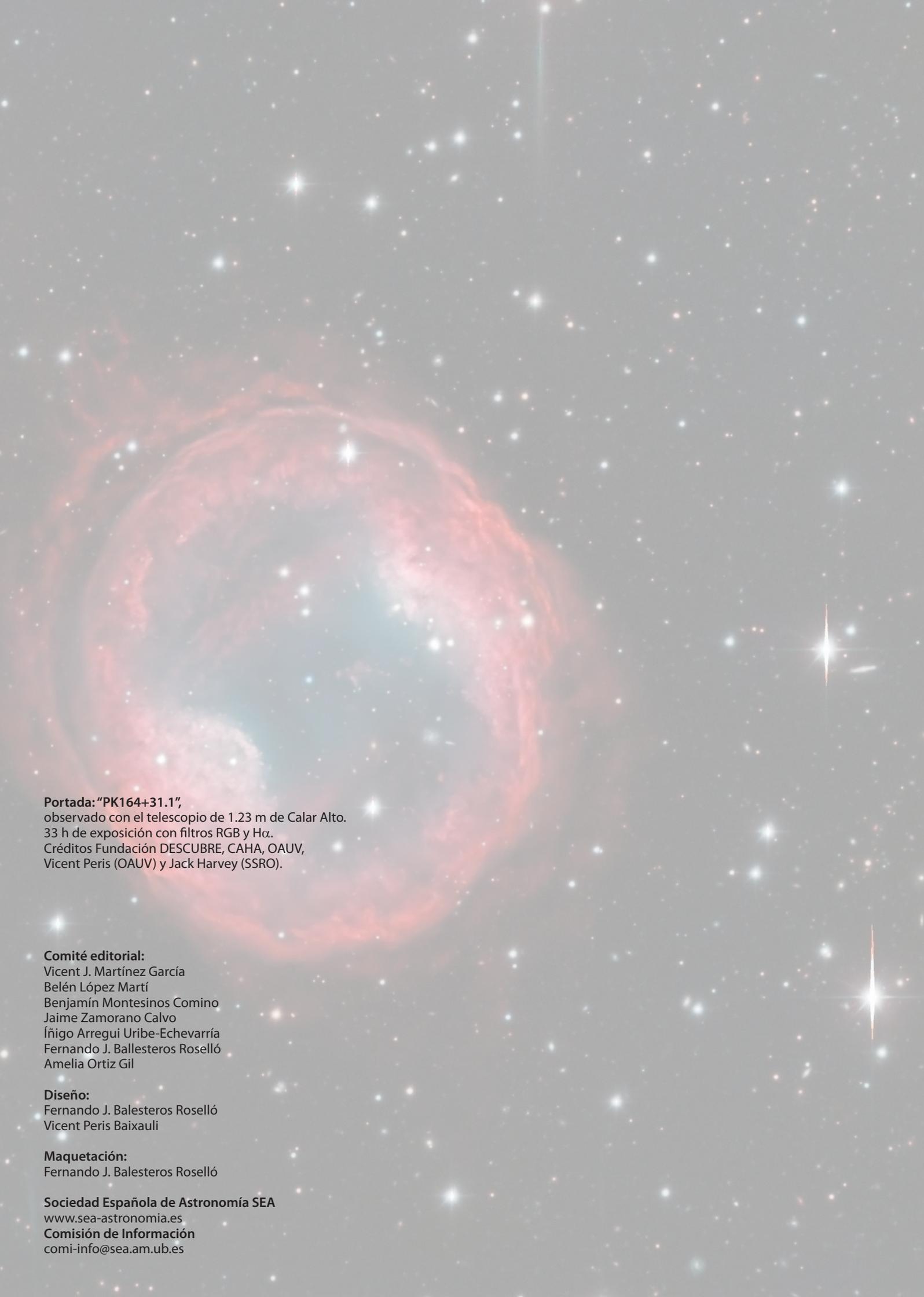




SEA

Sociedad Española de Astronomía

27 Invierno 2012



Portada: "PK164+31.1"
observado con el telescopio de 1.23 m de Calar Alto.
33 h de exposición con filtros RGB y H α .
Créditos Fundación DESCUBRE, CAHA, OAUV,
Vicent Peris (OAUV) y Jack Harvey (SSRO).

