Sociedad celebrará su XIII Reunión Científica en el Colegio Arzobispo Fonseca, situado en una de las zonas más emblemáticas de Salamanca, del 16 al 20 de julio de 2018, coincidiendo con el octavo centenario de la Universidad. Durante los cinco días de reunión, la comunidad astronómica española y los científicos invitados presentarán y debatirán sus trabajos más recientes con el fin de promover la transmisión de resultados y discutir nuevos proyectos. Nos esperan en Salamanca actividades plenamente consolidadas y nuevas propuestas. En esta ocasión son nuestros colegas portugueses los invitados a la Reunión Científica.

Benjamín Montesinos
Coordinador del Comité Científico
bmm@cab.inta-csic.es

Fernando Buitrago
Coordinador del Comité Local
y miembro del Comité Científico
fbuitrago@oal.ul.pt

Estamos a las puertas de 2018, y en poco más de seis meses celebraremos nuestra Reunión Científica en Salamanca. En esta edición tendremos nueve sesiones plenarias, cinco de ellas en un formato que ya comenzamos a explorar en Bilbao y que dimos en llamar "Plenarias monográficas", aunque sus contenidos, como veréis son de interés para el conjunto de la comunidad astronómica. Esas sesiones serán "Gaia", "Ondas gravitatorias", "Nuevos desarrollos en alta resolución en imagen", "Athena y sus sinergias" y "Enseñanza y divulgación de la astronomía". Las cuatro restantes serán la inaugural, con las conferencias de los premios SEA a las mejores tesis doctorales, dos misceláneas y la dedicada a la ciencia y colaboraciones entre España y Portugal, ya que, como hemos anunciado en las circulares ya enviadas, Portugal y su astronomía son los invitados de este año a nuestra Reunión Científica.

Podéis encontrar en nuestra web la lista de temas y ponentes confirmados para las sesiones plenarias, a falta de algunos detalles que anunciaremos oportunamente.

Conscientes de la siempre difícil tarea de seleccionar una lista de conferenciantes y temas, el Comité Científico ha priorizado para esta edición propuestas vanguardistas, como los resultados y perspectivas de Gaia, ya que cuando celebremos la Reunión, el Data Release 2 de la misión hará escasamente dos meses

Fachada de la hospedería Fonseca, donde tendrá lugar la Reunión Científica.

que haya visto la luz. No podían faltar las ondas gravitatorias, que han introducido un término hasta ahora inédito, "la astronomía multimensajero", que ha abierto una ventana excitante y complementaria a la astronomía electromagnética. Exploraremos los nuevos avances en alta resolución en imagen a través de expertos en ALMA, EHT, Gravity y Radioastron/VLBI. Veremos también las sinergias que ofrecerá la misión ESA/Athena con otros grandes observatorios (ESO, CTA y SKA) y, como ya hemos anunciado en las circulares, celebraremos por primera vez una sesión plenaria dedicada a la divulgación y enseñanza de la astronomía, un tema crucial y que merece todo el apoyo para hacer llegar a la sociedad el fruto de nuestras tareas puramente científicas.

Muchos ya sabéis, por experiencia, que estas reuniones de la SEA son intensas, por no llamarlas agotadoras. Cómo no, continuaremos con el formato de sesiones paralelas, reuniones de grupos y el empeño colectivo en seguir potenciando y mejorando las tareas de divulgación y enseñanza.

No faltará, como en ediciones anteriores, la organización de eventos al público general que tengan un impacto directo en la sociedad. Iremos concretando el programa en la web de la reunión. No dudéis en contactar con los Comités Científico y Local para plantear propuestas y actividades que podamos llevar a cabo.

Os invitamos a todos a participar en esta Reunión y a disfrutar de la ciudad de Salamanca y su impresionante patrimonio histórico y cultural. Desde estas líneas, un sincero agradecimiento a los miembros de la Universidad de Salamanca que nos están ayudando con toda la logística local por el inmenso esfuerzo que somos conscientes supone acoger a más de 350 astrónomos en la ciudad durante una intensa semana.

REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA

La RIA fue creada en 2007 como un Grupo de Trabajo de la Comisión Nacional de Astronomía (CNA). Su primer coordinador fue el prof. Xavier Barcons, actual director general del European Southern Observatory (ESO). En la actualidad el prof. Vicent Martínez sustituye interinamente al prof. Jordi Torra en el desempeño de esta coordinación, a la espera de la recuperación de Jordi.

Vicent J. Martínez
Observatori Astronòmic
Universitat de València
vicent.martinez@uv.es

El Mapa de ICTS (2014) identifica a la RIA como una Red de ICTS constituida, en la actualidad, por seis ICTS:

- Gran Telescopio Canarias (GTC)
- Observatorios de Canarias (OOCC). Incluye a los Observatorios del Roque de los Muchachos (ORM, La Palma) y del Teide (OT, Tenerife)
- Observatorio Astronómico de Calar Alto (CAHA)
- Radiotelescopio IRAM 30m (IRAM)
- Observatorio de Yebes (OY)
- Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ)

Por otra parte, la RIA incluye, dentro de sus actividades de coordinación las actividades que se llevan a cabo en a las Instalaciones y Organismos Internacionales (IOI) de Astronomía:

- European Southern Observatory (ESO)
- Programa Científico de la European Space Agency (ESA)

Al mismo tiempo la Red coordina los estudios relacionados con futuras ICTS de Astronomía en tierra, entre otras, el European Solar Telescope (EST), Square Kilometer Array (SKA) y Cherenkov Telescope Array (CTA).

Los objetivos generales de la RIA, tal y como establece su reglamento, son:

- Asesorar a la Administración del Estado y a las Instituciones que lo deseen en el campo de las infraestructuras y la instrumentación astronómicas.
- Facilitar la coordinación entre las diversas infraestructuras de la Red.
- Optimizar y coordinar el uso de otras infraestructuras necesarias para la astronomía.

Un elemento esencial de la RIA es su organización en ocho grupos de trabajo específicos con objetivos definidos para cada uno de ellos (los detalles pueden verse en: http://riastronomia.es/organigrama, donde se relacionan sus componentes y los objetivos específicos de cada grupo. Los grupos actuales son:

- Infraestructuras en Radioastronomía
- ESO (European Southern Observatory)
- Operaciones, utilización y seguimiento
- Telescopios solares

- Futuro de los telescopios de 2-4m
- Instrumentación astronómica
- Programa Científico de la ESA
- CTA

Recientemente la RIA está estudiando la definición de algunos de estos grupos, actualizando su constitución y sus objetivos. Paralelamente, se está considerando la creación de otros grupos que pudieran interesar debido al impacto de las investigaciones más recientes en astrofísica y la implicación de grupos españoles en ellas. En particular, dada la participación española en proyectos internacionales de detección de ondas gravitacionales como LIGO y VIRGO, sería recomendable la constitución de un grupo de trabajo con esta temática. Así mismo, dada la singularidad de una instalación como el Extremely Large Telescope (ELT) del ESO, cuya primera luz está prevista para 2024, sería muy apropiado constituir un grupo de trabajo del ELT y su instrumentación.

Es el conjunto de todas las instalaciones, a pesar de sus diversidades y diferencias, lo que constituye el gran recurso común de la astronomía española. Por ello es del máximo interés que desde la RIA se fomente y apoye la realización de seminarios, jornadas y reuniones abiertas a toda la comunidad que den a conocer el conjunto de los recursos disponibles y las mejores técnicas para su explotación.

Las Reuniones Abiertas que organiza la RIA permiten también llevar a cabo actividades de *Hands-on* sobre procedimientos de análisis de datos astronómicos.

La oficina de coordinación de la RIA, juega un papel muy importante en la buena marcha de la Red. Desde ella se realiza todo el trabajo administrativo y de soporte logístico a las actividades de la RIA, incluyendo reuniones abiertas y reuniones de los grupos de trabajo. Esta oficina gestiona las webs de todas las reuniones abiertas.

Este año la RIA ha podido financiar siete reuniones científicas. Así en junio se encontraba la comunidad española que trabaja en Física Solar y Heliosférica para tener en Mérida su sexta reunión. En septiembre se reunían en Madrid los astrónomos interesados en usar el instrumento MEGARA en el GTC. Octubre resultaba especialmente prolífico, acogiendo tres reuniones. Así, a principios del mes en Teruel se presentaban los primeros 18 apuntados del survey J-PLUS. En Toledo se trataba la ciencia que se podrá realizar con MOSAIC cuando sea instalado en el ELT. Y acabando ese mes, en Granada se trataba la actividad presente y futura de la comunidad española en el telescopio de rayos X, Athena. Finalmente, en noviembre se realizaban las dos últimas reuniones. A principios de ese mes, Valencia acogía una reunión de científicos de diferentes disciplinas interesados en la ciencia que producirá SKA. Y cerrando noviembre, la reunión que tenía lugar en Cádiz se centraba en optimizar el uso del instrumento EMIR en el GTC, finalizando un productivo año.

REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA:

La VI Reunión Española de Física Solar y Heliosférica se celebró en el Centro Universitario de Mérida de la Universidad de Extremadura entre los días 20 y 22 de junio de 2017. El objetivo principal de esta sexta reunión era el mantenimiento de la cohesión y colaboración entre los grupos españoles que trabajan en este campo científico, especialmente de cara a la puesta en marcha de iniciativas como la misión Solar Orbiter o la construcción e instalación del telescopio EST.

José Manuel Vaquero Martínez
Universidad de Extremadura
En nombre del Comité Organizador Local
jvaquero@unex.es

Desde el 20 al 22 de junio de 2017 tuvo lugar en el Centro Universitario de Mérida de la Universidad de Extremadura la VI Reunión Española de Física Solar y Heliosférica. Dos años después de nuestro último encuentro en San Cristóbal de la Laguna (Tenerife), la comunidad española involucrada en este campo de la ciencia se reunió nuevamente para exponer los últimos trabajos realizados y debatir sobre nuestro papel en la investigación llevada a cabo en el ámbito internacional. Tanto en esta reunión como en todas las anteriores, se han tenido especialmente en cuenta nuestras infraestructuras de investigación y la posición estratégica de una parte de nuestro territorio (las Islas Canarias) para la instalación de grandes telescopios solares.

La VI Reunión Española de Física Solar y Heliosférica contó con un total de 30 comunicaciones orales. Una de las novedades respecto a ediciones anteriores fue la introducción de una sesión dedicada a pósteres, donde fueron presentados un total de 5. Además, la sesión de inauguración contó con la presencia de autoridades de la Universidad de Extremadura y del Ayuntamiento de Mérida. También se celebró una asamblea general y una sesión de homenaje, como clausura de la reunión, dedicada a nuestros queridos compañeros recientemente jubilados Manuel Vázquez Abeledo y José Antonio Bonet Navarro. Los trabajos presentados en esta reunión abarcaban un gran espectro de la física solar y heliosférica. Así, fueron presentados modelos teóricos del Sol, se analizaron diferentes observaciones solares y se habló sobre el almacenamiento de datos de misiones espaciales en los archivos de la European Space Agency (ESA), sobre rayos cósmicos o de la meteorología y climatología del espacio. El encuentro se desarrolló teniendo como telón de fondo la misión Solar Orbiter y el telescopio EST. Durante la reunión, se informó sobre las novedades de estos dos grandes proyectos. En marzo de 2016, EST fue nombrado “proyecto estratégico europeo” por la Unión Europea, incluyéndolo en el conocido “roadmap ESFRI”. Este es un paso de gran importancia, esperado y perseguido durante mucho tiempo, que debería abrir muchas puertas para poder finalmente iniciar la construcción del telescopio. Muy recientemente, ha sido aprobado el proyecto europeo PRE-EST para toda la fase preparatoria. El proyecto arrancó el 1 de abril y será desarrollado duran-

Fotografía de grupo de la VI Reunión Española de Física Solar y Heliosférica en el teatro romano de Mérida.

te cuatro años. Se espera que, tras la finalización de este proyecto previo, estén preparados los planos de construcción y se haya avanzado considerablemente en la firma de los acuerdos internacionales para su futura ejecución. Aunque las perspectivas son buenas, falta aún consolidar la financiación por parte de todos los socios, labor que se irá desarrollando hasta el bienio 2020-2021. Solar Orbiter, por su parte, está ya prácticamente listo. Los modelos de vuelo serían entregados a final de este año y el lanzamiento está previsto para octubre de 2018.

En esta sexta edición de la Reunión Española de Física Solar y Heliosférica han participado un total de cuarenta y cinco personas: dieciséis mujeres y veintinueve hombres. En este encuentro estaban representados tanto los grupos de investigación nacionales que trabajan en nuestra comunidad (IAC, UAH, UV, UEx, UIB, Ebro, IAA, ESAC y UB), como grupos internacionales venidos de diferentes partes del mundo (Argentina, Austria, Estados Unidos y Noruega). Como actividades paralelas, fueron organizadas varias excursiones de carácter cultural. El martes 20 de junio visitamos el yacimiento arqueológico de la Casa de Mitreo y los columbarios, situados extramuros de la ciudad romana. Al día siguiente, recorrimos otra parte del amplio conjunto arqueológico de Mérida, declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en 1993, teniendo como eje central de la visita el anfiteatro y el teatro romano de Mérida (ver imagen). Además, el miércoles 21 de junio pudimos disfrutar de la gastronomía extremeña en la tradicional cena que celebramos en cada una de nuestras reuniones.

El objetivo principal de esta sexta reunión era, por una parte, exponer los últimos trabajos realizados y, por otra, el mantenimiento de la cohesión y colaboración de la comunidad española que trabaja en el campo de la física solar y heliosférica. Dedicar tiempo en nuestro programa a la discusión y al análisis compartido sobre nuestra comunidad e, incluso, a la historia que vamos dejando atrás, ha propiciado que nuestro objetivo esté reforzado. Por ello, en este momento, los distintos grupos de investigación conocemos mejor los trabajos llevados a cabo por nuestros colegas, incluso no compartiendo exactamente la misma temática dentro de nuestro campo científico. Creemos, por lo tanto, que este tipo de encuentros son de gran interés para nuestra comunidad. Con todo ello, aguardamos ya la VII Reunión Española de Física Solar y Heliosférica, esperada para 2019 en Valencia, y que se presenta especial ya que desde la celebración del primer encuentro de nuestra comunidad habrán pasado 11 años, es decir, un ciclo solar.

A.J.P. Aparicio, N. Bravo-Paredes, V.M.S. Carrasco, M.C. Gallego, J.M. Nogales, C. Pro, I. Tovar y J.M. Vaquero (Comité Organizador Local).

REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA:

La reunión abierta sobre el instrumento MEGARA titulada "Proposing and processing MEGARA observations with GTC" tuvo lugar entre el 19 y 22 de septiembre de 2017 en el Anfiteatro Julio Palacios (Antigua Aula M2) de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid (Plaza de Ciencias, 1, Madrid 28040). Esta reunión, auspiciada por la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA) del MINECO, fue organizada por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México (INAOE) y por el Gran Telescopio Canarias (GTC).

Armando Gil de Paz
Universidad Complutense de Madrid
agil@fis.ucm.es

La reunión contó con un total de 59 participantes que impartieron un total de 31 presentaciones orales. Durante los cuatro días de la reunión, se llevaron además a cabo 9 horas de talleres *hands-on*. Estos talleres estuvieron centrados en la instalación y uso de las herramientas de preparación de propuestas y procesado de datos de MEGARA: ETC, Configurador del MOS, herramienta de Fase II, visualizador de datos y cadena de procesado.

La impresión general de los participantes es que el instrumento está listo para ser ofrecido a la comunidad GTC y que tanto las herramientas de preparación de observaciones como las herramientas de visualización y cadena de procesado de datos de MEGARA son funcionales y de relativamente fácil instalación y uso, dentro de la complejidad inherente a un instrumento IFU y MOS de resolución intermedia en un telescopio de 10m como es GTC.

ANTECEDENTES

El equipo del instrumento completó el pasado 31 de agosto de 2017 la instalación y puesta a punto de MEGARA en el GTC. A partir de ese momento, GTC cuenta con capacidades de Espectroscopía de Campo Integral (IFU) y Multi-Objeto (MOS) con resoluciones espectrales de R=6000, 12000 y 20000 en todo el rango visible (365nm-970nm) y con una eficiencia total del ~20%. Esta combinación de capacidades es única dentro de la instrumentación actual de telescopios de la clase 8-10m y permitirá explorar a toda la comunidad GTC nichos hasta ahora inaccesibles (ver figura 1). Para hacer llegar a la comunidad GTC en general, y muy especialmente a la comunidad astronómica española esta herramienta, el equipo del instrumento y el Consorcio de MEGARA consideraron crítico que nuestra comunidad se familiarice con las herramientas para la preparación de propuestas y de procesado de datos del instrumento, especialmente de cara a la primera llamada de tiempo abierto de Febrero de 2018 (ver http://www.gtc.iac.es/instruments/megara/megara.php#Latest_News).

ACTIVIDADES

Durante la primera jornada de la reunión, 19 de septiembre de 2017, tras la sesión inaugural presidida por la Prof. Mª Luisa Lucía Mulas, Decana de la Facultad de CC. Físicas, se dio a conocer a la comunidad astronómica española las características de

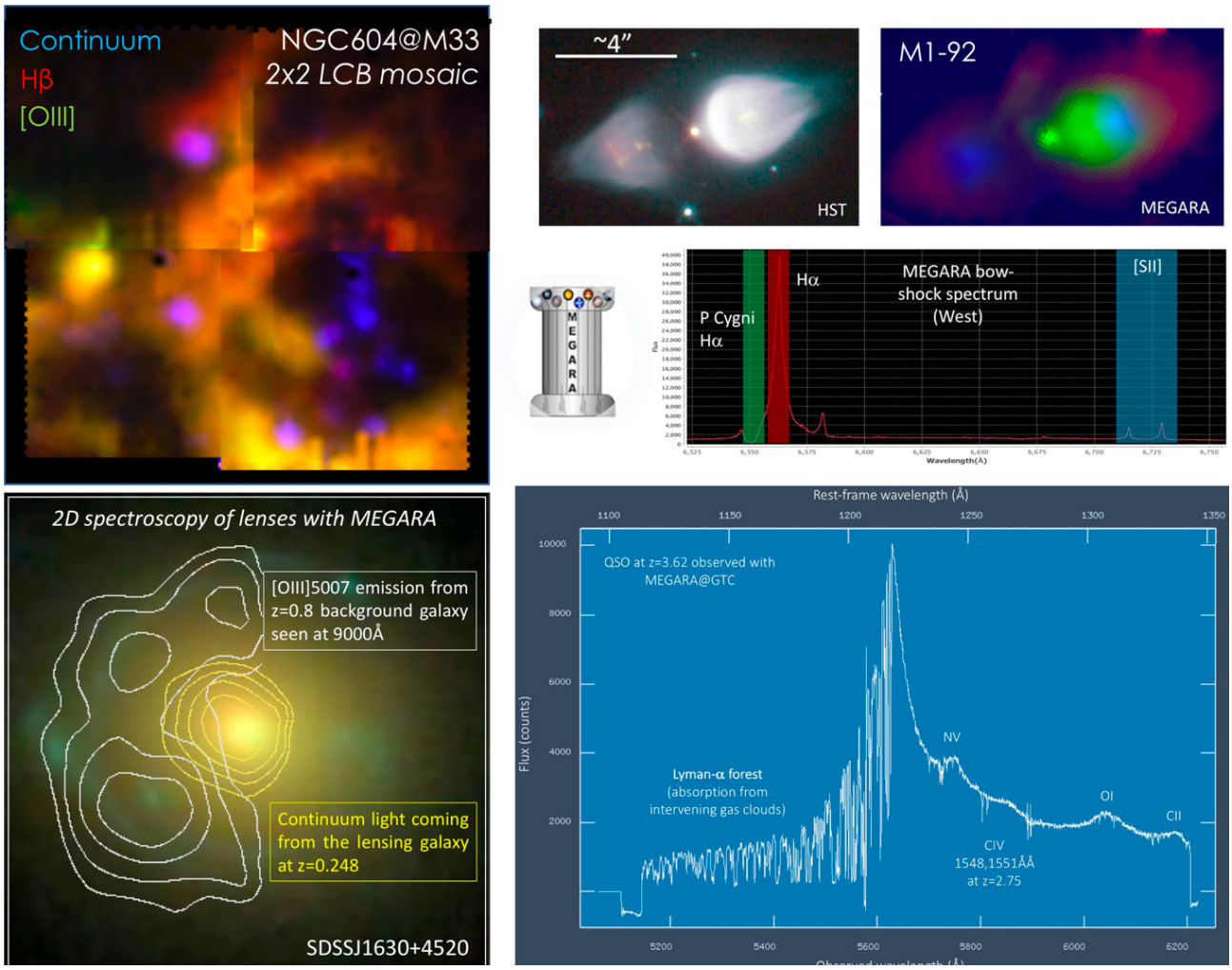


Figura 1: Resultados de las pruebas de puesta a punto y de validación científica tomados durante la fase de "commissioning" nocturno del instrumento.