Comité editorial:

Vicent J. Martínez García
Belén López Martí
Benjamín Montesinos Comino
Jaime Zamorano Calvo
Íñigo Arregui Uribe-Echevarría
Fernando J. Ballesteros Roselló
Amelia Ortiz Gil

Diseño:

Fernando J. Ballesteros Roselló
Vicent Peris Baixauli

Maquetación:

Fernando J. Ballesteros Roselló

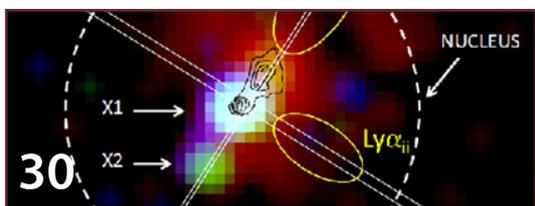
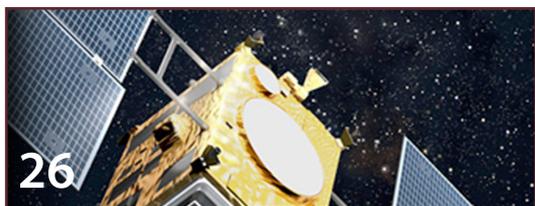
Sociedad Española de Astronomía SEA

www.sea-astronomia.es

Comisión de Información

comi-info@sea.am.ub.es

CONTENIDOS



5 Editorial

6 GTC y E-ELT: el reto de la astronomía española

Editorial sobre ambos proyectos y lo que han supuesto y supondrán para la astronomía española.

10 La RSEF celebra su XXXIV reunión bienal

Información sobre la próxima reunión bienal de la Real Sociedad Española de Física, en Valencia.

14 El proyecto CALIFA

Un muestreo extragaláctico de espectroscopía 3D de unas 600 galaxias del Universo Local.

18 El proyecto GLORIA de la UE

Una red de telescopios robóticos al alcance de los ciudadanos que deseen participar en ciencia.

22 XX Congreso Estatal de Astronomía 2012

Un punto de encuentro obligatorio de astrónomos aficionados y profesionales.

26 MARCO POLO-R

Nota informativa del próximo simposio internacional en Barcelona sobre esta misión.

28 Ecos de (la) Sociedad

29 Libros

30 Tesis doctorales



Reflejos mágicos
en Roque de los Muchachos, La Palma.
Autora: Amelia Ortiz



Con éste, ya van cuatro boletines electrónicos que, puntualmente, son publicados coincidiendo con el solsticio de invierno o verano en la web de la SEA. En este boletín, que podréis leer tranquilamente durante las vacaciones de Navidad, y como continuación del editorial que Emilio Alfaro, presidente de la SEA, publicó en el anterior boletín, Rafael Bachiller, gestor del área de Astronomía y Astrofísica del Plan Nacional de I+D+i y delegado de España en ESO nos plantea los retos de la astronomía española actual en clave de nuestra decidida participación y liderazgo en proyectos como el GTC y el E-ELT. Escribo estas notas justo cuando la comunidad de investigadores de nuestro país ha llevado a cabo amplias movilizaciones contra la desinversión en ciencia, que está poniendo en peligro la estabilidad del sistema español de investigación.

La investigación científica en España había experimentado un crecimiento muy razonable en los últimos años, acercándonos a los países de nuestro entorno. Vivimos ahora en una época de recortes y restricciones en las inversiones destinadas a educación, sanidad, bienestar social, investigación, universidad. Esto es un craso error y hay que decirlo bien alto y bien claro. Es obvio que hay que racionalizar el gasto público, pero sin duda, los hitos alcanzados en investigación y desarrollo se pueden echar a perder con políticas miopes basadas exclusivamente en los recortes. En particular, los investigadores de nuestro país, en la jornada del 19 de diciembre, han puesto de manifiesto que las inversiones en ciencia y desarrollo tecnológico pueden producir un importante retorno industrial, de modo que el tejido productivo se puede ver afectado por perder el tren de la ciencia y la tecnología. Los países que mejor están capeando la crisis en la que estamos inmersos son los que han mantenido con decisión y firmeza la inversión en estos capítulos. Los recortes desmesurados sólo conducen a la pobreza intelectual y económica de los ciudadanos que, como todos los indicadores y encuestas así muestran, tienen una buena percepción del trabajo de los científicos. Los gobernantes deberían ser conscientes y dejarse contagiar por los deseos de los ciudadanos de que nuestra sociedad no pierda las cotas de bienestar alcanzadas en educación y sanidad, y que al mismo tiempo sea una sociedad cada vez científicamente más sólida.

En el boletín encontraréis una invitación a volver a Valencia el próximo mes de Julio, esta vez por la celebración de la bienal de la Real Sociedad Española de Física. José Miguel Rodríguez Espinosa y Juan Antonio Font nos explican las actividades relacionadas con la astrofísica que tendrán lugar durante la bienal. Además se celebrará en Valencia la asamblea anual de socios de la SEA durante esos días.

Reseñas sobre los proyectos CALIFA y GLORIA, así como la inminente reunión sobre MarcoPolo-R y el reciente Congreso Estatal de Astronomía celebrado en Gandía completan este boletín, junto con las secciones habituales de ecos de la sociedad, reseñas de libros y resúmenes de tesis doctorales.

Finalmente, desde el equipo editorial os deseamos un **feliz año nuevo**.

Vicent J. Martínez
*Responsable del Boletín en
la Junta Directiva de la SEA*

En tan solo 30 años España ha llegado a una posición de liderazgo mundial en Astronomía gracias a muchos y costosos esfuerzos de nuestro sistema de investigación, con el concurso de las empresas, y con el respaldo decidido de sucesivos Gobiernos independientemente de su color político.



Rafael Bachiller
Gestor del área de Astronomía y Astrofísica
del Plan Nacional de I+D+i.
Delegado de España en ESO.
r.bachiller@oan.es