MEGARA (*Multi-Espectrógrafo en GTC de Alta Resolución para Astronomía*), el instrumento de última generación de GTC, así como los principales resultados obtenidos fruto de su reciente puesta a punto, que concluyó el pasado 31 de agosto de 2017. A lo largo de este día las charlas se centraron en la presentación de los resultados referentes a las especificaciones y el desempeño de MEGARA sobre el cielo, todas acordes al diseño.

En la segunda jornada, 20 de septiembre de 2017, GRANTECAN hizo un resumen de sus planes para el ofrecimiento de MEGARA a la comunidad. A continuación, miembros del equipo científico de MEGARA presentaron los resultados científicos obtenidos como parte de las observaciones astronómicas realizadas en el período de puesta a punto (figura 1), mientras que a lo largo de la tarde de ese día se realizaron las presentaciones de las herramientas de preparación de observaciones de MEGARA, (1) el Calculador de Tiempos de Exposición (ETC), (2) el Configurador del sistema MOS, ambos desarrolladas por el equipo de MEGARA, y (3) la herramienta de Fase 2, desarrollada por GRANTECAN. Estas presentaciones precedieron a una sesión *hands-on* de 3 horas sobre el uso de estas herramientas.

La tercera jornada, 21 de septiembre de 2017, se dedicó a la presentación por parte de investigadores de la comunidad de GTC (España, INAOE, UNAM y UoF) y de otras instituciones extranjeras de sus planes para la explotación futura del instrumento. Durante estas charlas, aproximadamente la mitad del total, los ponentes tuvieron la oportunidad de recibir de primera mano información y detalles por parte del equipo que les permitirá hacer uso óptimo del tiempo de GTC y hacer más sencillo el análisis y la publicación de sus resultados con MEGARA. Esa tarde se llevaron a cabo las presentaciones sobre el visualizador (*quick-look*) y la instalación de la cadena de procesado de datos (o DRP, *Data Reduction Pipeline*). Estas presentaciones precedieron a una sesión *hands-on* de 3 horas sobre estas herramientas.

El 22 de septiembre de 2017 se llevó a cabo una sesión *hands-on* final de 3 horas de duración enfocada al procesado de datos de MEGARA usando datos de validación científica tomados en GTC durante la fase de puesta a punto del instrumento. Durante dicha sesión, los participantes fueron capaces de eliminar el nivel de *bias* de las imágenes, hacer la extracción del flujo de las fibras, calibrar la respuesta fibra-a-fibra, realizar la calibración en longitud de onda y generar la imagen procesada en formato RSS (*Row-Stacked Spectra*) a partir de dichos datos reales.

En la figura 2 mostramos fotografías tomadas durante alguna de las sesiones de las que se compuso esta reunión. Como parte de la ceremonia de clausura intervino el coordinador de la RIA, Prof. Vicent J. Martínez.

RESULTADOS:

Durante esta reunión los participantes tuvieron la oportunidad (1) de conocer de primera mano el desempeño de MEGARA en el cielo, (2) los planes de explotación científica del instrumento por parte de su equipo científico y de la comunidad GTC en general, (3) de aprender a usar las herramientas de preparación de propuestas de observación con MEGARA y (4) de instalarse y (5) ejecutar la cadena de procesado de datos en sus propias máquinas sobre datos reales tomados con MEGARA en GTC como parte de su fase de puesta a punto.

Tanto las intervenciones de los participantes, como de los miembros del equipo MEGARA y de las autoridades invitadas pusieron de manifiesto la urgencia de hacer disponible el instrumento MEGARA a toda la comunidad GTC, España, México y Universidad de Florida, especialmente dado el excelente estado de las herramientas de preparación de observaciones y de reducción de datos que el equipo MEGARA ha desarrollado durante los últimos años en coordinación con GRANTECAN S.A.

PARTICIPANTES:

El número total de participantes en esta reunión fue de 59. De ellos, un total de 24 (41%) fueron mujeres. Aunque no óptimo, este es un porcentaje similar a la fracción de mujeres astrónomas en nuestro país. En lo referente al origen de los participantes, en su mayoría procedían de centros españoles, excepto 3 participantes de Portugal, 2 de México y 1 de Alemania. En España, destacan los 13 participantes del IAC, los 10 de la UCM y los 8 del CAB. Gracias a la ayuda de la RIA, se pudieron conceder un total de 16 becas de alojamiento/desplazamiento/dietas.

Un total de 52 participantes pertenecían a OPIs o universidades (el resto a empresas del sector aeroespacial), siendo 14 de ellos/ellas estudiantes de doctorado, 16 post-doctores y 22 investigadores senior con contrato permanente. Este buen balance debería asegurar que los conocimientos adquiridos en el uso de MEGARA se transferirán de forma efectiva dentro de las instituciones y de los grupos de investigación así como a lo largo del tiempo.

AGRADECIMIENTOS:

El Consorcio de MEGARA y el equipo del instrumento quieren agradecer a la RIA la financiación recibida y su ayuda en la organización de la reunión. También queremos agradecer la colaboración de GTC para esta reunión y la oportunidad proporcionada por la SEA para contribuir a la difusión del proyecto MEGARA y su ciencia.

Figura 2: Fotografías tomadas durante diferentes sesiones y actividades asociadas a la reunión "Proposing and processing MEGARA observations with GTC" auspiciada por la RIA.

REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA:

J-PLUS (Javalambre-Photometric Local Universe Survey) es un cartografiado fotométrico sin precedentes que cubrirá miles de grados cuadrados del cielo septentrional que se está llevando a cabo desde el Observatorio Astrofísico de Javalambre con T80Cam (dos grados cuadrados de campo de visión) en el telescopio JAST/T80. Utilizando un conjunto de 12 filtros de banda ancha, intermedia y estrecha, J-PLUS proporcionará un mapa en 3D del Universo cercano que caracterizará decenas de millones de galaxias y estrellas del halo de la Vía Láctea, de esta forma contribuyendo a un amplio rango de áreas de la astrofísica moderna.

Alessandro Ederoclite
Centro de Estudios de Física
del Cosmos de Aragón (CEFCA)
aederocl@cefca.es

Hasta el momento, J-PLUS ha observado alrededor de 1000 grados cuadrados de los cuales varias decenas se liberaron a la comunidad astronómica internacional en septiembre del 2017. Con motivo de este hito, el equipo de J-PLUS invitó a todos los científicos interesados a una reunión de dos días en Teruel. El objetivo era presentar el cartografiado a la comunidad española, describir el potencial y calidad de los datos, así como discutir casos científicos y aplicaciones.

LA "EARLY DATA RELEASE"

Los primeros 18 apuntados de J-PLUS se hicieron públicos a la comunidad nacional e internacional durante la reunión de la RIA. Dichos apuntados cubren 31.7 deg^2 tras enmascarar zonas de bajo tiempo de exposición, estrellas brillantes y reflejos del sistema, recopilando información relevante para unas 150000 estrellas de la Vía Láctea y unas 100000 galaxias con $r < 21$. Las magnitudes límite en los 12 filtros son representativas del cartografiado, permitiendo la puesta a prueba de las capacidades científicas de J-PLUS.

A pesar de ser una pequeña muestra de todos los datos que proporcionará J-PLUS, la EDR y los datos de verificación científica de J-PLUS han permitido la primera caracterización y puesta a punto de la ciencia que se espera realizar con J-PLUS. Como ejemplos representativos, la temperatura y la metalicidad de las estrellas de la Vía Láctea se estiman con precisiones de 150K y 0.3 dex, los desplazamientos al rojo fotométricos con una precisión del uno por ciento en galaxias brillantes, y la emisión de Ha en el universo local medida con J-PLUS es compatible con medidas espectroscópicas.

LA REUNIÓN DE LA RIA

La reunión, financiada por la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA), se celebró los días 2 y 3 de Octubre 2017. A la reunión acudieron 48 personas, en gran parte con afiliación española. Además participaron 4 investigadores de Estonia, 2 investigadores de Brasil y 2 investigadores de Estados Unidos.

Las reunión se articuló en diferentes sesiones. Después de un acto institucional (comentado en la siguiente sección) se presentó el Observatorio Astrofísico de Javalambre, la reducción y calibración de los datos del OAJ, el contenido de la “Early Data Release”

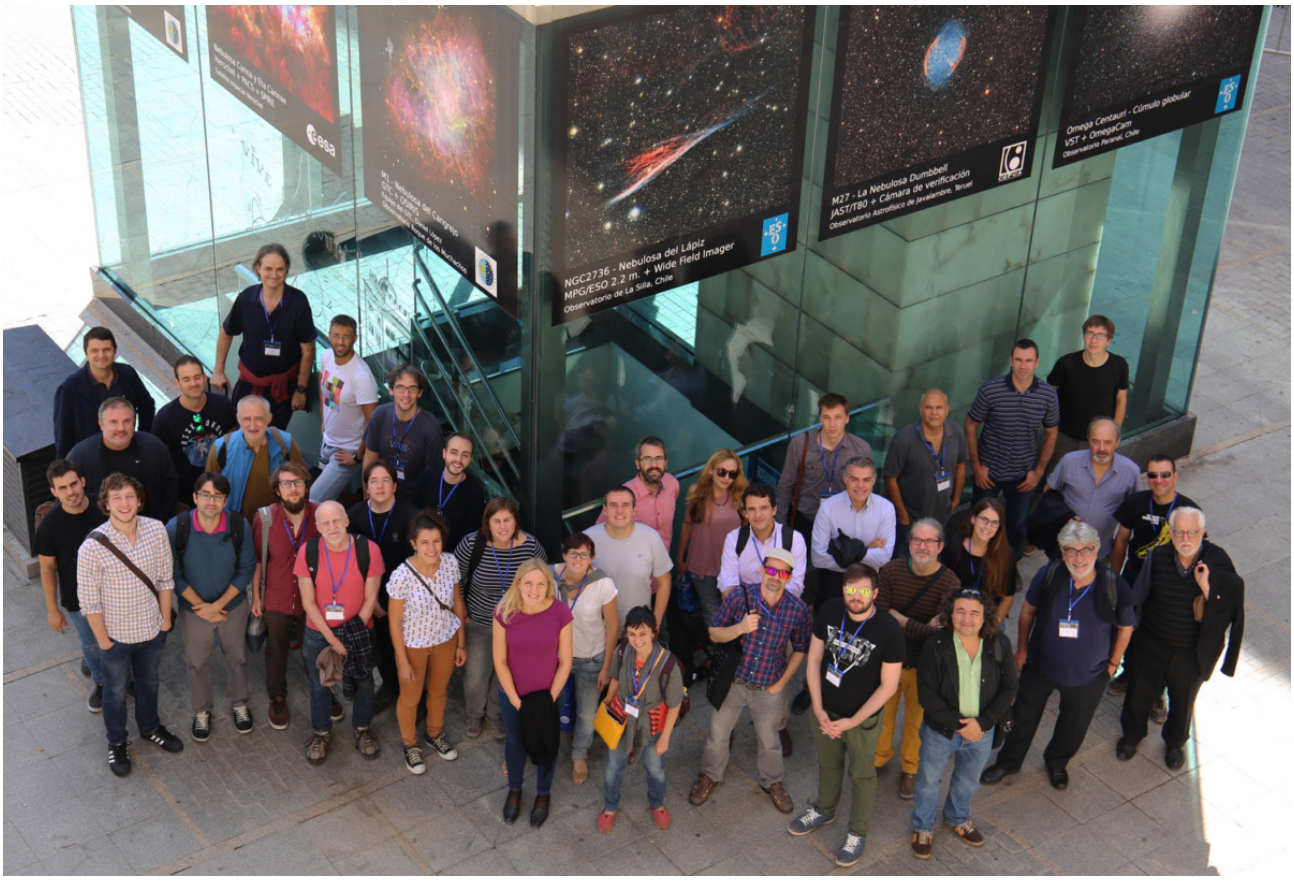


Foto de grupo de los participantes de la reunión en la sede del ceFca, en Teruel.

de J-PLUS y el acceso a través del portal web. Una sesión se dedicó por completo a un tutorial sobre el acceso a los datos a través de la base de datos, mientras que las sesiones científicas contaron con presentaciones de investigadores (bien miembros de la colaboración, bien investigadores interesados en el proyecto) desde estrellas hasta emisores Lyman alpha a z~2. Además, se contó con charlas invitadas sobre proyectos que tienen claras sinergias con J-PLUS, como Gaia, WEAVE, PRISTINE y GALANTE.

PRESENTACIÓN DE J-PLUS Y PUBLICACIÓN DE DATOS

Con motivo de la publicación internacional de los primeros datos del proyecto J-PLUS, y dada su relevancia científica y estratégica para la comunidad de Aragón y el conjunto de ICTS españolas, la reunión se inauguró con un acto institucional al que asistieron Javier Cenarro (Director de CEFCA), Vicent Martínez (Coordinador de la RIA), José María Valero (Subdelegado del Gobierno en Teruel), Antonio Arrufat (Delegado Territorial del Gobierno de Aragón en Teruel) y María Teresa Gálvez (Directora General de Investigación del Gobierno de Aragón). En todo momento se destacó la apuesta gubernamental por el CEFCA y los proyectos científicos que lidera, así como la calidad de los datos y el gran trabajo realizado desde su puesta en marcha en 2009.

TALLER DE ACCESO A LOS DATOS

El volumen de los datos de J-PLUS y los futuros datos de J-PAS representan un salto cuantitativo a nivel nacional. La ingente cantidad de información hace necesario desarrollar vías de acceso a datos de propósito general y gran ver-

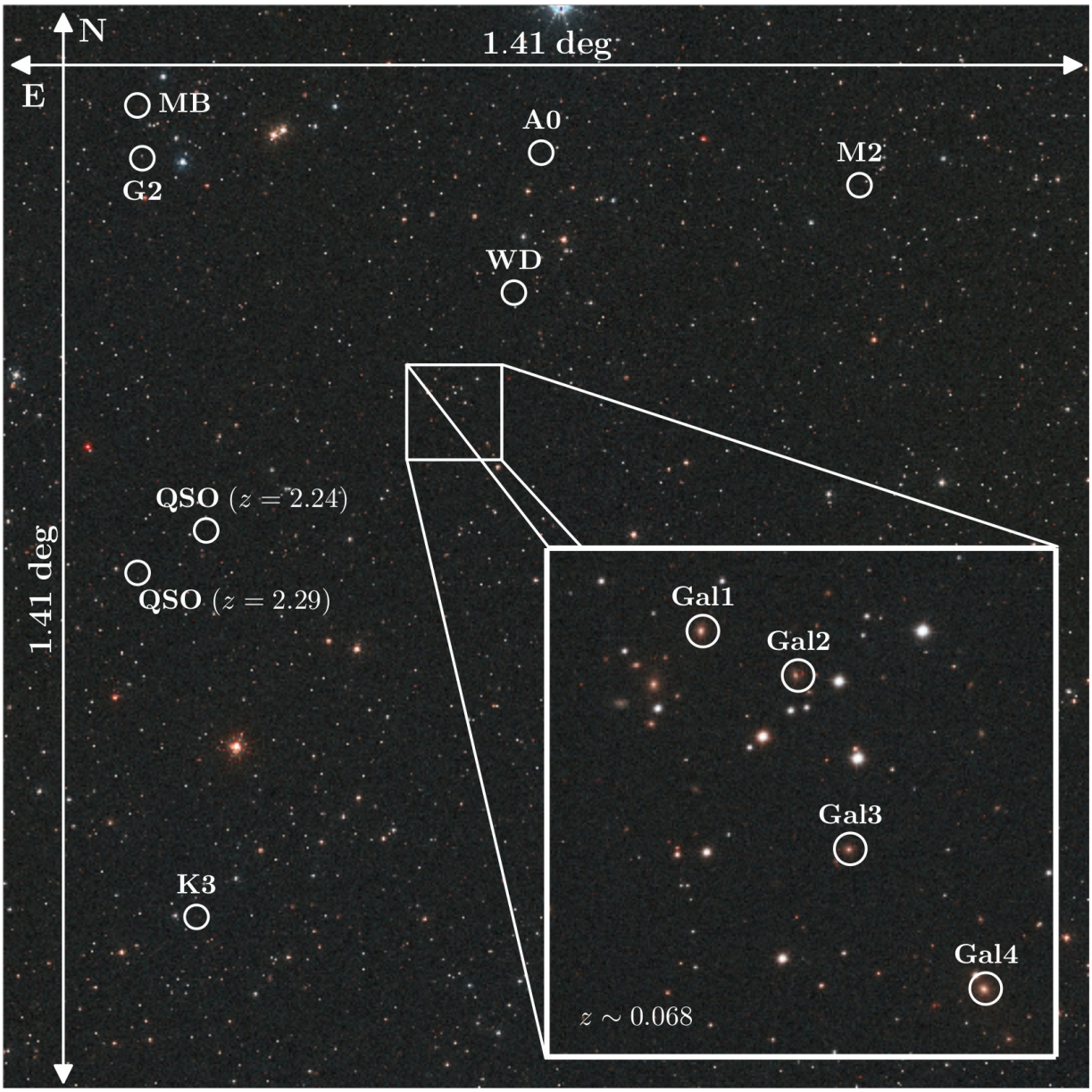
satilidad. Dichas herramientas, desarrolladas por CEFCA para dar servicio a los cartografiados del OAJ, fueron presentadas durante la reunión, incluyendo ejemplos y tutoriales. El objetivo fue acercar las herramientas a los científicos asistentes, optimizando el uso de los datos de J-PLUS. Los datos de la EDR están disponibles en https://archive.cefca.es/catalogues/jplus-edr.

DIFUSIÓN PÚBLICA DE LAS PONENCIAS

Desde el LOC se ha incentivado la difusión pública de las ponencias de la reunión de dos formas distintas:

- Retransmisión en directo de las ponencias por youtube. En este caso el enlace a la retransmisión sólo estaba accesible para miembros de la colaboración, con la intención de publicar más tarde los vídeos de forma global.

- Repositorio de ponencias en zenodo. Se ha creado una comunidad en esta plataforma, que sirve de repositorio para las representaciones, asigna una identificación única a las mismas y permite su inclusión como referencia bibliográfica en ADS.

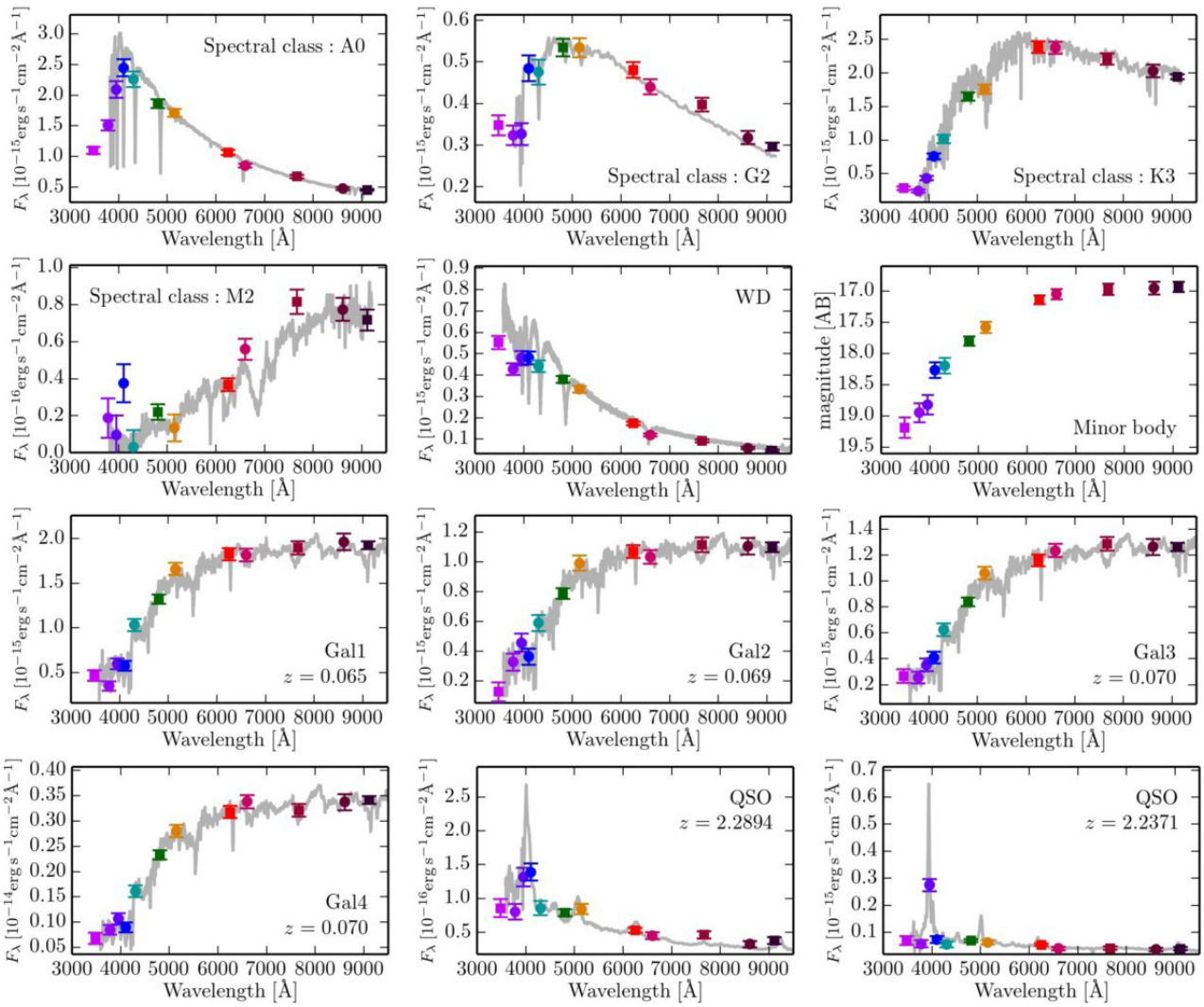


RESUMEN Y PERSPECTIVAS

En Septiembre de este año, la colaboración J-PLUS ha hecho públicos alrededor de 31 grados cuadrados. A la hora de redactar este artículo, el área de cielo observado por el cartografiado ha pasado de los 1000 grados cuadrados. En ocasión de la publicación de los primeros datos del cartografiado, el equipo J-PLUS ha organizado una reunión, financiada por la RIA. Los objetivos de la reunión se han cumplido con creces. La publicación de los datos, los primeros resultados científicos de calado presentados y el gran interés de la comunidad así lo demuestran. Adicionalmente, se abrió la colaboración a nuevos miembros de la comunidad nacional y se reforzaron las sinergias con otros proyectos en marcha. Un resumen de la reunión se ha publicado en un video en youtube.

Los primeros artículos de aprovechamiento científico de J-PLUS, además del artículo de presentación del proyecto, están a punto de ser enviados a Astronomy & Astrophysics. A lo largo de 2018, se pretende hacer la primera entrega de datos que ya contará con unos cientos de grados cuadrados de cielo en las 12 bandas de J-PLUS.

Izquierda: imagen del campo 01488 del survey J-PLUS, de 2 grados cuadrados, donde aparece una gran variedad de objetos como estrellas de secuencia principal, enanas blancas, galaxias, cuásares y cuerpos menores del Sistema Solar. Abajo: fotoespectros de J-PLUS en 12 bandas de los objetos marcados en la imagen de la izquierda.



REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA:

El coloquio científico internacional "Spectroscopic Surveys with the ELT: A Gigantic Step into the Deep Universe" tuvo lugar los días del 17 al 20 de octubre de 2017 en el Palacio de Congresos de Toledo (España). La reunión fue organizada por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) con el apoyo del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y el Observatorio de París-Meudon (Francia). La reunión contó con una participación importante de miembros del equipo científico del instrumento MOSAIC, el European Southern Observatory (ESO) y el propio proyecto del Extremely Large Telescope (ELT), así como otros muchos investigadores interesados. El coloquio fue posible en parte por una generosa subvención de la Red de Infraestructuras en Astronomía (RIA).

Jesus Gallego Maestro
Universidad Complutense de Madrid
j.gallego@ucm.es

Durante la reunión se presentaron y discutieron las oportunidades científicas de realizar grandes surveys con ayuda del instrumento MOSAIC, un espectrógrafo multiobjeto de alta resolución espectral en el óptico y en el infrarrojo que incluirá óptica adaptativa y que está siendo diseñado por un consorcio internacional formado por organismos de una decena de países. MOSAIC será instalado en el telescopio gigante europeo de 39 m ELT de la ESO y la idea es hacerlo tan pronto como el telescopio esté terminado en torno al 2025. Durante la reunión se hizo un especial énfasis en las simulaciones del rendimiento del instrumento a partir del diseño conceptual actual.

POTENCIAL DE MOSAIC PARA LLEVAR A CABO CIENCIA PUNTERA

La combinación de alta resolución espectral y espacial con un gran multiplexado en el gran campo aparente del ELT hará único al instrumento MOSAIC en toda una serie de campos fundamentales de la Astrofísica en los que actualmente es inalcanzable sea cual sea la combinación de telescopio e instrumento. Entre ellos destacan la distribución de materia en halos galácticos del universo remoto, la naturaleza y composición de las galaxias en la época de la reionización, así como las poblaciones estelares y distribución de materia en las galaxias a lo largo de la vida del Universo.

Durante el primer día se presentaron todos los detalles del concepto actual del instrumento, para luego dar paso a las primeras contribuciones sobre galaxias remotas y sobre núcleos galácticos activos en las primeras épocas del universo. Una parte importante de la reunión se dedicó a los grandes cartografiados de galaxias y su papel en el estudio de la formación y evolución de galaxias. Todos los asistentes hicieron especial énfasis en comenzar ya el trabajo científico previo necesario para lograr la explotación científica optimizada de MOSAIC.

Las últimas sesiones se dedicaron al medio intergaláctico y al enorme potencial de MOSAIC en el campo de las poblaciones estelares. La reunión se cerró con una discusión abierta sobre posibles planes de surveys públicos.

El viernes 20 de octubre tuvo lugar un acto oficial en la Universidad Complutense de Madrid que consistió en una rueda de prensa. Las autoridades de la UCM, el gestor de la RIA y representantes de MOSAIC

Participants del coloquio sobre Mosaïc realizado en Toledo del 17 al 20 de octubre de 2017.

llevaron a cabo la presentación oficial del instrumento a la comunidad. El evento tuvo una gran repercusión en los medios de comunicación. TVE, la agencia EFE, Europa Press y varios periódicos de tirada nacional se hicieron eco de la noticia.

PROGRAMA DE LA REUNIÓN:

Martes 17 09:00
- Session 1. MOSAIC and wider ELT context
- Session 2. Wider ELT context and first galaxies
- Session 3. First galaxies and AGN
- Session 4. Galaxy evolution I

Miércoles 18 09:00
- Session 5. Galaxy evolution II
- Session 6. Galaxy evolution III
- Session 7. Galaxy evolution and IGM
- Session 8. Extragalactic stellar populations

Jueves 19 09:00
- Session 9. Stellar populations: Galactic
- Session 10. Stellar populations: Galactic II
- Session 11. MOSAIC priorities & Public Survey plans

Viernes 20 11:30
- Rueda de prensa y acto oficial en las instalaciones de la UCM en Madrid

El registro a la reunión fue gratuito y a la misma asistieron 74 investigadores de diferentes países no sólo de Europa sino de todo el mundo.

El Comité Científico-Técnico (SOC) del congreso estuvo compuesto un gran número de investigadores representantes de su institución y de expertos internacionales. El Comité Organizador Local (LOC) estuvo formado por personal de la UCM y del IAA.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Durante la reunión se puso de manifiesto el gran interés de la comunidad científica internacional por la posibilidad de que se organicen grandes surveys espectroscópicos basados en el instrumento MOSAIC del ELT.

Se identificaron cuatro grandes líneas científicas prioritarias en los que los grandes surveys con MOSAIC alcanzarían alto impacto. Estas líneas son:

- Galaxias a alto desplazamiento al rojo y seguimiento de fuentes proporcionadas por el futuro telescopio espacial JWST.
- Inventario de las diferentes formas de masa en el universo (bariones, materia oscura).
- Formación y evolución de galaxias enanas.
- Poblaciones estelares en la Vía Láctea y otras galaxias.

Los requerimientos científicos resultado de estas líneas tendrán la máxima prioridad en el futuro diseño detallado de MOSAIC.

Jesús Gallego, Ainhoa Sánchez-Penim y Lucía García

REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA:

La Astronomía de rayos X inició su andadura en la segunda mitad del siglo XX, cuando en 1962 se produjo el histórico descubrimiento de Sco X-1, la primera fuente de rayos X cósmica. Desde entonces, el estudio de la emisión en rayos X procedente de plasmas de altas temperaturas y su relación con la emisión generada en longitudes de onda más largas por material más frío ha permitido investigar fenómenos muy energéticos asociados con procesos de acreción, con intensos campos magnéticos o con violentos choques, entre otros. Y aunque los inicios de esta rama de la astronomía no fueron sencillos, el mapeo completo del cielo en rayos X realizado por *ROSAT* y la operación continuada de los observatorios de rayos X *Chandra* y *XMM-Newton* han hecho de la Astronomía de rayos X una de las grandes protagonistas en las últimas décadas del siglo XX e inicios del siglo XXI.

Martín Guerrero Roncel
Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA)
mar@iaa.es

La comunidad astronómica española no ha sido ajena a esta tendencia, siendo creciente su actividad e impacto en la investigación en el rango de rayos X en las últimas décadas. Numerosos centros de investigación y universidades participan en ella, como el Centro de Astrobiología CAB, el Instituto de Astrofísica de Andalucía IAA, el Instituto de Astrofísica de Canarias IAC, el Institut de Ciències de l'Espai ICE y el Instituto de Física de Cantabria IFCA, así como las universidades de Alicante, Cantabria y Politècnica de Catalunya. Mención especial merece el Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC) implicado en importantes tareas de control y calibración de *XMM-Newton*.

Como continuación de las exitosas reuniones de la serie *Spanish X-ray Astronomy* que tuvieron lugar en Barcelona en 2013 y en Santander en 2015, este año se ha celebrado la "*Spanish X-ray Astronomy 2017: The Path Towards Athena*" en la sede del Instituto de Astrofísica de Andalucía en Granada. Como indica el subtítulo de esta reunión, en esta ocasión se ha puesto especial énfasis en la presentación de la actividad presente y futura de la comunidad española en *Athena*, acrónimo de *Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics*, la próxima misión en el rango de rayos X de la Agencia Espacial Europea ESA.

Los detalles de los objetivos científicos y desarrollos tecnológicos del proyecto *Athena* y sus principales instrumentos, el *X-ray Integral Field Unit* (X-IFU) y el *Wield Field Imager* (WFI), fueron presentados por Francisco Carrera (responsable del Athena Community Office ACO), Didier Barret (Investigador Principal de X-IFU) y Arne Rau (Científico Responsable de WFI), respectivamente. La involucración científica y aportación tecnológica española al X-IFU fueron descritos por Giovanni Miniutti y Javier Gómez-Elvira, mientras que Silvia Martínez-Núñez describió las tareas desarrollas por ACO.

Athena dispondrá de una sensibilidad y resolución espectral sin precedentes, lo que permitirá explorar fenómenos altamente energéticos en multitud de situaciones astrofísicas. Las sinergias que se esperan con los instrumentos e infraestructuras astronómicas disponibles a la comunidad astronómica española en 2028, cuando *Athena* inicie sus operaciones, fueron también otro de los aspectos importantes tratados en esta reunión. Así, Iván Agudo desgranó las

Imagen de la nebulosa NGC 6888, donde la emisión en rayos X detectada con *XMM-Newton* (azul) procede de gas caliente que se produce del choque del viento de una estrella masiva evolucionada, la estrella Wolf-Rayet WR 136, con el material circundante trazado en líneas de emisión ópticas de Hα (rojo) y [O III] (verde). *Athena* ofrecerá la posibilidad de estudiar fuentes como esta (y mucho más débiles) con un tremendo incremento en sensibilidad y resolución espectral.

expectativas de las sinergias de *Athena* con el *Square Kilometer Array* SKA en el rango de radio y el *Cherenkov Telescope Array* CTA en el rango de GeV-TeV, Romano Corradi los estudios conjuntos que *Athena* y GTC en el rango óptico e infrarrojo podrán realizar y Antonio de Ugarte la complementariedad entre *Athena* y GEMINI/OCTOCAM.

Finalmente, y como no podía ser de otra manera, la comunidad astronómica española de rayos X presentó los resultados más relevantes obtenidos desde la celebración de la anterior reunión en 2015. Numerosas charlas mostraron estos avances en campos de investigación tremendamente dispares, pero conectados por el hecho de que las observaciones en rayos X permiten indagar en la naturaleza de fenómenos de los que, de otra forma, sólo tendríamos una visión incompleta. El estudio de los nucleos activos de galaxias y de agujeros negros estelares, estrellas de neutrones y binarias de rayos X concentró una parte importante de estas charlas, pero también la formación de burbujas por la interacción de vientos estelares o por explosiones de novas y supernovas encontraron lugar en esta reunión, así como otros proyectos tecnológicos o posibles misiones de rayos X como *e-XTP*, *THESEUS* o *SIXTE*.

Muchos de los resultados presentados en esta reunión se inscriben en los objetivos científicos de *Athena*. Cuando este entre en funcionamiento, nos proporcionará una visión única, más detallada y más profunda de una variedad de fenómenos astrofísicos de gran relevancia. La comunidad astronómica española está deseando que llegue ese momento. Y mientras, se prepara para ello, contribuye al desarrollo científico y tecnológico del proyecto *Athena* e indaga en las distintas sinergias que *Athena* tendrá con las infrastructuras astronómicas disponibles a nuestra comunidad. Las jornadas dedicadas a ello en la sede del Instituto de Astrofísica de Andalucía en Granada dan fe de ello.

REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA:

Una Reunión Abierta de la Red de Infraestructuras para la Astronomía (RIA) reúne en el Instituto de Física Corpuscular (CSIC-Universitat de Valencia) a Astrofísicos, Astrobiólogos, y Físicos de Partículas para debatir las capacidades de esta futura instalación desde una perspectiva multidisciplinar.

Olga Mena Requejo
Instituto de Física Corpuscular (IFIC)
olga.mena@ific.uv.es

Unos cincuenta físicos y astrofísicos españoles y extranjeros se reunieron los días 6 y 7 de noviembre en el Instituto de Física Corpuscular (IFIC, centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Valencia) con el objetivo principal de optimizar la ciencia posible con el futuro radiotelescopio Square Kilometre Array (SKA) por la comunidad científica española y maximizar las sinergias entre las distintas disciplinas científicas involucradas en la ciencia de SKA, más allá de la radioastronomía, potenciando así la participación de España en el SKA. Patrocinado por la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA), y por el Programa de Excelencia Severo Ochoa del IFIC, con el apoyo del Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC), quedó de nuevo patente la profunda implicación de España en el proyecto SKA. Asimismo, se puso de manifiesto el interés en esta infraestructura de una nueva comunidad científica española, la de la Física de Partículas. La apertura de dicho congreso contó con la presencia de la Secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación (MINECO), Carmen Vela, el Presidente del CSIC, Emilio Lora-Tamayo, el Rector de la Universidad de Valencia, Esteban Morcillo, el director del IFIC/CSIC-UV, Juan José Hernández, el coordinador de la RIA Vicent J. Martínez (Observatori Astronòmic, UV) y la coordinadora de la participación de España en el SKA, Lourdes Verdes-Montenegro (IAA-CSIC). Asimismo el Director General del SKA, Philip J. Diamond, realizó un resumen del estado actual del proyecto.

El SKA será el mayor radiotelescopio del mundo, compuesto por miles de antenas distribuidas en distancias de hasta 3.000 kilómetros cuya área colectora total será equivalente a un kilómetro cuadrado. Se construirá en dos fases: la Fase 1 (SKA1), en Sudáfrica y Australia, y la Fase 2 (SKA2), en la que se expandirá a otros países del continente africano, y a través de Australia y Nueva Zelanda. SKA supondrá una revolución en nuestro entendimiento del Universo, observando el cielo con un detalle sin precedente y trazando un mapa celeste cientos de veces más rápido que cualquier instalación actual. Es de destacar que esta conferencia mostró el potencial de sinergias que genera SKA, extendiendo la comunidad científica interesada en España en la explotación de SKA a una nueva: la Física de Partículas. Ello se debe a que SKA aportará información única sobre la llamada 'etapa oscura' del universo, caracterizada por la ausencia

Foto de grupo de los participantes en la reunión.

de fuentes individuales de luz. El final de esta etapa oscura se debe al comienzo del proceso de Reionización, objetivo clave de SKA. De ahí el interés que el proyecto tiene para dicha comunidad. SKA proporcionará nuevos datos sobre la naturaleza de las misteriosas materia y energía oscuras, que forman más del 95% del universo pero que siguen siendo desconocidas para la ciencia. En este sentido, SKA complementará otras búsquedas de materia oscura que se realizan directamente en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN, o de forma indirecta mediante telescopios de neutrinos como ANTARES/KM3Net, ambos con participación del IFIC. SKA realizará medidas cosmológicas, a través de la llamada cosmología de 21 cm, complementarias a aquellas realizadas en catálogos de galaxias. Estas medidas de SKA servirán para establecer cotas a las masas de los neutrinos, una de las partículas más abundan-

«SKA aportará información única sobre la llamada 'etapa oscura' del universo, caracterizada por la ausencia de fuentes individuales de luz.»

Imagen de la apertura del congreso. De izquierda a derecha: Esteban Morcillo, Rector de la Universitat de València; Emilio Lora-Tamayo, Presidente del CSIC; Juan José Hernández, Director del IFIC; Lourdes Verdes-Montenegro, Coordinadora de la participación de España en el SKA; Carmen Vela, Secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación (MINECO); Phillip Diamond, Director General del SKA; Vicent J. Martínez, Coordinador de la RIA.

tes del universo. Además, SKA estudiará los pulsos electromagnéticos emitidos por restos de supernovas (púlsares) y agujeros negros, aportando nuevos datos a las teorías que tratan de unificar la gravedad con el resto de fuerzas del universo, un fecundo campo de la Física Teórica.