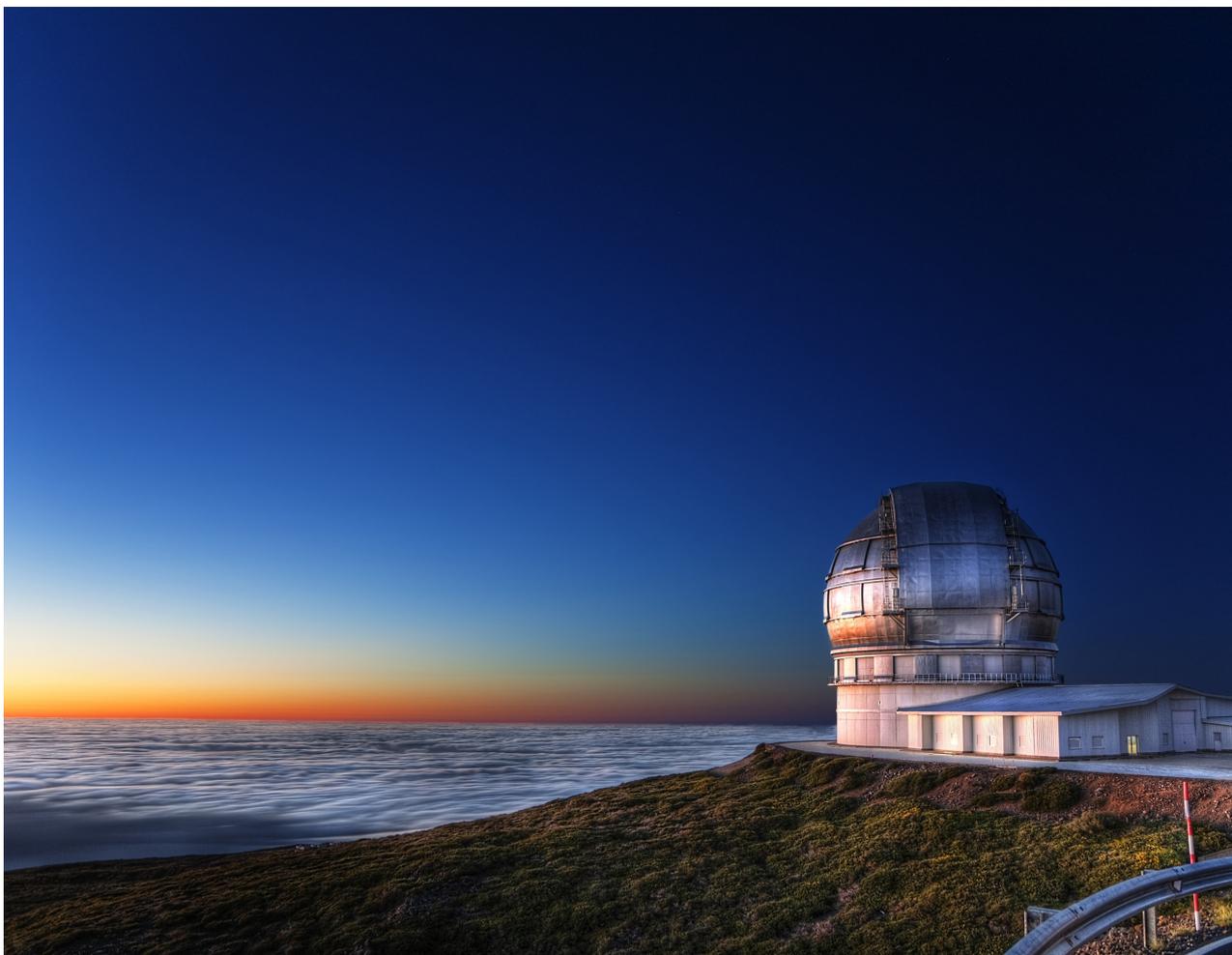
La instalación en diversos enclaves de nuestro territorio, por parte de muchos países, de los mejores telescopios del momento, a los que tenemos un acceso gratuito y privilegiado, jugó un papel seminal. También merece mención especial el rol jugado por el Plan Nacional de I+D+i que, a lo largo de estos años, ha sido una herramienta clave en el impulso de la excelencia científica y en la incentivación de desarrollo de tecnología. Los resultados logrados en nuestros institutos de investigación, a nivel científico y técnico, son absolutamente sobresalientes y sirven de ejemplo tanto a otras disciplinas en nuestro país como a la Astronomía de otros países que, como Chile, se encontraban en unas condiciones iniciales similares a aquellas de las que partimos nosotros.

Sin embargo, en estos momentos estamos en una encrucijada y, para hablar en términos concretos y centrarnos en un asunto de suma importancia, el futuro de la Astronomía nacional en el óptico y en el infrarrojo depende de dos proyectos clave: el Gran Telescopio de Canarias (GTC) y el Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT).

Para todos nosotros es motivo de orgullo que España haya construido el GTC, el telescopio óptico más grande del mundo, con un espejo segmentado de 10,4 m de diámetro que cuenta con la colaboración de EEUU y México. Si contamos astrónomos, ingenieros, personal técnico y administrativo, en sus operaciones y en su explotación científica hay hoy embarcadas bastantes más de doscientas personas (directamente en GRANTECAN están empleadas unas 65). Es el primer telescopio segmentado hecho en Europa, un instrumento llamado a ser de referencia mundial y un icono de la ciencia española. Pero hemos de redondear la tarea.

A pesar de las gravísimas dificultades económicas del momento, resulta imprescindible que el Gobierno Español y el Gobierno de Canarias garanticen los fondos necesarios para una operación adecuada del telescopio y para completar su programa de instrumentación post-foco. Y los astrónomos debemos mantener el entusiasmo para escribir buenas propuestas, continuar obteniendo resultados sobresalientes y redoblar esfuerzos para seguir haciéndolos públicos de una manera ágil y competitiva.