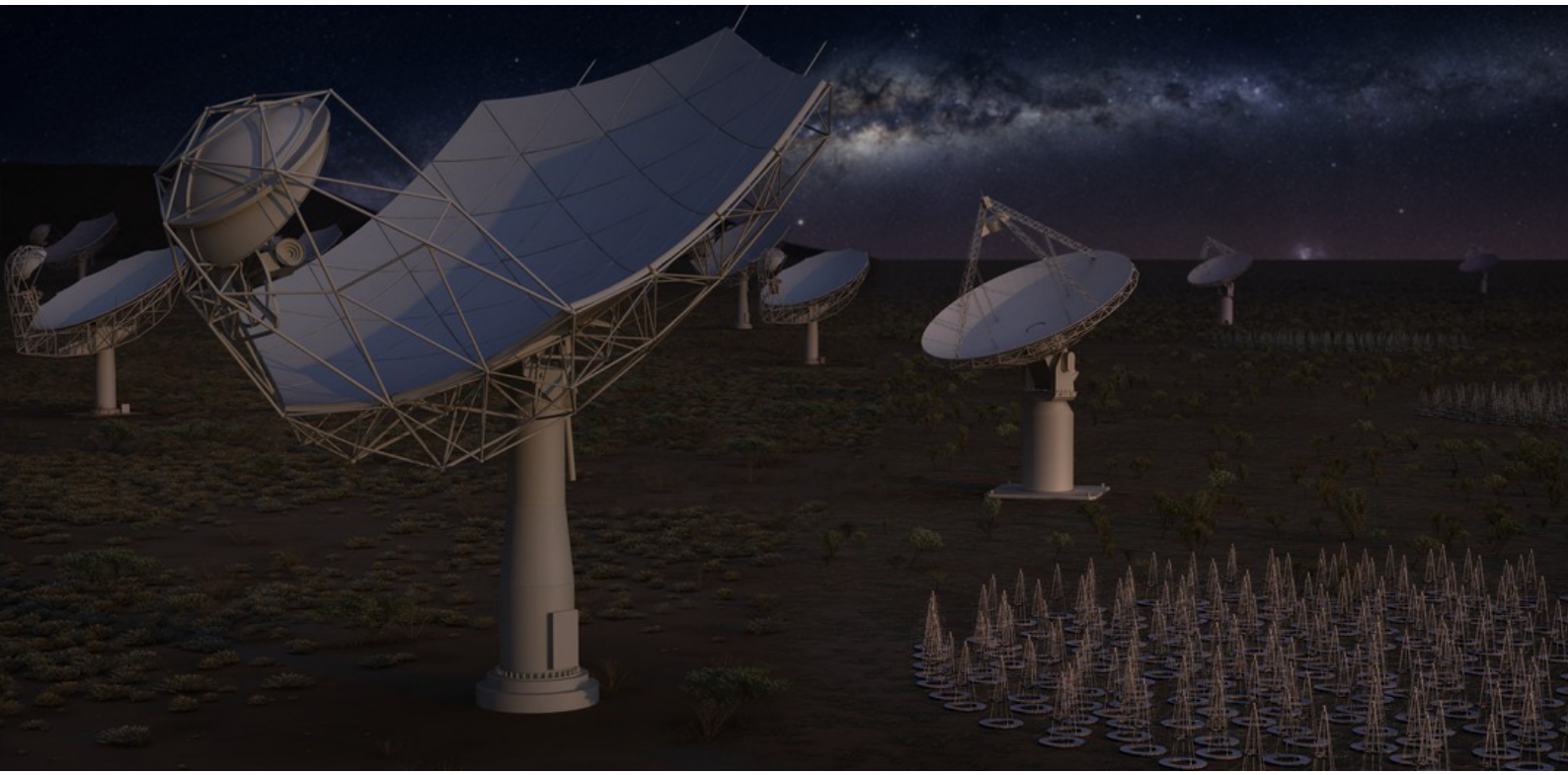
Actualmente, 25 científicos españoles participan en 9 de los 11 grupos de trabajo científicos de SKA.Por lo tanto, casi la totalidad de la ciencia de SKA fue cubierta y discutida en el congreso mediante ponencias y paneles de discusión. El primer día del encuentro abordó temas como la Cuna de la Vida, Evolución de Galaxias, sinergias con otros observatorios que cuentan con representación española (como CTA y Athena), Magnetismo Cósmico o el Continuo Extragaláctico. El segundo día del encuentro se focalizó más en las sinergias existentes con la Física de Partículas y la Cosmología, abordando las interrelaciones con medidas del fondo de radiación cósmico, púlsares, medidas del proceso de reionización y de la materia oscura y neutrinos en nuestro universo. En los paneles, un tema muy discutido fue cómo minimizar el nivel de contaminación (inevitablemente presente) en las medidas, así como el efecto de los errores sistemáticos, ya que es vital el mantenerlos bajo control. También se discutió si hay pruebas/experimentos observacionales con los que se puedan establecer correlaciones, como HST, JWST o Sphere X. Los púlsares fueron otro incentivo para animar la discusión

científica durante el congreso: ¿estamos preparados para monitorizar simultáneamente un gran número de púlsares u otras fuentes, emisoras potenciales de ondas gravitacionales? En este contexto se presentó el papel del "Pulsar Timing Array" para la detección de ondas gravitacionales. Todas estas preguntas son fundamentales y requieren un gran esfuerzo común, reforzando el papel que España ha ido adquiriendo en los últimos años para lograr el máximo retorno científico, industrial y tecnológico de un proyecto multidisciplinar como el SKA. La comunidad española está preparada para construir y explotar científicamente el SKA, que será la mayor infraestructura científica sobre la Tierra. Los esfuerzos realizados por la comunidad científica española durante los últimos años se han visto recompensados con un gran respaldo a nivel institucional que, esperamos, sirva para consolidar la posición de España, y convertirse en Miembro de Pleno Derecho del SKA.

Más información sobre la participación española en SKA disponible en:

http://spain.skatelescope.org/

Recreación artística de antenas del SKA.
Foto: SKA Organisation



REUNIONES CIENTÍFICAS DE LA RIA:

Los días 23 y 24 de noviembre, bajo los auspicios de la RIA y con la colaboración de la Universidad de Cádiz (UCA), nos reunimos en Cádiz alrededor de 30 miembros de la comunidad GTC para comentar el estado y previsiones del instrumento EMIR en el GTC, así como conocer globalmente los resultados obtenidos hasta la fecha. En esta ocasión, la comunidad GTC se vio aumentada con algún miembro del Consorcio EMIR no perteneciente a ella. La reunión tuvo lugar en la antigua capilla del Hospital de Mora, hoy reconvertido en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la UCA, quien cedió sus instalaciones y medios audiovisuales para la reunión.

Francisco Garzón López
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)
fgl@iac.es

El énfasis de la reunión estaba puesto en el mejor uso de Emir y en la descripción de las herramientas, tanto de pre-observación como de post-observación, disponibles. EMIR es un instrumento complicado de configurar y operar y está todavía alcanzando su fase de madurez en el telescopio. Por ello, es importante que la comunidad de usuarios conozca las diferentes opciones y su mejor uso y, además, que guie en cierta medida su desarrollo. Además de las diferentes configuraciones de EMIR y las facilidades para preparar las observaciones, se discutieron con cierta extensión las posibilidades y funcionalidades actuales y futuras de la de DRP (Data Reduction Pipeline) y también se pasó revista a una serie de proyectos de observación, algunos aún por realizar y otro parcialmente observados, en los que se comentaron las características principales observadas en los datos. El conjunto de los dos, los que vendrán y los que ya están, permite formarse una idea bastante aproximada del tipo de ciencia que se puede hacer con EMIR en el momento actual

El grupo encargado del desarrollo de la DRP presentó sus avances en la misma y también sus proyectos a corto y medio plazo, sobre los que se suscitó un amplio debate. Hubo una casi invitación a realizar otra reunión, esta vez dedicada en exclusiva al tratamiento de datos de EMIR y al aprendizaje de las herramientas de reducción, a celebrar en un futuro cercano, probablemente en el primer semestre de 2018, una vez que se disponga de un conjunto completo de estas herramientas, algunas de las cuales solo están en proyecto, aunque muchas otras ya son una realidad. Hubo un acuerdo general sobre la necesidad de contar con herramientas de reducción suficientes y, sobre todo, en familiarizarse con su uso y poder interactuar con el grupo de desarrollo. Por ello, es bastante seguro que a esta reunión que acabamos de celebrar seguirá otra próxima centrada en el alcance y uso de las herramientas de reducción, con casos de aplicación a datos reales.

Un aspecto que se trató de poner de manifiesto en la mayoría de las charlas fue la descripción de los problemas que se han presentado a los grupos tanto en la preparación de las observaciones como en el tratamiento posterior de los datos. Y también las necesidades concretas de todos en cuanto a herramientas para ambos aspectos. Esta información es de gran utilidad

Fotografía de una de las sesiones de la reunión.

para los grupos que trabajan en el desarrollo global de instrumento, así como al personal de GRANTECAN, que también estuvo representado en la reunión.

La reunión fue distendida, pero intensa, concentrando en poco más de día y medio un gran número de contribuciones de usuarios, del grupo de desarrollo de EMIR y de personal de GRANTECAN. Y hubo oportunidades para todo tipo de discusiones y puestas en común de proyectos e ideas.

El programa de charlas se puede consultar en la web de la RIA, en el apartado de reuniones abiertas. Es propósito de los organizadores colgar las charlas en la web del proyecto EMIR en el IAC, de forma que puedan ser consultadas por los interesados.

Foto de grupo de los participantes.

ECOS DE (LA) SOCIEDAD

En esta sección de nuestro Boletín pretendemos mostrar la cara más social de los miembros de nuestra sociedad: entradas y salidas de comités, nombramiento de nuevos directores de centros, cambios de afiliaciones, jubilaciones, premios, etc. Si cuando acabéis de leer la sección pensáis "Podían haber hablado también de…" os pedimos que nos enviéis vuestra entrada para incluirla en el próximo número. Gracias.

PREMIO JOSÉ MARÍA SAVIRÓN PARA RAFAEL BACHILLER
Nuestro compañero Rafael Bachiller recibió el Premio José María Savirón de Divulgación Científica en su modalidad "Trayectoria en Divulgación" de 2017. Un reconocido merecimiento a los artículos en prensa, conferencias y otras actividades de divulgación que lleva años realizando. ¡Enhorabuena, Rafa!

FRANCISCO COLOMER, DIRECTOR DE JIVE
Nuestro compañero Paco Colomer ha sido nombrado nuevo Director del "Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE)". Comenzará con su gestión en enero de 2018. Mucha suerte para su nuevo reto profesional.

LA COLABORACIÓN LIGO-VIRGO CONSIGUEN LOS PREMIOS PRINCESA DE ASTURIAS Y EL NOBEL
Los miembros de nuestra Sociedad que colaboran en el consorcio LIGO-Virgo han visto recompensado sus esfuerzos de muchos años de búsqueda incansable de ondas gravitacionales con dos importantísimos premios: el Princesa de Asturias y el Nobel de Física para LIGO. ¡Muchas felicidades y seguid asombrando a toda la comunidad con vuestros descubrimientos!

NUEVA REPRESENTANTE ESPAÑOLA EN EL BOARD DE A&A
La profesora Eva Villaver (UNAM) va a ser la próxima representante española en el board de Astronomy & Astrophysics, sustituyendo a nuestro compañero Enrique Pérez. Damos las gracias a Enrique y la bienvenida a Eva en esta tarea.

OBITUARIO
Este año nos hemos despedido con mucha tristeza de nuestros compañeros y amigos Enrique Garcia-Berro y Angels Riera, ambos pertenecientes al Grupo de Astronomía y Astrofísica de la UPC. Descansen en paz.

Lluvia de estrellas de las Gemínidas sobre una de las antenas del array MUSER en China. Créditos: Yin Hao/APOD.

El crecimiento de las galaxias masivas con el tiempo cosmológico

Autor: Luis Peralta de Arriba
(lperalta@ast.cam.ac.uk)
Tesis doctoral dirigida por: Marc Balcells e Ignacio Trujillo
Centro: Universidad de La Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias
Fecha de lectura: 27 de Julio de 2016

Tesis disponible en:
http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/5461

Contexto científico
Entender cómo se han ensamblado las galaxias es uno de los grandes objetivos de la Astrofísica. En el estudio del crecimiento galáctico las galaxias masivas juegan un papel fundamental. Por un lado, de las galaxias masivas cercanas se conoce que la mayoría de sus estrellas son viejas y se formaron en brotes de formación estelar de corta duración. Por este motivo, gran parte de la comunidad apoyaba el escenario del colapso monolítico propuesto por Eggen et al. (1962) y Larson (1975). En este modelo se esperaría que una vez formadas estas galaxias su evolución consistiría simplemente en el envejecimiento de sus estrellas, mientras que sus propiedades estructurales permanecerían intactas. Sin embargo, en los últimos años se han publicado numerosos trabajos que muestran una evolución en el tiempo de la relación masa-tamaño de las galaxias masivas. Este resultado implicaría que estos objetos se habrían ensamblado de manera progresiva, desafiando así el escenario sugerido por las características de sus poblaciones estelares. Para resolver este problema, se barajan diferentes escenarios que reconciliarían ambos resultados. Entre todos ellos cabe destacar el mecanismo que parece más prometedor: el crecimiento mediante fusiones con otras galaxias en las que apenas se formarían nuevas estrellas.

Cuestión 1: Comparar las "básculas" con las que se pesan las galaxias
Estimar la masa de una galaxia no es un procedimiento trivial. En términos de coste en tiempo de observación, la forma más viable de hacerlo es cuantificar la masa de las estrellas que forman parte de ella a partir de la cantidad de luz que emite la galaxia en su conjunto. A las masas calculadas de esta manera se las denomina masas estelares y pueden ser obtenidas a partir de medidas fotométricas en distintos filtros de banda ancha. Otra alternativa es estimar lo que se conoce como la masa dinámica de la galaxia. Esta masa refleja la masa de todos los componentes gravitacionales de la galaxia (estrellas, materia oscura, gas...). Para conocerla se necesita disponer de datos espectroscópicos que (gracias al efecto Doppler) nos dan información sobre el movimiento de las estrellas dentro de la galaxia. Esta información se utiliza para inferir la masa que genera el potencial gravitatorio donde se mueven las estrellas. Por lo tanto, si para una galaxia se estiman su masa estelar y su masa dinámica se espera que la estimación de la segunda conduzca a una cantidad mayor, pues esta última incluye tanto a las estrellas como al resto de componentes gravitacionales.

Sin embargo, diferentes autores habían informado de resultados contradictorios al comparar medidas de masas. La aportación de nuestro trabajo en la comparación entre estos estimadores (Peralta de Arriba et al. 2014) consistió en entender cuáles eran las condiciones en las que se esperaba que esta contradicción surgiese, negando en consecuencia el carácter espurio que algunos autores habían atribuido al problema. En concreto descubrimos que la discrepancia entre estos dos estimadores de masa crece cuanto más compacta sea la galaxia de la que se quiere estimar su masa.

Cuestión 2: ¿Qué significa esta diferencia entre las "básculas"?
La primera interpretación que ofrecimos (Peralta de Arriba et al. 2014) para explicar esta contradicción entre los estimadores de masa fue indicar cuál de ellos estimábamos que era más plausible que estuviera fallando. El hecho de que la discrepancia entre los estimadores dependiese de la compacidad de las galaxias parecía indicar que el fallo tenía su origen en el procedimiento mediante el que se estimaban las masas dinámicas. En particular, el punto débil de dicho procedimiento era suponer que las galaxias eran objetos auto-semejantes independientemente de su compacidad.

La segunda interpretación (Peralta de Arriba et al. 2015) nos permitió llegar a una comprensión más profunda de la contradicción que habíamos caracterizado. Entendimos que los estimadores de masa entraban en conflicto no de una forma caprichosa, sino tal y como se podría haber predicho a partir de las simulaciones del crecimiento de las galaxias mediante fusiones. De esta forma, pudimos transformar lo que originalmente era una contradicción en otra evidencia a favor del mecanismo evolutivo por el cual las galaxias crecen a través de fusiones.

Cuestión 3: ¿Dónde debemos buscar galaxias masivas reliquia?
El descubrimiento de que las galaxias masivas crecen con el tiempo cosmológico supuso el pistoletazo de salida para la búsqueda de objetos que hayan sobrevivido hasta nuestros días sin experimentar cambios significativos (tanto en sus estructuras, como en sus poblaciones estelares). Sin embargo, hasta ahora sólo se conoce un candidato en firme para ser considerado una de estas reliquias: NGC 1277. Curiosamente, esta galaxia se encuentra en el centro de uno de los cúmulos cercanos más ricos: Perseo. ¿Es su ubicación un hecho azaroso? O por el contrario, ¿deberían los cazadores de reliquias centrar su búsqueda en los cúmulos?

Para responder a esta pregunta, en Peralta de Arriba et al. (2016) llevamos a cabo por primera vez un análisis simultáneo y análogo usando simulaciones y observaciones. Nuestros resultados en los dos ámbitos concuerdan: es más probable encontrar reliquias en entornos más densos.

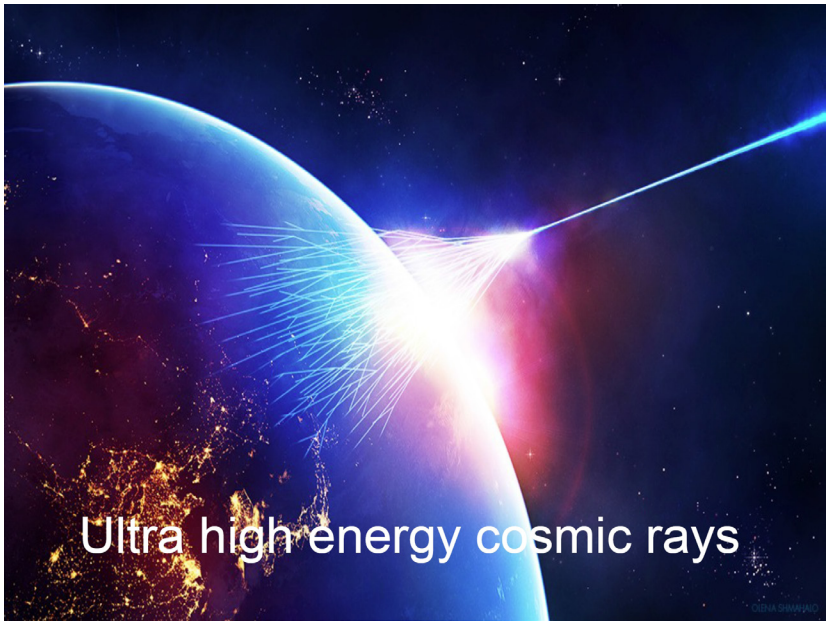
Análisis de fiabilidad y protección contra radiación para el Observatorio Espacial del Universo Extremo (EUSO)

Autor: Héctor Prieto Afonso
(hectorprieto@gmail.com)
Tesis doctoral dirigida por: Mª Dolores Rodríguez Frías y Luis del Peral Gochicoa
Centro: Universidad Complutense de Madrid
Fecha de lectura: 11 de Noviembre de 2016

El objetivo principal de esta tesis es diseñar un sistema capaz de determinar la tasa de fallos, el tiempo medio entre fallos (MTBF), análisis de modo y efecto de fallo (FMEA) y el análisis de redundancia de la superficie focal del Observatorio Espacial del Universo Extremo (*Extreme Universe Space Observatory*, EUSO) con el fin de evaluar su potencial fiabilidad. EUSO es un telescopio espacial que utilizará grandes volúmenes de atmósfera de la Tierra como detector de las partículas más energéticas en el Universo ($E > 10^{19}$ eV). EUSO observa los destellos breves de luz de fluorescencia en la atmósfera de la Tierra causados por las partículas provenientes de las profundidades del espacio. Cada 90 minutos, EUSO orbitará la tierra, ubicado en la estación espacial internacional (ISS) a una altitud de aproximadamente 400 km.

El objetivo de esta investigación es evaluar el funcionamiento y el tipo de fallos de los componentes electrónicos del telescopio espacial EUSO, los riesgos debido a estos fallos y determinar los requerimientos de tolerancia y redundancia dentro del sistema. El análisis de fiabilidad de un sistema es particularmente útil en el campo de la ingeniería durante su funcionamiento o vida útil. En este caso, la misión espacial EUSO estará operativa al menos 5 años, por lo tanto el análisis de fiabilidad de sus sistemas es crucial, especialmente cuando el ambiente es el espacio exterior. Un análisis de fiabilidad está basado en estándares civiles, militares o espaciales; este análisis debe diseñarse acorde con las necesidades propias o de acuerdo con los requerimientos de funcionamiento. El estándar que mejor se ajusta a nuestras necesidades es el MIL-217 Plus, ya que incluye todos los componentes electrónicos que conforman la superficie focal del telescopio espacial EUSO y los resultados obtenidos por los modelos matemáticos son más precisos que su predecesor, el estándar MIL-HDBK-217F.

El diseño y uso de un sistema de análisis de fiabilidad en una base de datos relacional incrementaría de forma significativa la comprensión del funcionamiento de los componentes utilizados en el telescopio espacial EUSO así como su desempeño. Esta base de datos relacional será capaz de aportar datos básicos de fiabilidad de las distribuciones estadísticas de fallos, de tipo tasa de fallos, tiempo medio entre fallos, y análisis de modo de fallos y de redundancia. Este sistema será tan flexible como sea posible y abierto a futuras mejoras y actualizaciones.



Análisis espacialmente resuelto de la tasa de formación estelar y su densidad cósmica en galaxias cercanas

Autora: Cristina Catalán Torrecilla
(ccatalan@ucm.es)
Tesis doctoral dirigida por: Armando Gil de Paz y África Castillo Morales
Centro: Universidad Complutense de Madrid
Fecha de lectura: 25 de Mayo de 2017

La tasa de formación estelar (SFR) es uno de los principales parámetros empleados para analizar la evolución de las galaxias a distintas épocas cosmológicas. Esta tesis doctoral tiene como objetivo abordar el tema de la formación estelar en galaxias cercanas explorando distintas escalas físicas que van desde las galaxias como sistemas completos hasta las diferentes componentes estructurales que las forman, tales como bulbos, barras, y discos. Para ello, empleamos datos de espectroscopía de campo integral (IFS) de la exploración de galaxias cercanas CALIFA (*Calar Alto Legacy Integral Field Area Survey*), que permiten combinar información espacial y espectral de manera simultánea.

En la primera parte de esta tesis, se derivan y analizan un conjunto de trazadores de la SFR (de una sola banda e híbridos) calibrados de forma empírica anclados al trazador Hα previamente corregido de extinción, que se ha tomado como estimador de referencia. Se han explorado distintos rangos en longitud de onda y derivado (a) luminosidades Hα corregidas de extinción mediante el Decremento Balmer usando los datos IFS de la muestra CALIFA, (b) fotometría asintótica y superficial en el UV usando los datos de GALEX y (c) flujos integrados en el IR medio (MIR) a 22 μm usando WISE e IR totales (TIR) combinando WISE y IRAS. Los valores anteriores nos permiten obtener medidas de la SFR para 272 galaxias. Entre los resultados a destacar en este trabajo y recogidos en Catalán-Torrecilla et al. (2015, A&A 584A, 87) cabe mencionar que (a) los calibradores híbridos proporcionan una medida de la SFR más robusta que los trazadores que emplean una sola banda en base a las bajas dispersiones que muestran los primeros, (b) el análisis de los límites de aplicabilidad de los trazadores compuestos muestra que las aproximaciones de pantalla de polvo y de balance energético juegan un papel secundario, (c) existe una variación del coeficiente que mide la contribución de la cantidad de luminosidad IR (22 μm o TIR) respecto a las luminosidades observadas (Hα o UV) que disminuye para las galaxias más masivas y de tipo temprano, (d) la inclusión de galaxias que albergan AGNs de tipo-2 tiende a reducir los valores medios de dicho coeficiente.

Después, exploramos la distribución de la SFR a diferentes escalas físicas para comprender cómo las galaxias fueron adquiriendo su masa y cómo su crecimiento futuro en masa se distribuirá espacialmente en estas. Para caracterizar las distintas estructuras estelares que componen las galaxias (bulbos, barras y discos), empleamos una descomposición fotométrica en dos dimensiones que permite incorporar múltiples componentes usando las imágenes de SDSS en bandas g, r, i. Los resultados de la descomposición multi-componente se combinan con datos de IFS para determinar los valores de la SFR en las distintas estructuras morfológicas. De este modo, se investigan las relaciones entre la SFR de cada componente en función de otras propiedades físicas como la SFR específica, la masa estelar, el entorno, la presencia de barras y la emisión nuclear para determinar cuál/cuáles de estos factores afecta de manera más significativa las variaciones de la SFR. Las conclusiones más importantes de este trabajo aparecen en Catalán-Torrecilla et al. (2017, ApJ 848, 87) y son: (a) se aprecia un aumento de la SFR y la sSFR en las partes centrales de las galaxias barradas, respecto a galaxias del mismo tipo sin barra, (b) el análisis por componentes de la relación entre la SFR y la masa estelar muestra que no solamente las galaxias más masivas tienen su formación estelar suprimida de forma más eficiente sino también los discos más masivos, (c) entre los mecanismos responsables de este proceso de *quenching* se plantea la posibilidad de que los AGNs tipo-2 puedan jugar un papel a la hora de disminuir la sSFR de los bulbos y, de manera menos eficiente, podrían afectar también a la disminución de la sSFR de los discos.

Finalmente, construimos la Función de Luminosidad tratando las galaxias como un todo y, por primera vez, para las principales estructuras internas que las constituyen (bulbos, barras, y discos). El objetivo principal es determinar los valores de la densidad de la tasa de formación estelar (ρ_{SFR}) en el Universo Local. Estos valores son restricciones fundamentales a los modelos cosmológicos de formación y evolución de las galaxias que deberían ser capaces de reproducirlos. Este estudio revela que los valores de ρ_{SFR} de las galaxias y de la suma de discos y barras son bastante similares, arrojando valores medios de $(4.64 \pm 0.15) \times 10^{-3}$ y $(4.12 \pm 0.15) \times 10^{-3}$ $M_{\odot}$ yr^{-1} Mpc^{-3}, respectivamente, mientras que la componente de bulbo muestra un valor 17-15 veces menor de $(2.64 \pm 0.23) \times 10-4$ $M_{\odot}$ yr^{-1} Mpc^{-3}. Estos valores pretenden servir como referencia local para trabajos futuros con galaxias situadas a más altos desplazamientos al rojo.

A lo largo de esta tesis, hemos demostrado la singularidad de usar datos IFS en una muestra que cubre un rango amplio de propiedades físicas relevantes, para explorar la distribución de la SFR de forma espacialmente resuelta y proporcionar un conocimiento profundo en los mecanismos que regulan, activan y finalizan los procesos de formación estelar dentro de las galaxias.

Tesis disponible en:
https://guaix.fis.ucm.es/~ccatalan/cct-PhD.pdf

El Sol como laboratorio de física de partículas

Autora: Núria Vinyoles Vergés
(nuria.vinyoles@gmail.com)
Tesis doctoral dirigida por: Aldo Serenelli
Centro: Institut de Ciències de l'Espai (ICE-IEEC/CSIC), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)
Fecha de lectura: 29 de Mayo de 2017

El Sol es, con diferencia, la estrella más estudiada y conocida. La estructura solar, revelada gracias a la heliosismología y los neutrinos solares, está bien determinada y los modelos solares dan información sobre el pasado, el presente y el futuro del Sol. Estos modelos solares, o Modelos Estándar Solares, son útiles a la hora de describir el interior solar y a la vez proporcionan un amplio conocimiento hacia otras disciplinas, como, por ejemplo, el estudio de la estructura y evolución estelar y la física de partículas dentro y fuera del modelo estándar. De hecho, las condiciones extremas en el interior del Sol permiten estudiar procesos físicos a unas condiciones que son muy difíciles de reproducir en experimentos terrestres. Como consecuencia, el Sol es un potente laboratorio para examinar la física de partículas fuera del modelo estándar. En particular, el Sol ofrece posibilidades muy interesantes para estudiar partículas ligeras, que interaccionan débilmente y que surgen de extensiones del modelo estándar de partículas, con la intención de responder algunas de las preguntas sin respuesta de la física fundamental, como, por ejemplo, la naturaleza de la materia oscura.

El objetivo principal de esta tesis es estudiar el impacto que distintas partículas ligeras, que interaccionan débilmente, producen en la estructura solar utilizando modelos solares. A partir de estos cambios estructurales producidos por las partículas, el objetivo es establecer los límites más restrictivos posibles en las propiedades de las partículas estudiadas utilizando la información dada por la heliosismología y los neutrinos solares.

Para poder alcanzar este objetivo, es importante tener modelos solares que reproduzcan de la forma más realista posible las observaciones solares. Con esta motivación, esta tesis presenta una nueva generación de Modelos Estándar Solares que incluyen actualizaciones recientes de algunas de las velocidades de reacción nucleares más importantes y un tratamiento más consistente de la ecuación de estado. Además, estos modelos también incluyen errores actualizados que han sido calculados utilizando distintas simulaciones Monte Carlo y también contienen un innovador y flexible tratamiento de las incertidumbres en las opacidades basado en *kernels* (o núcleos) de las opacidades. De hecho, las opacidades radiativas son una de las posibles soluciones al *problema de las abundancias solares*, que es el conflicto entre las predicciones heliosísmicas de los modelos y las observaciones cuando nuevas publicaciones de composiciones solares son utilizadas para calcular los modelos solares, en contraste con el buen acuerdo que se obtiene cuando se utilizan las composiciones solares más antiguas y basadas en modelos de atmósferas más simples. Por todo esto, es importante entender la situación actual de las opacidades radiativas y sus incertidumbres asociadas. Con este propósito, en esta tesis se presenta un estudio exhaustivo para todas las tablas de opacidades radiativas disponibles.

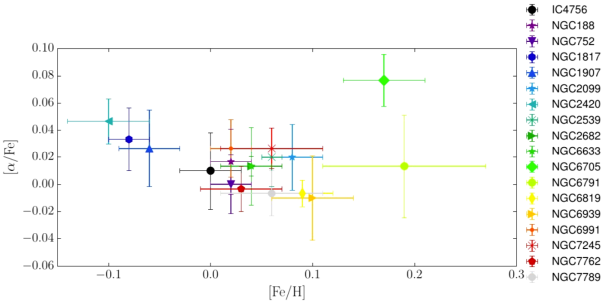
Las incertidumbres actuales en la composición solar y las opacidades pueden ser paliadas para estudios de física de partículas que no dependen del conocimiento detallado de la composición solar interna. Con este propósito, se presenta el modelo mejor ajustado, un modelo que reproduce las observaciones solares de la mejor forma posible utilizando parámetros iniciales de evolución realistas.

Finalmente, en esta tesis se presenta un nuevo método estadístico que combina la heliosismología y las observaciones de los neutrinos solares que es utilizado para establecer límites superiores a las propiedades de las partículas que no son estándares y que interaccionan débilmente con la materia. En particular, las partículas estudiadas son los axiones, los fotones oscuros y las partículas minicargadas. Este método estadístico está basado en el modelo mejor ajustado e incluye errores teóricos y observacionales, tiene en cuenta las tensiones entre parámetros de entrada del modelo solar y está adaptado para que nuevas observaciones puedan ser introducidas sin dificultad. Por primera vez, se han establecido restricciones en las propiedades de estas partículas utilizando un método que combina todas las observaciones solares, la heliosismología y los neutrinos solares. Además, el hecho de que el modelo mejor ajustado sea la base del método estadístico, hace que los resultados sean robustos e independientes del *problema de las abundancias solares*. Los límites obtenidos son: para la constante de acoplamiento del axión-fotón, $g_{10} < 4.1$ a 3 CL, para el producto entre la constante de mezcla cinética y la masa del fotón oscuro, $\chi m < 1.8 \cdot 10^{-12}$ eV a 3 CL y para la carga de la partícula minicargada, $\varepsilon < 2.2 \cdot 10^{-14}$ a 2 CL para masas en el rango de m_γ = 0-25 eV. Para todos los casos, los resultados son los más restrictivos que se han obtenido hasta ahora utilizando el Sol, siendo un factor 2 mejores que los anteriores para el caso de los axiones y fotones oscuros. Además, los resultados obtenidos para los fotones oscuros y para las partículas minicargadas son los más restrictivos que cualquiera de los límites establecidos previamente.

Tesis disponible en:
http://hdl.handle.net/10803/405319

Análisis químico y dinámico de cúmulos abiertos en el contexto del disco de la Vía Láctea

Autora: Laia Casamiquela Floriach (laiacf@fqa.ub.edu)
Tesis doctoral dirigida por: Carme Jordi Nebot y Ricardo Jesús Carrera Jiménez
Centro: Universidad de Barcelona
Fecha de lectura: 23 de Junio de 2017



Tendencia de [α/Fe] calculada como el promedio entre [Si/Fe], [Ca/Fe] y [Ti/Fe], en función de la abundancia de hierro [Fe/H] para los 18 cúmulos estudiados.

La tesis tiene como objetivo principal la determinación de la composición química de cúmulos abiertos para el estudio del gradiente químico en el disco galáctico, tanto con la distancia al centro galáctico, como con la posición sobre el disco, como con la edad. Los cúmulos abiertos son grupos de estrellas del disco galáctico, y que nacieron juntas de una misma nube molecular. Una de las ventajas de estudiar estos cúmulos es que se puede determinar con mucha precisión su distancia y edad, magnitudes usualmente muy difíciles de medir para estrellas del campo. También, las abundancias químicas se obtienen con mayor precisión que para las estrellas del campo, al hacer un promedio para las diferentes estrellas del grupo. De esta manera los cúmulos abiertos constituyen uno de los mejores trazadores de las propiedades del disco.

Existen diversos proyectos dedicados a estudiar cúmulos abiertos a partir de observaciones espectroscópicas de alta resolución, principalmente centrados en el hemisferio sur (e.g., Gaia-ESO survey, GALAH). En el hemisferio norte, el proyecto OCCASO que es el objeto de esta tesis.

Dentro de este proyecto, durante tres años y medio, se han adquirido espectros de alta resolución de 115 estrellas del *red clump* en 18 cúmulos abiertos. Estos cúmulos cubren un rango de edades entre 300 Ma y 10.2 Ga, y un rango de radios galactocéntricos entre 6.8 y 11 kpc. Las observaciones se han llevado a cabo con los telescopios NOT y Mercator en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), y el telescopio 2.2m del CAHA (Almería). El algoritmo de reducción de los espectros se ha desarrollado incluyendo los procesos estándares de calibración de longitud de onda, y métodos diseñados específicamente para el proyecto que incluyen la corrección de líneas de cielo, líneas telúricas, y normalización, entre otros.

Las velocidades radiales se han determinado con incertidumbres típicamente entre 0.5-0.9 km/s, lo que ha permitido el análisis de las dispersiones de velocidad de cada cúmulo. El estudio cinemático de estos cúmulos en el contexto del disco se ha hecho combinando las velocidades radiales con movimientos propios de la literatura. Además se han trazado las órbitas de estos cúmulos utilizando dos modelos de potencial galáctico: uno axisimétrico, y uno que contiene la barra y los brazos. Gracias a eso se han podido comparar las posiciones actuales de estos cúmulos con las posiciones más probables de nacimiento.

En esta tesis, las temperaturas, gravedades y abundancias de hierro se han calculado a partir de dos metodologías ampliamente utilizadas en la literatura: anchuras equivalentes y síntesis espectral. La exhaustiva comparación del comportamiento de los dos métodos bajo diferentes premisas, y el análisis de las diferencias que se obtienen aportan un estudio de la precisión de los resultados obtenidos. Estas comparaciones dan un valor adicional al trabajo, muy útil para la comunidad científica, que pone de manifiesto la importancia de analizar grandes muestras de manera homogénea para sacar conclusiones relevantes sobre nuestra Galaxia. Hemos conseguido una de las muestras más grandes que existen actualmente de cúmulos abiertos con un análisis espectroscópico de alta resolución homogéneo. Las incertidumbres en temperatura efectiva y gravedad superficial están alrededor de 40 K y 0.1 dex, respectivamente.

Uno de los resultados más destacados son las abundancias químicas de elementos del pico del hierro (Fe, Ni, Cr) y de elementos α (Si, Ca, Ti, Mg, O), derivadas con alta resolución y por tanto con errores pequeños, alrededor de 0.03-0.07 dex. Así como la comparación del gradiente de abundancia de Fe que trazan los cúmulos en función del radio galactocéntrico y de la edad, con diferentes modelos teóricos. Los resultados de los cúmulos más viejos favorecen el modelo de evolución químico-dinámico frente a un modelo dónde solo se contemple la evolución química. Con estos resultados de OCCASO y dos muestras complementarias (40 cúmulos en total) se han determinado nuevos valores para el gradiente galactocéntrico de Fe en tres rangos de edad, obteniendo aproximadamente un valor de ~0.050 dex/kpc. Del estudio de la relación edad-metalicidad en cuatro rangos de distancia galactocéntrica no se ha encontrado ningún gradiente significativo en la parte interna ($R<10$ kpc), pero en cambio, en la parte externa ($10<R<22$ kpc) existe una tendencia marcada de alrededor de -0.03 dex/Ga.

El cúmulo NGC 6705, estudiado en detalle, es un cúmulo joven (300 Myr) para el que los datos de OCCASO apuntan a una sobreabundancia en los cinco elementos α calculados, inesperada e inexplicable a partir de modelos de evolución química del disco dada su localización y su edad temprana. Aunque recientemente se han encontrado estrellas jóvenes de campo ricas en elementos α, para las cuales no se tiene aún explicación, esta es la primera vez que se detecta sobreabundancia en α para un cúmulo tan joven. Se ha hecho una investigación de los posibles lugares de procedencia de este cúmulo mediante diferentes modelos del potencial galáctico y utilizando diferentes valores de movimientos propios y distancias. Se ha obtenido un radio galactocéntrico de nacimiento entre 6.5 y 7.8 kpc, cosa que implica una variación pequeña respecto a la posición donde se encuentra ahora. De manera que el origen de esta anomalía para este cúmulo continúa siendo una incógnita.

ALHAMBRA Ks-band selected catalogue

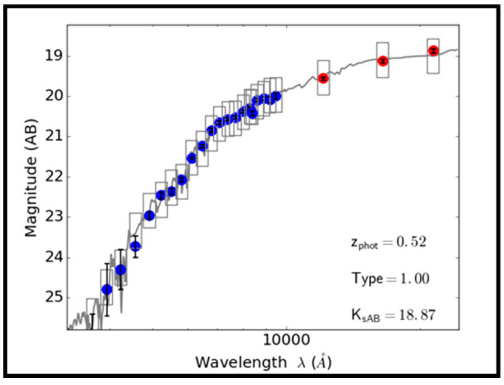
Autora: Lorena Nieves Seoane
(lorena.nieves@uv.es)
Tesis doctoral dirigida por: Alberto Fernández Soto
Centro: Universitat de València
Fecha de lectura: 10 de Julio de 2017

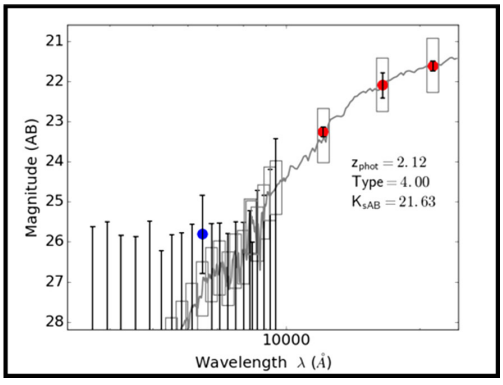
La formación y evolución de las galaxias es una de las ramas esenciales dentro de la astronomía y la cosmología actual. Para entender mejor los mecanismos que están involucrados tras estos procesos es necesario estudiar los procesos físicos que tienen lugar en el universo observable en edades diferentes, esto requiere grandes *surveys* astronómicos. En el caso del *survey* ALHAMBRA además contamos con imágenes en el Infrarrojo cercano (NIR), que nos aportan una valiosa información que incrementa el valor científico de los datos, en especial de las galaxias elípticas rojas, AGNs o galaxias con formación estelar *starburst* a redshift moderado. La selección en la banda óptica F814W usada en el catálogo original de ALHAMBRA crea un sesgo en contra de la detección de galaxias intrínsecamente rojas que comienza a notarse a z∼0.8 y es dominante a partir de z∼1.1. Este efecto ya fue descrito en el trabajo de Arnalte-Mur et al. (2014). Es esta tesis presentamos un nuevo catálogo de ALHAMBRA seleccionado en la banda infrarroja K_s. Este nuevo conjunto de datos permite extender los estudios realizados con el catálogo óptico hasta un redshift más alto. El catálogo incluye la fotometría de 94,182 fuentes distribuidas sobre siete campos diferentes que cubre un área total de 2.47 deg^2. Hemos completado el catálogo con los redshifts fotométricos obtenidos con BPZ2.0 (Benitez 2000). Además hemos llevado a cabo diferentes pruebas para evaluar la precisión de la fotometría y de los redshifts fotométricos.