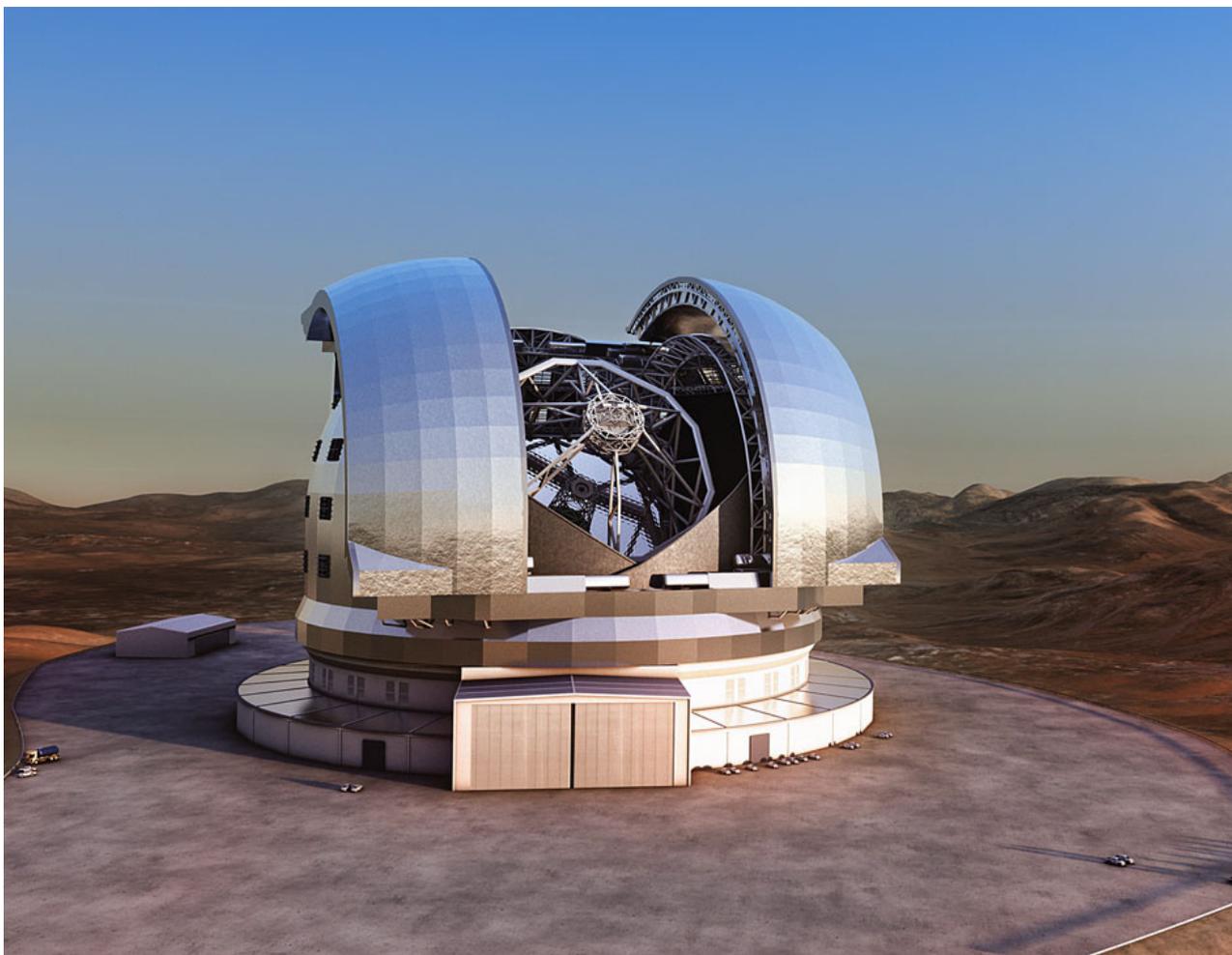
Desde que España se unió al Observatorio Europeo Austral (ESO) en el 2006, nuestros investigadores y nuestras empresas han contribuido a la organización en todos los aspectos: científicos, tecnológicos y de gestión. Actualmente unos 35 ciudadanos españoles se encuentran empleados en la sede central de



«Es el primer
telescopio segmentado
hecho en Europa,
un instrumento llamado
a ser de referencia
mundial y un icono
de la ciencia española.»