También hemos incluido en esta tesis la medida de la función de correlación de galaxias de tipo rojo en el rango de redshfit 0.75<z<1.45, extendiendo el trabajo realizado en Hurtado-Gil et al. (2016). Para ello utilizamos el método descrito en Arnalte-Mur et al. (2014) para estimar la función de correlación proyectada $w_p(r_p)$. Hemos observado que existe una evolución significativa en el agrupamiento de galaxias en este rango de redshift y segregación de la luminosidad en las submuestras a más alto redshift.

Para extender la fotometría en las longitudes de onda infrarrojas hemos cruzado el catálogo K_s de ALHAMBRA con los datos públicos disponibles de Spitzer-IRAC, de manera que hemos conseguido un catálogo adicional ALHAMBRA-K_s+IRAC (AK_s-IR). En este catálogo hemos incluido la fotometría en los 20+3 filtros de ALHAMBRA, la banda sintética F814W y los canales de IRAC centrados en las 3.6 μm, 4.5 μm y 5.8 μm. Este catálogo adicional contiene 35,024 fuentes en un área total de 0.93 deg^2. Realizamos tanto la fotometría como los tests fotométricos de manera similar a los que realizamos para en catálogo en banda K_s.

Como parte final de la tesis calculamos la función de luminosidad (LF) en la banda K_s en reposo utilizando los datos incluídos en el catálogo AK_s-IR. Para ello utilizamos el método descrito en López-Sanjuan et al. (2017). La comparación entre los resultados obtenidos y otros trabajos similares (Arnouts et al. 2005a; Cirasuolo et al. 2010; Mortlock et al. 2017) muestran un buen acuerdo, especialmente cuando comparamos nuestros resultados con los de Cirasuolo et al. (2010). Finalmente hemos analizado la evolución en redshift de los parámetros $MK_s^\star$, $\varphi K_s^\star$ y α, junto con la densidad de luminosidad integrada j_K. Los resultados obtenidos muestran una fuerte evolución positiva en número junto con una no aparente evolución en la luminosidad para la población de galaxias rojas. Sin embargo, las galaxias azules muestran una ligera evolución positiva en número junto con una evolución negativa en luminosidad. En cuanto a la densidad de luminosidad observamos un cambio en la población global, donde las galaxias azules dominan a z∼2 y las galaxias rojas dominan a z∼0.5





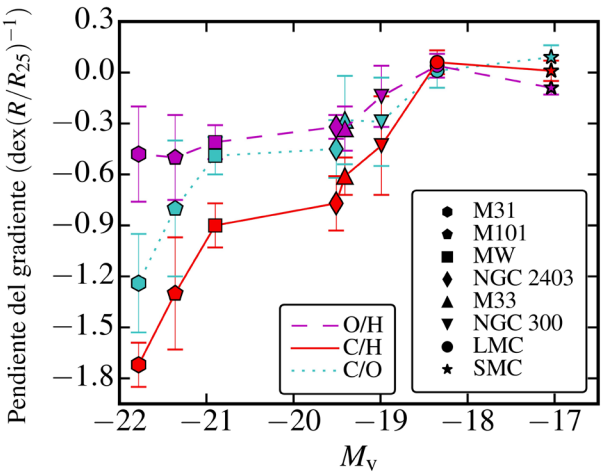
Gradientes de carbono y oxígeno en galaxias cercanas a partir de espectros de regiones HII

Autora: Laura Toribio San Cipriano
(lauratoribiosc@gmail.com)
Tesis doctoral dirigida por: César Esteban López y Jorge García Rojas
Centro: Universidad de la Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias
Fecha de lectura: 21 de Julio de 2017

Las regiones HII son nubes de gas ionizado y polvo interestelar asociadas a formación estelar reciente. El análisis de los espectros de las regiones HII permite determinar la composición química del medio interestelar donde se encuentran. En esta tesis se presenta un estudio espectroscópico de una muestra de 25 regiones HII localizadas en 4 galaxias cercanas de la Vía Láctea: M33, NGC300 y las Nubes Mayor y Menor de Magallanes. Los espectros han sido obtenidos con los espectrógrafos OSIRIS instalado en el telescopio GTC y UVES en el VLT. El análisis llevado a cabo ha permitido explorar dos líneas de investigación: el problema de la discrepancia de abundancias y el estudio de los gradientes de C y O y su implicación en la evolución química de las galaxias.

Los espectros de las regiones HII están compuestos por un conjunto de líneas de emisión. Según el mecanismo que ha producido las líneas, podemos observar líneas de excitación colisional (LEC) y líneas de recombinación (LR). Tradicionalmente, el método más utilizado para determinar abundancias químicas de elementos más pesados que el He en nebulosas ionizadas se basa en el análisis de las LEC. Estas líneas suelen ser más brillantes que las LR y por lo tanto más fáciles de observar. Sin embargo, las abundancias determinadas a partir de LEC dependen más fuertemente de la temperatura electrónica que las LR. El cálculo de abundancias nebulares para un mismo ion utilizando diferentes tipos de líneas da lugar a un problema que aún continúa sin solución: las abundancias calculadas a partir de LR son sistemáticamente mayores que las determinadas a partir de LEC. Este problema se conoce como el *problema de la discrepancia de abundancias* y es uno de los grandes retos científicos en el campo de la astrofísica nebular.

En esta tesis se examina el problema de la discrepancia de abundancias en una muestra de regiones HII extragalácticas de diferentes galaxias a partir de la detección de las LR del multiplete 1 de OII entorno a 4650Å. Estas medidas permiten calcular abundancias de O^{++} a partir de LR y LEC y comparar los resultados de ambos tipos de líneas con las abundancias de estrellas masivas. Se espera que la composición química de la fotosfera de dichas estrellas no haya sufrido aún los efectos de la evolución estelar, de modo que sus abundancias de O deben reflejar la composición química del material interestelar de las regiones HII en las que se formaron. La comparación de las abundancias estelares y nebulares ha dado resultados diferentes según la galaxia estudiada. En entornos de baja metalicidad las abundancias estelares coinciden mejor con las nebulares mientras en entornos metálicos ocurre lo contrario. Además, por primera vez, encontramos que el factor de discrepancia de abundancias (ADF) parece tener una dependencia con la metalicidad, donde los objetos menos metálicos muestran mayores ADF. Los resultados sugieren que la discrepancia de abundancias está relacionada con la fuerte dependencia que tienen las abundancias determinadas a partir de LEC con la temperatura electrónica.



Nuevas técnicas para explotar cosmológicamente cartografiados de galaxias de forma óptima

Autor: Jonás Chaves-Montero
(jchaves@cefca.es)
Tesis doctoral dirigida por: Carlos Hernández-Monteagudo y Raúl Angulo
Centro: Universidad Complutense de Madrid
Fecha de lectura: 27 de Julio de 2017

Gracias a los avances teóricos y experimentales que se han sucedido a lo largo de las últimas décadas, podemos afirmar que hemos entrado recientemente en la era de la Cosmología de precisión. Esta etapa se caracteriza porque la principal fuente de incertidumbre deja de ser estadística, ya que ahora observamos cientos de millones de galaxias, y pasa a ser sistemática. Esto es debido a un incorrecto modelado de los observables o del impacto de los instrumentos de observación en los resultados. Como consecuencia, es de vital importancia reducir al máximo estos sistemáticos para así poder aumentar nuestro conocimiento acerca de qué compone el Universo y qué causa su expansión.

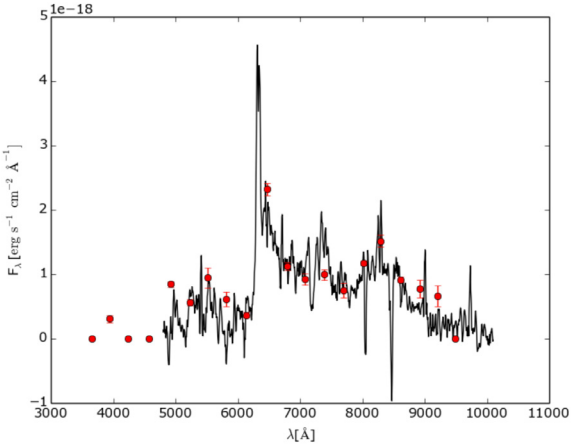
En esta tesis investigo diferentes sistemáticos que afectan a la distribución de galaxias y desarrollo nuevos algoritmos para obtener mayores réditos de las observaciones. Específicamente, estudio la conexión entre galaxias y halos de materia oscura, el impacto de pequeños errores al medir el corrimiento al rojo de las galaxias en la información cosmológica que podemos extraer de ellas y creo un método para detectar cuásares en cartografiados multifiltro.

Comienzo examinando la relación entre galaxias y halos de materia oscura empleando SHAM (*SubHalo Abundance Matching* en inglés), un algoritmo que conecta galaxias y halos de acuerdo a sus propiedades. Investigo la precisión de este método, sus principales suposiciones y busco su mejor implementación. Para ello, estudio simulaciones cosmológicas hidrodinámicas (que evolucionan materia oscura y gas a la vez) del proyecto EAGLE. Descubro una nueva implementación de SHAM que, en cuestión de segundos, es capaz de generar la misma distribución de galaxias que una simulación hidrodinámica, que necesita de siglos de tiempo de computación. Asimismo, descubro por primera vez en simulaciones hidrodinámicas que la manera en que las galaxias pueblan los halos de materia oscura no sólo depende de la masa de estos. Esto es contrario a lo que predicen nuestras teorías y es un fenómeno conocido como *galaxy assembly bias*.

Después modelo de forma analítica y con simulaciones cosmológicas cómo afectan pequeños errores al medir el corrimiento al rojo de las galaxias a su distribución tridimensional. Demuestro que la información cosmológica que se puede extraer de dicha distribución varía en función del tamaño de estos errores, y que cartografiados multifiltro pueden ser igual de precisos que cartografiados espectroscópicos extrayéndola debido a que detectan galaxias mucho más débiles. Este trabajo será clave para cartografiados como PAUS, J-PAS y SPHEREx.

Finalmente desarrollo ELDAR, un algoritmo para detectar cuásares y calcular su corrimiento al rojo en cartografiados multifiltro. ELDAR se basa en detectar líneas de emisión propias de cuásares y es imprescindible para estudiar la composición y evolución del Universo primitivo en estos cartografiados. Caracterizo las propiedades de ELDAR aplicándolo al cartografiado ALHAMBRA y encuentro 408 nuevos cuásares en campos ya estudiados por cartografiados espectroscópicos debido a la gran profundidad de este cartografiado. Por último, demuestro que los cuásares identificados por ELDAR tienen alta completitud, ninguna contaminación de galaxias o estrellas y corrimientos al rojo muy precisos.

A modo de conclusión, la presente tesis contribuye a mejorar la extracción de información cosmológica del universo cercano y lejano, y ayudará a arrojar luz al enigma de la energía oscura.



Distribución espectral de energía de un cuásar detectado por ELDAR en ALHAMBRA a un corrimiento al rojo de z=4.25 (fotoespectro, puntos rojos) y confirmado por el Gran Telescopio Canarias (espectro, línea negra).

Uso de CMB, estructura a gran escala y cúmulos de galaxias como herramientas cosmológicas

Autor: Denis Tramonte (dtramonte@iac.es)
Tesis doctoral dirigida por: José Alberto Rubiño Martín y Rafael Barrena Delgado
Centro: Universidad de La Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias
Fecha de lectura: 31 de Julio de 2017

En esta tesis hemos estudiado tres herramientas independientes para obtener información sobre parámetros cosmológicos: la estructura a gran escala de la materia en el Universo (LSS), los cúmulos de galaxias y el fondo cósmico de microondas (CMB).

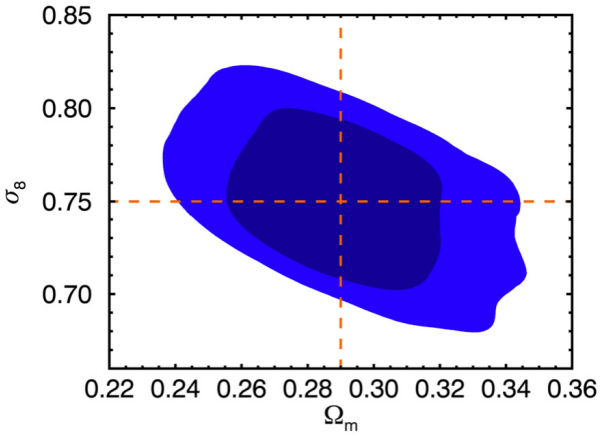
En el estudio de la LSS hemos proporcionado una parametrización para la función de masa condicional (CMF), es decir, la distribución en masa de la abundancia de halos en regiones sobredensas y subdensas. Hemos considerado un formalismo ya descrito en la literatura e introducido un parámetro adicional para asegurar la normalización de la CMF. Hemos comparado la abundancia de halos predicha por esta CMF con la predicción de simulaciones numéricas de N-cuerpos, para condiciones con radio Euleriano de 5 a 30 h^{-1} Mpc y para halos de masa entre 10^{11} y 10^{14} h^{-1} $M_{\odot}$. Con la parametrización propuesta hemos encontrado un acuerdo excelente con las abundancias simuladas en regiones subdensas para todo el rango de escalas explorado, y en regiones sobredensas para escalas grandes. Finalmente, hemos presentado un ajuste analítico para la función de sesgo de halos en regiones subdensas, que puede ser de interés para acelerar el cálculo de la abundancia de halos a la hora de estudiar la estadística de los vacíos. Este ajuste es capaz de reproducir el sesgo de halos con un error menor del 2% para la cosmología de referencia, y menor del 9% para distintos valores del desplazamiento al rojo y de σ_8.

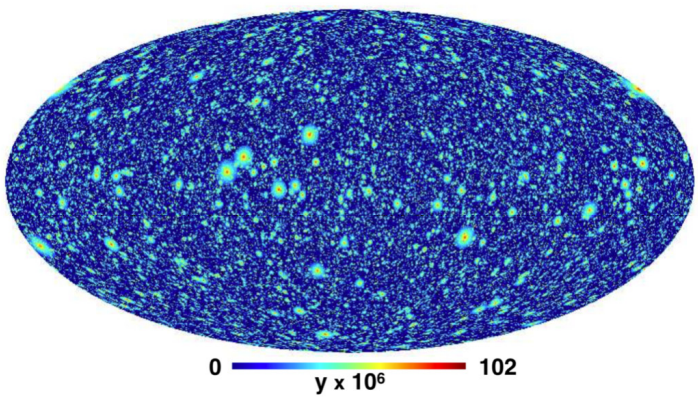
En lo que respecta a la cosmología con cúmulos de galaxias, hemos considerado la abundancia de cúmulos en función del desplazamiento al rojo como una herramienta para restringir los parámetros cosmológicos Ω_m y σ_8. Hemos implementado el cálculo de la distribución en desplazamiento al rojo de los cúmulos dependiendo de la cosmología, y hemos desarrollado una herramienta estadística basada en un método de cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC) para recuperar los parámetros cosmológicos dada la abundancia de cúmulos. Hemos aplicado nuestro código al subconjunto cosmológico del catálogo PSZ1 de cúmulos detectados por el satélite Planck con señal a ruido mayor que siete. Hemos obtenido estimaciones de Ω_m y σ_8 basadas en la abundancia de cúmulos en combinación con estudios de la nucleosíntesis primordial del Big Bang (BBN) y de las oscilaciones acústicas de bariones (BAO), considerando el sesgo en la estimación de la masa de cúmulos b como un parámetro fijo o libre.

Fijando el sesgo en b=0.2, hemos encontrado $\Omega_m=0.293\pm0.020$ y $\sigma_8=0.760^{+0.018}_{-0.017}$ (68% C.L.). Dejando el sesgo b como un parámetro libre, con un prior plano definido por el intervalo [0,0.3], hemos obtenido $\Omega_m=0.289^{+0.022}_{-0.020}$ y $\sigma_8=0.750\pm0.028$. Estos resultados están en muy buen acuerdo con los obtenidos por la colaboración Planck a partir del mismo catálogo de cúmulos. Esto demuestra la fiabilidad de nuestro método, que por lo tanto podría ser aplicado en el futuro a catálogos más amplios, lo que permitirá reducir significativamente las barras de error en las estimaciones de estos parámetros. Un ejemplo es el subconjunto cosmológico extendido del PSZ1, que contiene alrededor de tres veces el número de cúmulos utilizados para el análisis en este trabajo, y que estará pronto disponible al público.

Por otro lado, hemos explotado el efecto Sunyaev-Zel'dovich como una herramienta cosmológica. Para ello hemos calculado la función de distribución de probabilidad en una dimensión (PDF) del parámetro de Compton y medido por el satélite Planck en todo el cielo, la cual es fuertemente dependiente del parámetro σ_8. Hemos modelado la contribución de los cúmulos de galaxias a la PDF y testeado nuestro formalismo con mapas simulados del parámetro de Compton. Hemos aplicado este formalismo para ajustar el valor de σ_8, comparando su predicción con la PDF extraída de los datos de Planck. Hemos considerado solo valores y $\geqq 4.5\times10^{-6}$ para excluir contaminaciones de ruido instrumental y otras contribuciones astrofísicas, y hemos obtenido la estimación final $\sigma_8=0.77\pm0.02$ (68% C.L.). Este resultado es compatible con otras estimaciones basadas en cúmulos, y está en tensión con el valor obtenido con el análisis del CMB (~0.83). Esta tensión puede ser debida a efectos sistemáticos en el modelado o en la calibración instrumental, o puede ser la primera pista para una necesaria extensión del modelo cosmológico estándar.

Izquierda: resultado de la estimación de parámetros cosmológicos basada en la abundancia de cúmulos de galaxias detectados por el satélite Planck, en términos de la distribución de probabilidad para los parámetros Ω_m y σ_8. Derecha: mapa simulado del parámetro Compton y para el estudio de la estadística del efecto Sunyaev-Zel'dovich, incluyendo únicamente la contribución de los cúmulos de galaxias, sin añadir otras contaminaciones o efectos instrumentales..





Los estudios relacionados con CMB presentados en esta tesis se basan en el experimento QUIJOTE, y en los datos obtenidos con el instrumento multifrecuencia (MFI). Hemos llevado a cabo la calibración del apuntado del primer telescopio de QUIJOTE, desarrollando un conjunto de transformaciones de coordenadas para corregir las imperfecciones del telescopio. Estas transformaciones se han implementado en el paquete de reducción de datos del MFI, y son utilizadas diariamente para alcanzar una corrección al apuntado con errores por debajo de 1 minuto de arco. Hemos considerados observaciones del MFI en las regiones galácticas W49, W51 (nubes moleculares) e IC443 (remanente de supernova), y valorado la contribución relativa de diferentes mecanismos de emisión. En particular, hemos detectado indicios de emisión anómala de microondas (AME) en intensidad en todas las regiones, con una detección más robusta en W49. Hemos detectado emisión sincrotrón en W49 e IC443. Esta información es relevante para modelar las propiedades del sincrotrón en nuestra Galaxia, y así facilitar la separación de la señal cosmológica de modos B en los datos futuros de éste y otros experimentos.

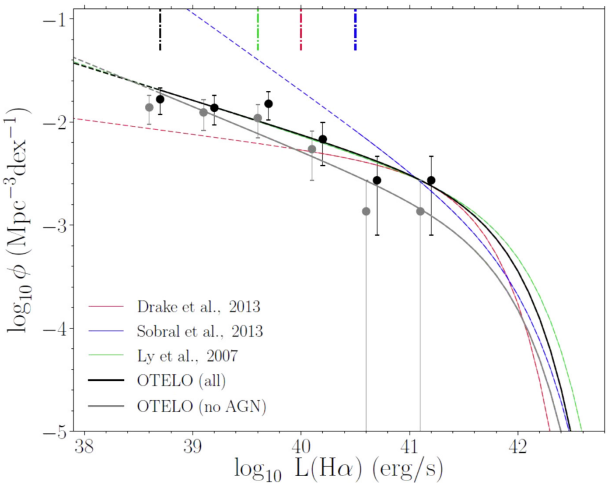
Estudio de núcleos activos de galaxias en el cartografiado OTELO

Autora: Marina Ramón Pérez (marina.ramon.perez@gmail.com)
Tesis doctoral dirigida por: Jordi Cepa, Ángel Bongiovanni y Ana María Pérez García
Centro: Universidad de La Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias
Fecha de lectura: 11 de Septiembre de 2017

Los cartografiados celestes han sido, históricamente, el principal método de obtención de datos astronómicos para el estudio del Universo. Esta tesis se centra en uno de ellos, OTELO, un cartografiado en líneas de emisión que utiliza los filtros sintonizables del instrumento OSIRIS del Gran Telescopio CANARIAS, actualmente el mayor telescopio óptico reflector completamente orientable del mundo. El uso combinado de los filtros sintonizables, que permiten obtener espectroscopía de baja resolución en dos dimensiones de todas las fuentes del campo, y de un telescopio de gran diámetro, capaz de alcanzar magnitudes límite extremadamente profundas, es ideal para la búsqueda de objetos emisores débiles.

En particular, nos hemos centrado en el estudio de los núcleos activos de galaxias (AGN, por sus siglas en inglés), uno de los objetos más brillantes y fascinantes del Universo. Las galaxias que albergan un AGN muestran una intensa emisión en su núcleo, fruto de la acreción de material por parte de un agujero negro supermasivo ubicado en su centro, según el modelo actualmente aceptado. Su estudio puede darnos información valiosa acerca de la formación y evolución de las galaxias en el Universo.

Durante esta tesis, hemos llevado a cabo la reducción y la calibración de los datos de OTELO desde cero, un proceso que ha requerido múltiples iteraciones y el diseño de procedimientos específicos. A continuación se ha obtenido un catálogo profundo multi-rango de todas las fuentes del campo. El siguiente paso ha sido la selección de los objetos emisores usando, por un lado, la información contenida en el catálogo y, por otro, los pseudo-espectros previamente construidos para cada fuente, que constituyen una herramienta única fruto del uso de filtros sintonizables. Nos hemos centrado, específicamente, en la población de emisores Hα a z~0.40, una de las líneas de emisión más intensas del espectro óptico de las galaxias, directamente relacionada con su formación estelar y con la actividad nuclear cuando esta está presente. A continuación, hemos seleccionado los AGN del campo utilizando cuatro métodos distintos, cada uno de ellos centrado en un rango espectral diferente. Finalmente hemos analizado la muestra de AGN, en un estudio que incluye su demografía y morfología, la búsqueda de galaxias infrarrojas luminosas y ultra-luminosas (LIRGs/ULIRGs), la obtención de la función de luminosidad (LF) de Hα a z~0.40 y un análisis del entorno a ese desplazamiento al rojo.



Función de luminosidad Hα a z~0.40. La línea negra corresponde al ajuste de la LF para toda la muestra de emisores de OTELO a ese desplazamiento al rojo, representados con puntos negros, mientras que la línea gris es el ajuste de la LF para la población de no AGNs (círculos grises). En aras de la claridad, los círculos grises están desplazados -0.1 dex en luminosidad con respecto a los negros. Las barras de error (estadístico) siguen un proceso Poissoniano. Las funciones de luminosidad Hα de Drake et al. (2013), Sobral et al. (2013) y Ly et al. (2007) se muestran en rojo, azul y verde, respectivamente. En cada caso, la línea continua representa el intervalo de luminosidad muestreado, mientras que la línea punteada es la extrapolación de su ajuste a una función de Schechter. Las líneas verticales y punteadas en la parte superior de la gráfica representan los correspondientes límites de luminosidad para la construcción de la LF en cada cartografiado, en su correspondiente color.

El principal producto de esta tesis es el catálogo de objetos emisores de OTELO, un catálogo profundo y multirrango que será la base de futuros trabajos. Además, hemos obtenido muestras fiables de emisores Hα y de AGN en el campo de OTELO. El análisis de la población de AGN nos ha permitido confirmar resultados previos, como el predominio de galaxias de tipo tardío, una mayor incidencia de AGN entre los ULIRGs que entre los LIRGs o la efectividad de los rayos-X a la hora de seleccionar los AGN, entre otras muchas cosas.

La función de luminosidad Hα obtenida a z~0.40 (ver figura) nos ha permitido, además, extender el límite de anteriores LFs, llegando a luminosidades casi 1 dex más débiles que el resto de los trabajos publicados hasta la fecha. Conociendo los AGN a z~0.40, hemos podido estimar también la tasa de formación estelar de las galaxias con formación estelar a ese desplazamiento al rojo, así como la contribución de los AGN a la luminosidad total.

Estudio de nanoestructuras moleculares basadas en fullerenos en nebulosas planetarias

Autor: José Jairo Díaz Luis (jjairo@oan.es)
Tesis doctoral dirigida por: Domingo Aníbal García Hernández y Arturo Manchado Torres
Centro: Universidad de la Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias
Fecha de lectura: 25 de Septiembre de 2017

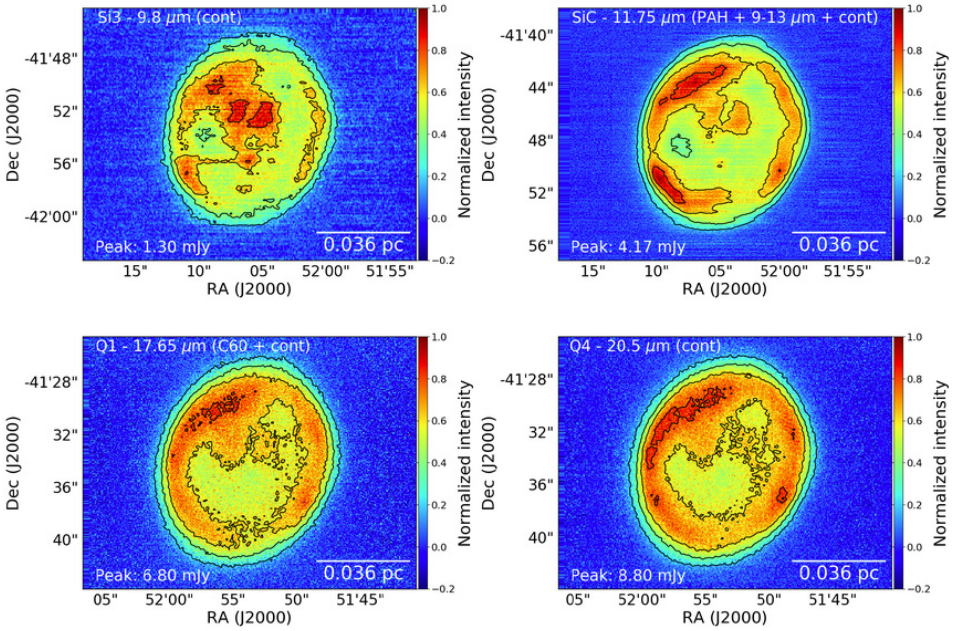
El objetivo principal de esta tesis es desvelar algunas cuestiones relacionadas con la formación de moléculas complejas basadas en fullerenos, con el objetivo de resolver algunos problemas clave en Astrofísica. La inesperada detección de fullerenos y grafeno (posible C24, un fragmento) en entornos circunestelares ricos en hidrógeno de estrellas evolucionadas, indica que estas moléculas complejas no son tan raras y plantea la idea de que otras formas de carbono, como son los fullerenos hidrogenados (fulleranes), cebollas de carbono y nanotubos de carbono, podrían ser comunes en el Universo, jugando un papel importante en muchos aspectos de la física y química interestelar/circunestelar. Exploramos este nuevo y fértil campo de la Astroquímica centrándonos en el estudio de estas moléculas orgánicas complejas en Nebulosas Planetarias (NPs) de nuestra galaxia.

En primer lugar, presentamos una búsqueda completa de bandas difusas interestelares (DIBs) y un análisis detallado de sus velocidades radiales en tres NPs (Tc 1, M 1-20 e IC 418) que contienen fullerenos. En particular, encontramos que algunos DIBs son inusualmente intensos en estas fuentes; por ejemplo, una banda de absorción inusualmente intensa en 4428 Å es una característica común en NPs con fullerenos. Un resultado interesante de esta tesis es la posible detección, por primera vez, de dos bandas difusas circunestelares (DCBs) en 4428 y 5780 Å en la envoltura circunestelar rica en fullerenos de la NP Tc 1.

Seguidamente, presentamos espectros VLT/ISAAC en la región espectral entre 2.9 y 4.1 μm para las NPs Tc 1 y M 1-20. Presentamos la no detección de las bandas infrarrojas más intensas de moléculas relacionadas con fullerenos como son los fulleranes (como C60H36 y C60H18), en torno a ~3.4-3.6 μm en ambas NPs. Esta no detección junto a la detección tentativa de fulleranes en la proto-NP IRAS 01005+7910, sugiere que los fulleranes podrían formarse en la corta fase de transición de proto-NP, pero son rápidamente destruidos por el campo de radiación UV de la estrella central.

Finalmente, presentamos imágenes de banda estrecha (en el infrarrojo medio) de GTC/CanariCam en la NP extensa IC 418. Estudiamos la distribución espacial relativa de compuestos fullerénicos (tipo C60), aromáticos (tipo hidrocarburos policíclicos aromáticos, HPAs) y alifáticos (por ej., el compuesto orgánico aún no identificado responsable de la emisión ancha en 9-13 μm), con el objetivo de esclarecer el mecanismo de formación de fullerenos en ambientes circunestelares ricos en hidrógeno.

La emisión residual de C60 obtenida al sustraer la emisión continua de polvo podría tener varias interpretaciones; la más interesante sugiere que otras moléculas basadas en fullerenos (por ej., fulleranes) podrían contribuir a la emisión observada en 17.4 μm.



Mapas de contorno de las imágenes de GTC/CanariCam calibradas en flujo de la nebulosa planetaria rica en fullerenos IC 418 en los filtros Si3, SiC, Q1 y Q4.

Dinámica de las regiones polares de Saturno

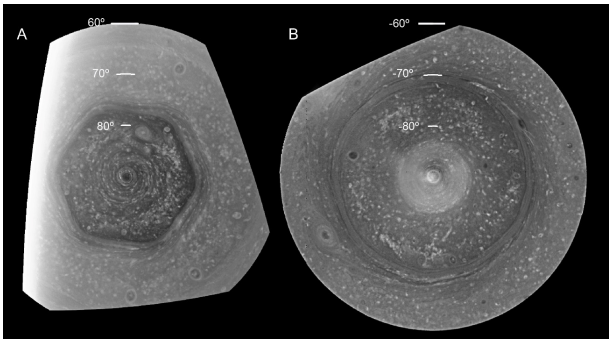
Autor: Arrate Antuñano Martín (aam58@leicester.ac.uk)
Tesis doctoral dirigida por: Agustín Sánchez Lavega y Teresa del Río Gaztelurrutia
Centro: Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Fecha de lectura: 26 de Septiembre de 2017

En esta tesis, hemos estudiado la dinámica de las regiones polares de Saturno a nivel de las nubes de amoniaco desde ~ 60º a 90º latitud, centrándonos en la comparación de la dinámica entre ambas regiones polares, en el Hexágono y en la relación entre la morfología nubosa observada y la dinámica local y general de estas regiones. Para ello, hemos analizado imágenes multi-espectrales de alta resolución tomadas por las cámaras del instrumento Imaging Science System (ISS) de la nave Cassini entre Octubre 2006 y Septiembre 2014 en longitudes de onda del visible entre el violeta (~ 400 nm) y el infrarrojo cercano (~ 1000 nm). Estas imágenes nos permiten estudiar la morfología nubosa de estas regiones con la mayor resolución hasta la fecha en tres estaciones diferentes: (i) verano en la región polar sur, y (ii) primavera y (iii) principios de verano de la región polar norte de Saturno. Además, una vez analizada la dinámica de estas regiones, hemos estudiado posibles interpretaciones sobre el origen de la estructura hexagonal en la región polar norte.

Con el fin de estudiar la dinámica en estas regiones, hemos medido el movimiento horizontal de las nubes en imágenes obtenidas con el filtro CB2 (~ 752 nm), sensible a la capa superior de las nubes de amoniaco, a alrededor de 600 mbar de presión y hemos construido mapas de viento zonal y meridional junto con perfiles de viento zonal medio, desde 60º hasta el polo, tanto sur como norte. Por otro lado, utilizando las medidas de viento horizontal obtenidas, hemos construido mapas (longitud-latitud) de vorticidad relativa y perfiles de gradiente de vorticidad medio.

Finalmente, hemos creado mapas bidimensionales promediados zonalmente (latitud, presión) de vorticidad potencial de Ertel y de vorticidad potencial quasi-geostrófica, para verano del hemisferio polar sur y principios de verano en el hemisferio norte.

Los resultados muestran que en general la dinámica de ambas regiones es muy similar, con vientos y vorticidades relativas alcanzando valores máximos similares. Sin embargo, estos mapas también muestran varias diferencias entre ambas regiones, como por ejemplo la forma circular del jet a 70.4ºS en vez de su equivalente hexagonal en el norte. Finalmente, los mapas de vorticidad potential de Ertel y de vorticidad potencial quasi-geostrófica, para el verano de la región polar sur y principios de verano de la región polar norte, muestran que el parámetro de Coriolis es el término dominante, siendo este al menos un orden de magnitud mayor que el resto de términos en la ecuación de la vorticidad potencial, excepto en los polos, donde la vorticidad relativa es del orden de Coriolis. Por último, estudiando el comportamiento de los perfiles de gradiente meridional de vorticidad relativa y de ambas vorticidades potenciales, vemos que podría desarrollarse inestabilidad hidrodinámica en el flanco más al ecuador de los jets polares y a ambos lados del Hexágono y del jet localizado a 70.4ºS.



Proyecciones polares de las regiones polares de Saturno mostrando la morfología en el Norte (A) y Sur (B) de 60° a 90° norte y sur, respectivamente.

Por otro lado, con el propósito de entender la naturaleza de la dinámica observada en ambas regiones polares, se ha caracterizado la morfología nubosa de la región polar norte de Saturno a diferentes longitudes de onda, analizando su variación temporal entre Enero 2009 (principios de primavera) y Noviembre 2014 (principios de verano) y relacionándolo con la dinámica general observada en esta región. Los resultados muestran que a pesar de que tanto la estructura del Hexágono como su dinámica observada se han mantenido sin variaciones significativas en los últimos 36 años, actividad seguramente de naturaleza convectiva, crece en el interior del jet hexagonal sin alterar la dinámica a esas latitudes. Por otro lado, los vórtices detectados en la región polar norte se desplazan a la misma velocidad que su entorno y sin migrar en latitud. Además, hemos visto que el campo de nubes compactas muestra un tamaño típico de nubes de 200-300 km y una distribución homogénea en latitud e inhomogénea en longitud, moviéndose a la misma velocidad que su entorno sin migrar en latitud. Finalmente, observamos que cambios en la morfología nubosa del vórtice polar norte no están relacionados con cambios en la dinámica de éste. Estos resultados sugieren, por un lado, que los vórtices polares de Saturno no están formados mediante la acumulación de vorticidad ciclónica proveniente de ciclones pequeños que migran hacia el polo. Por otro lado, el hecho de que todas las estructuras descritas anteriormente no muestren cambios estacionales y de que se observen también durante el largo invierno de esta región, el cual se prolonga durante unos 7 años, sugieren que estas estructuras y la dinámica de estas regiones, están relacionados con el calor interno del planeta.

Finalmente, hemos estudiado posibles interpretaciones de la naturaleza del Hexágono. En particular nos hemos centrado en dos: (i) una onda Rossby libre atrapada verticalmente en una región de estabilidad estática positiva, la cual podría manifestar el movimiento serpenteante de un jet profundo e inestable y (ii) una estructura formada debido a una inestabilidad barotrópica o baroclínica que se hubiese desarrollado en un jet inestable. En la primera interpretación, onda Rossby libre, los resultados muestran que, el Hexágono podría ser una onda Rossby que no se propaga en vertical, sino que se encuentra atrapada en una región de estabilidad estática positiva, de extensión desconocida. Por otro lado, los resultados de la segunda interpretación favorecen la explicación de una inestabilidad barotrópica frente a la baroclínica.

Dado que la dinámica general de ambas regiones polares de Saturno es tan similar, no encontramos una explicación por la cual se observa una estructura hexagonal en el norte y no en el sur, aparte de la diferencia en latitud a la que se encuentran los dos jets. Por último, la larga vida del Hexágono, la alta estabilidad temporal de los vientos horizontales de éste y el hecho de que haya sobrevivido al largo invierno de la región polar norte, sugieren que el Hexágono podría ser una manifestación de un jet inestable profundo.

PlanetCam-UPV/EHU: Una cámara lucky imaging de doble canal para estudios del Sistema Solar: Funcionamiento, calibración y aplicaciones científicas

Autor: Iñigo Mendikoa Alonso (imendikoa@gmail.com)
Tesis doctoral dirigida por: Agustín Sánchez-Lavega y Santiago Pérez-Hoyos
Centro: Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Fecha de lectura: 29 de Septiembre de 2017

PlanetCam-UPV/EHU es una cámara astronómica diseñada para la obtención de imágenes de alta resolución espacial y temporal de objetos del Sistema Solar, principalmente como apoyo a la investigación científica en dinámica atmosférica y estudios de estructura vertical de nubes en las atmósferas planetarias. El instrumento trabaja simultáneamente en dos canales por medio de un divisor de haz o elemento dicroico. Cada canal cuenta con su propio detector y filtros de interés, en el rango visible (VIS, 0.38 - 1 μm) e infrarrojo cercano (SWIR, 1 - 1.7 μm). La selección de filtros incluye algunos anchos para imágenes color a grandes velocidades, filtros ultravioleta, y una amplia serie de filtros interferenciales correspondientes a las bandas de absorción de metano y del CO2, así como sus longitudes de onda adyacentes, todos ellos seleccionados por su interés en los estudios planetarios (Sánchez-Lavega et al. 2012; Mendikoa et al. 2016).

PlanetCam utiliza la técnica de *lucky imaging* para los filtros anchos y exposiciones más largas para filtros estrechos, incluso de algunos segundos, con objeto de alcanzar relaciones señal-ruido óptimas. Las imágenes acumuladas finales se pueden procesar adicionalmente para obtener imágenes de alta resolución que compensan en gran medida los efectos de las turbulencias atmosféricas hasta conseguir resoluciones de 0.1-0.2 segundos de arco bajo un *seeing* medio.

El instrumento ha sido diseñado para dos configuraciones operativas independientes posibles: PlanetCam1 está enfocado a realizar observaciones solamente en el canal visible (0.38-1 μm), mientras que PlanetCam2 proporciona observaciones simultáneas en ambos canales VIS y SWIR (1-1.7 μm). Mientras que PlanetCam1 es fácilmente transportable y se ha probado en una variedad de telescopios, PlanetCam2 es un instrumento más complejo y actualmente funciona solamente como instrumento visitante en los telescopios 1.23m y 2.2m del Observatorio Astronómico de Calar Alto (Almería).

El objetivo principal dentro del alcance de esta tesis ha sido caracterizar el instrumento PlanetCam en términos de su radiometría y astrometría, así como su calibración fotométrica proporcionando valores de reflectividad absoluta de Júpiter y de Saturno en todo el rango espectral del instrumento a lo largo de cuatro años de observación. Aunque existen trabajos relativos a observaciones calibradas en la parte visible del espectro para Júpiter y Saturno, incluyendo observaciones del telescopio espacial Hubble (HST) o de misiones espaciales, de la parte del infrarrojo cercano existen muy pocos estudios hasta la fecha.

Las imágenes de PlanetCam se han utilizado también hasta la fecha para diversos trabajos científicos sobre Júpiter, Saturno, Venus y Neptuno. Por otro lado, otros objetos del Sistema Solar son también objetivos potenciales para PlanetCam, particularmente cuando se requiere alta resolución espacial o temporal, tal como para actividad en cometas, asteroides o fenómenos de ocultación.

PlanetCam también ha sido utilizada para fenómenos externos al Sistema Solar, como la detección del *afterglow* de un GRB, así como para la fotometría del tránsito de un planeta extrasolar.

Los resultados principales pueden resumirse como sigue:

- Se ha caracterizado el funcionamiento radiométrico de PlanetCam en el laboratorio, incluyendo tests de linealidad de los detectores y curva de eficiencia cuántica.
- Se han realizado estudios de astrometría con el instrumento en los telescopios 1.23m y 2.2m de Calar Alto para determinar la homogeneidad de su escala de plato.
- Se ha estudiado la resolución alcanzable en condiciones normales de *seeing*, así como las magnitudes límite (Mendikoa et al. 2016).
- La calibración en reflectividad absoluta ha sido realizada a través de imágenes de Júpiter y Saturno calibradas mediante estrellas estándar. Esta actividad se ha realizado en todo el rango espectral del instrumento y a lo largo de cuatro años de observaciones. Asimismo se ha realizado un estudio de las diferentes fuentes de incertidumbre en los resultados de calibración absoluta. Los valores obtenidos de reflectividad absoluta y albedo de Júpiter y Saturno han sido analizados y comparados con valores de referencia existentes, encontrándose en general un buen acuerdo. Finalmente se han estimado los coeficientes de Minnaert para ambos planetas (Mendikoa et al. 2017).
- Se ha puesto a punto y optimizado el uso de la cámara a lo largo de casi 30 campañas de observación desde 2012 a 2017 (cada una de una duración promedio de 4 noches) en diferentes observatorios astronómicos (Calar Alto, Pic du Midi, Observatorio del Teide).

Los resultados científicos producto de las imágenes obtenidas con PlanetCam, se resumen en lo siguiente:

- Venus: estudio del estado de la atmósfera del planeta previo a la llegada de la misión Akatsuki, incluyendo perfil de vientos (Sánchez-Lavega et al. 2016).
- Júpiter: Se ha analizado la banda NTBD de Júpiter a partir de imágenes de PlanetCam con nueve filtros, para los que se ha realizado un modelo de transporte radiativo que ha permitido obtener algunas conclusiones sobre su estructura vertical. Asimismo, se han estudiado regiones cercanas a los polos aportando información sobre el contexto en el que se enmarcan las observaciones de alta definición de la misión Juno (Sánchez-Lavega et al. 2017). Por otro lado, se ha estudiado el perfil de vientos zonales en Júpiter a distintas latitudes a partir de imágenes de PlanetCam (Hueso et al. 2017).
- Saturno: imágenes de PlanetCam han sido utilizadas en el estudio del movimiento del hexágono polar (Sánchez-Lavega et al. 2014), y para la medida del rápido movimiento de una tormenta ecuatorial (Sánchez-Lavega et al. 2016).
- Neptuno: PlanetCam ha permitido hacer un seguimiento de la actividad de determinados vórtices para realizar medidas de velocidades de viento zonal (Hueso et al. 2017).
- Finalmente, como estudios de fenómenos alejados del Sistema Solar, se ha estudiado un tránsito del exoplaneta WASP 43b, así como el *afterglow* del Gamma RayBurst GRB 130418A, a partir de imágenes de PlanetCam montada en el telescopio 1.23m de Calar Alto.

Referencias

Sánchez-Lavega et al. (2012). Proc. of SPIE Vol. 8446, 84467X1-X9, doi: 10.1117/12.926149
Mendikoa et al. (2016). Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 128, doi: 10.1088/1538-3873/128/961/035002
Mendikoa et al. (2017). Astronomy & Astrophysics, doi: 10.1051/0004-6361/201731109
Sánchez-Lavega et al. (2016). Astrophysical Journal Letters, 833 L7, 7. doi: 10.3847/2041-8205/833/1/L7
Hueso et al. (2017). Geophysical Research Letters. doi: 10.1002/2017GL073444
Sánchez-Lavega et al. (2017). Geophysical Research Letters. doi: 10.1002/2017GL073421
Sánchez-Lavega et al. (2014). Geophysical Research Letters, 41, 1425-1431, doi: 10.1002/2013GL059078
Sánchez-Lavega et al. (2016). Nature Communications, 13262, doi: 0.1038/ncomms13262
Hueso et al. (2017). Icarus, 295, p.89, doi: 10.1016/j.icarus.2017.06.009

Propiedades físicas de objetos transneptunianos y centauros

Autora: Estela del Mar Fernández Valenzuela (estela@iaa.es)
Tesis doctoral dirigida por: José Luis Ortiz Moreno y René Damián Duffard
Centro: Universidad de Granada / Instituto de Astrofísica de Andalucía
Fecha de lectura: 27 de Octubre de 2017

Los objetos transneptunianos (TNOs) son aquellos cuerpos del Sistema Solar con órbitas cuyo semieje mayor es más grande que el de la órbita de Neptuno. Estos objetos se formaron en regiones exteriores a la línea de hielo, es decir, en zonas de la nebulosa protoplanetaria donde los elementos volátiles tenían cabida, ya que las temperaturas eran suficientemente bajas como para permitir la formación de los mismos. Los TNOs poseen, por tanto, de manera similar a los cometas, una composición basada en una mezcla de rocas y hielos. Debido a las grandes distancias que los separan del Sol, los materiales de sus superficies han sufrido menos procesos químicos en comparación con los de otros cuerpos del Sistema Solar. Es por este motivo por el que el estudio de TNOs aporta información fundamental a cerca de la nebulosa solar primitiva y los materiales a partir de los cuales se formó el Sistema Solar. Esta observación incluye también a los centauros: objetos que provienen del cinturón transneptuniano, los cuales han sido inyectados a zonas más internas debido a encuentros planetarios, principalmente con Neptuno.

Esta tesis se ha llevado a cabo en el marco de un programa dedicado al estudio de las propiedades físicas de objetos transneptunianos y otros cuerpos pequeños del Sistema Solar, que lleva en curso más de dos décadas en el Instituto de Astrofísica de Andalucía, con financiación de entidades públicas nacionales, autonómicas y europeas. Dentro de este programa se utilizan técnicas variadas para el estudio de estos objetos, tanto observacionales como teóricas. Entre ellas, la técnica de la fotometría ha sido una de las herramientas destacadas, en la que el grupo ha hecho un gran número de contribuciones científicas y en la que esta tesis se encuadra.

Durante el desarrollo de esta tesis se ha abordado un estudio sistemático de un conjunto numeroso de objetos, si bien las conclusiones principales han podido derivarse de manera más concluyente para cuatro de ellos. Los resultados sobre estos objetos han sido publicados en 4 artículos recogidos en esta memoria de tesis, que se presenta en la modalidad de compendio de artículos. Análisis adicionales, así como la preparación de las correspondientes publicaciones, se encuentran en desarrollo.

El primer capítulo versa sobre el objeto transneptuniano 2008 OG19. Durante los primeros pasos de la investigación, quedó patente que se trataba de un cuerpo de unas características fuera de lo común. Resultó ser un objeto que presentaba una variabilidad fotométrica de más de 0.43 magnitudes, lo cual es algo extraordinariamente inusual, ya que solo existen menos de 10 objetos conocidos con estas características en el cinturón transneptuniano, en comparación con los ∼150 objetos de los que se conoce su curva de luz. Identificar uno de estos objetos tan singulares es ya importante, pero, además, del estudio fotométrico detallado se pudieron obtener características importantes tales como su periodo de rotación, forma y su densidad (suponiendo equilibrio hidrostático). Esto es también un logro considerable ya que la determinación de densidades de objetos del Sistema Solar es algo, en general, bastante complicado.

El segundo capítulo de resultados pertenece al centauro Cariclo y está motivado por el descubrimiento de un sistema de anillos alrededor del mismo. En este trabajo se modelan los efectos producidos por el sistema de anillos y se deduce como la magnitud absoluta del centauro cambia en su recorrido orbital debido a la variación en el ángulo de visión del objeto respecto al observador. También se modelan los datos observacionales de la amplitud de la curva de luz, junto con los de la magnitud absoluta, a fin evaluar el tamaño de los semiejes del cuerpo principal y la contribución de los anillos. Además, suponiendo equilibrio hidrostático, se obtiene información sobre la densidad.

En el capítulo de Quirón se reinterpretan los resultados, publicados en la bibliografía, de ocultaciones estelares producidas por el centauro. Esta nueva interpretación propone la existencia de material en forma de anillo, similar al que se encuentra en Cariclo que, además, es confirmada mediante los estudios fotométricos de largo término, donde se modela la evolución temporal de la amplitud de la curva de luz y la magnitud absoluta. A través de la modelización también se obtiene el eje de rotación del objeto que encaja con el del anillo. La monitorización posterior del objeto verifica la validez de los modelos en los que se incluyen los efectos fotométricos producidos por los anillos del centauro.

Finalmente, el último capítulo de resultados está dedicado al análisis de los datos fotométricos del centauro Bienor, el cual presenta características muy similares a las exhibidas por los centauros Cariclo y Quirón. Se obtienen nuevos datos observacionales de la amplitud de la curva de luz y la magnitud absoluta que serán utilizados, junto con los publicados en la bibliografía, para modelar conjuntamente su evolución temporal. Se proponen varios modelos para explicar la variación de ambos resultados fotométricos, entre ellos: (i) relajación de la suposición de equilibrio hidróstatico, (ii) variabilidad del albedo superficial y (iii) un sistema de cuerpo + anillo. La inclusión de un sistema de anillos puede explicar las variaciones observadas, sin embargo, desde un punto de vista estadístico, el resto de escenarios son tan válidos como la interpretación del anillo. Los posibles escenarios proveen la orientación del polo, la razón de ejes y la densidad en un intervalo bien constreñido.

Gracias a los modelos fotométricos de evolución temporal de la magnitud absoluta y la amplitud de la curva de luz, se han obtenido forma y dirección del eje de rotación para los tres centauros. Para Cariclo y Bienor se ha obtenido también la densidad. Con anterioridad a este trabajo, estas tres propiedades sólo han sido extraídas para un centauro más, (5145) Pholus.

Como observación final, la magnitud absoluta y la amplitud de la curva de luz de los objetos del Sistema Solar externo pueden estar significativamente afectados por la presencia de anillos y por su orientación respecto al observador. Esto ha sido llevado a cabo en esta tesis de manera sistemática, mostrando que las técnicas fotométricas podrían ser muy útiles a fin de identificar candidatos a albergar sistemas de anillos.

ENRIQUE GARCÍA-BERRO MONTILLA, IN MEMORIAM

Enrique García-Berro Montilla (1959 - 2017) falleció el 23 de septiembre de 2017 durante un desafortunado accidente mientras realizaba senderismo en el Pirineo aragonés (Huesca). Enrique nació en Jaén, el 3 de marzo de 1959. Realizó sus estudios de Física en la Universidad de Barcelona donde se licenció en 1982 obteniendo la máxima calificación de premio extraordinario de final de carrera. Poco después comenzó su tesis doctoral bajo la supervisión de Jordi Isern sobre la evolución de enanas blancas y su aplicación en el estudio de la historia de la Galaxia, la cual defendió en 1988 obteniendo la máxima calificación.

Enrique estaba casado con Isabel, bióloga de la Universidad de Barcelona; la pareja tuvo tres maravillosos hijos: Aurora, Inés e Ignacio. Enrique amaba todo tipo de retos en cualquier aspecto y era una gran apasionado del senderismo y del ciclismo de montaña, actividades que disfrutó hasta el último minuto de su vida.

En 1987 Enrique se incorporó como profesor asociado al Departamento de Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). En este departamento continuó como profesor titular (1989) y, posteriormente, como catedrático (2003). De 2006 a 2013, ejerció como Vicerrector de la UPC. Durante este periodo de tiempo demostró sus enormes cualidades en las labores de gestión relacionadas con la promoción y selección de personal docente e investigador. De hecho, poco después fue seleccionado por el Govern de la Generalitat de Cataluña como director del Programa Serra-Hunter, cuyo principal objetivo es la selección cuidadosa del personal académico de todas las universidades de Cataluña. Dicho programa ha resultado ser un éxito rotundo, y como consecuencia de ello, diversas universidades y grupos de investigación de Cataluña se encuentran ahora, de acuerdo con al ranking de Shanghai, entre las mejores del mundo. Enrique fue también subdirector del Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) de 2002 a 2005.

Probablemente, uno de los hechos más importantes en la carrera científica de Enrique fue su estancia en la Universidad de Urbana-Champaign, donde se integró en el grupo de investigación del profesor Icko Iben Jr., una de las máximas autoridades internacionales reconocidas en el campo de la evolución estelar. Allí estudió las últimas fases de las estrellas en el límite entre aquellas que se convierten en enanas blancas y las que colapsan gravitatoriamente. Los artículos que publicó junto al profesor Iben a raíz de su estancia en Urbana-Champaign son considerados como referencia en su campo.

La experiencia adquirida por Enrique durante su estancia en Urbana-Champaign fue el impulso que necesitó para crear un grupo de investigación en astrofísica en la UPC, demostrando que este campo científico encaja perfectamente en el marco de una universidad politécnica, debido tanto a la transversalidad temática como al desarrollo de la tecnología necesaria asociada con la instrumentación en satélites y en observatorios en tierra. Así mismo, Enrique participó en el proyecto hispano-italiano para el diseño y construcción de un poderoso compresor de datos especialmente adaptado para misiones espaciales (SIXE).

Enrique fue pionero en el estudio de la física de las enanas blancas, en particular en los efectos de los procesos de cristalización de los plasmas de Coulomb en el enfriamiento y periodos de pulsación de estas estrellas. Progresivamente amplió sus estudios a las propiedades colectivas de las enanas blancas como herramienta en la comprensión de las propiedades de la Galaxia, p.e. la determinación de la edad del disco y la historia de la formación estelar. Más recientemente, Enrique se involucró en simulaciones hidrodinámicas de enanas blancas como progenitores de novas y supernovas y como emisores de ondas gravitatorias en el caso de posibles colisiones. De hecho, fue el principal promotor para la nominación en julio de 2017 de Kip S. Thorne (galardonado ese mismo año con el premio Nobel) como Doctor Honoris Causa por la UPC. Enrique tuvo el honor de dar la charla de presentación del Profesor Thorne ante la comunidad de la UPC en el acto de investidura. Como resultado de su inagotable capacidad para la investigación, fue autor de más de 180 artículos en revistas con árbitro (algunos de ellos en la revista Nature), y director de catorce tesis doctorales.

Las contribuciones científicas de Enrique, muchas de ellas de notable originalidad, han ampliado de forma muy significativa la frontera de la astrofísica estelar. Desgraciadamente, su prematura muerte, en el momento más álgido de su capacidad intelectual y productividad científica, ha cortado de raíz esta fuente de conocimiento. Tuvimos el privilegio de conocer a Enrique, no sólo en el contexto científico, sino sobre todo como amigo y compañero. Enrique era una persona de una honestidad y sinceridad extrema, casi inocente. Añoraremos profundamente su amistad, amabilidad y sabiduría.

OBITUARIO ESCRITO POR: Jordi Isern, Margarida Hernanz (ICE(CSIC) & IEEC, Barcelona); Jordi José, Santiago Torres (UPC & IEEC, Barcelona); Inma Domínguez, Carlos Abia (Universidad de Granada).

ANGELS RIERA MORA, IN MEMORIAM

Es terrible tener que despedirse de una persona del propio grupo de investigación, joven, querida y apreciada por todos. Angels Riera (1962-2017) falleció el pasado 27 de septiembre. Desde hacía seis años Angels padecía un cáncer muy maligno que le afectó el hígado.

Angels Riera se licenció en la Universidad de Barcelona y realizó su Tesis Doctoral en el Instituto de Astrofísica de Canarias gracias a una beca predoctoral del Instituto. Angels se dedicó al estudio de las nebulosas protoplanetarias, en particular los choques de flujos colimados de alta velocidad en dichas nebulosas.

Los que la conocíamos y hemos trabajado con ella recordaremos siempre su sonrisa y buen carácter. Era una persona muy afable y animosa, que siempre miraba hacia el futuro. Angels era una persona que, donde fuera que iba a trabajar, no tenía colaboradores, sino que hacía amigos. Hemos recibido muchísimas muestras de condolencia de los científicos que la conocían, que muestran como era vista Angels por sus compañeros de investigación, como científica y como amiga. He aquí una muestra de los mensajes recibidos:

"Angels inició el estudio de los efectos del choque de flujos colimados de alta velocidad en nebulosas alrededor de estrellas masivas […], creando herramientas que hoy en día son de uso obligado. "

"Sus aportaciones como científica, tanto teóricas como observacionales, en el campo del medio interestelar, la física de los choques, fotoionización, ... serán recordadas. Mi profunda admiración a la persona, amiga y científica."

"Angels y yo compartimos despacho durante casi cuatro años […]. Compartimos muchas cosas, de la vida y de nuestro trabajo con las estrellas, y nunca la voy a olvidar. Era una persona de mente ágil y de gran corazón, su sonrisa […] lo llenaba todo. Perdemos a una compañera creativa, entusiasta y un referente en el estudio de las nebulosas planetarias. Perdemos, pierdo, a una amiga muy querida."
"Angels desde siempre ha sido una persona muy brillante, de fina inteligencia, muy generosa y con una personalidad y una fuerza a prueba de bomba. […] Se va una gran amiga."

"Recuerdo siempre su sonrisa alegre que por desgracia se apagó demasiado pronto."

"Angels, inteligente, trabajadora, con iniciativa, decidida y capaz, valiente, simpática, con estilo y muy querida. Nos queda su estela, su alegría, su trabajo y su ánimo".

Hemos podido gozar de su compañía, su alegría, su sonrisa durante un tiempo que ahora, desgraciadamente, ha terminado.

Descansa en paz, Angels.

OBITUARIO ESCRITO POR: Robert Estalella y Rosario López (Universitat de Barcelona).

Enrique García-Berro Montilla

Angels Riera Mora

Panorámica de 360º del cielo del Hemisferio Sur sobre el horizonte de la plataforma de Paranal (ESO/H.H. Heyer).

Sociedad Española de Astronomía

Universidad de Barcelona,
Facultad de Física
Av. Martí Franquès, 1
Barcelona 08028

Tfno: +34 91 394 5249
Fax: +34 91 394 5051