ESO cerca de Munich (Alemania) y en las distintas instalaciones en Chile. El mismísimo Presidente del Consejo de ESO es un español. Las empresas españolas han conseguido contratos de ESO por un montante total de unos 30 Millones de Euros. Los astrónomos estamos obteniendo resultados sobresalientes también con estos telescopios.

Además, gracias en muy gran medida a la construcción de GTC, España ha tenido una participación fundamental en el diseño del E-ELT: un telescopio de 39 m que será el más grande del mundo durante décadas. En la actualidad, ESO está utilizando el GTC para experimentar las tecnologías de control del espejo primario que se utilizarán en el E-ELT. El retorno industrial de nuestra participación en el E-ELT ya ha sido considerable pues ESO ha invertido varios millones de euros en España durante la fase de diseño detallado del E-ELT.



Pero la construcción del E-ELT requiere 1.083 Millones de Euros, un importe mucho más elevado que lo que permite el presupuesto ordinario de ESO durante los próximos 10 años. Para emprender su construcción, ESO buscó el concurso de un nuevo socio: Brasil. Hace ahora dos años que Brasil firmó su convenio de adhesión como miembro de pleno derecho a ESO, convenio que está a la espera de la ratificación de su Parlamento. Y, adicionalmente, para construir el E-ELT, ESO necesita de una contribución extraordinaria de sus otros 14 Estados miembros.

El pasado 5 de Diciembre, el Consejo de ESO aprobó el "programa" E-ELT con los 10 votos positivos de Austria, República Checa, Alemania, Holanda, Suecia, Suiza, Bélgica, Finlandia, Italia y Francia. El Reino Unido dio un voto provisional que ha de ser confirmado antes del próximo marzo. Dinamarca, Portugal y España se abstuvieron, pero este voto de abstención puede modificarse, prácticamente sin trámites,

durante los próximos meses. El espíritu de la totalidad del Consejo de ESO es claramente muy inclusivo y su intención es llegar a aprobar el programa por unanimidad. Nuestra Secretaría de Estado de I+D+i es consciente de la gran trascendencia que tiene para nuestro país la participación en este proyecto.

Yo personalmente confío en que España podrá reconsiderar su posición en los próximos meses y que nuestro retraso en unirse a la construcción del E-ELT (que, en cualquier caso, no puede comenzar sin el concurso de Brasil) no tendrá implicaciones significativas.

No me cabe duda de que debemos seguir adelante reafirmando la posición de GTC en el panorama nacional e internacional y trabajando para que la participación española en el E-ELT sea un hecho. Bajo mi punto de vista, debido a que la complementariedad de la tecnología de ambos telescopios y de sus programas científicos, ambos proyectos van inextrinca-

blemente unidos y ambos son imprescindibles para mantener a medio y largo plazo el alto nivel logrado por nuestra Astronomía. GTC y E-ELT constituyen un único e indisoluble reto. Nuestros institutos y universidades se encuentran diseñando equipos de detección para ambos telescopios. Nuestras empresas, gracias a la experiencia ganada con GTC, se encuentran óptimamente preparadas para obtener contratos por varias decenas de millones de Euros de retorno cuando se construya el E-ELT. Después de la inversión y el esfuerzo ya empleados, tanto desde el campo de la investigación como del de las empresas, y dada su trascendencia futura, no podemos permitirnos como país el quedarnos fuera de la construcción de este telescopio.

Actualmente en España, la Astronomía es una de las disciplinas científicas que mayor porcentaje de publicaciones especializadas produce en revistas internacionales. Pero más allá de las publicaciones, nuestra disciplina se distingue por los grupos que tienen capacidad tecnológica para diseñar, construir y mantener en funcionamiento instrumentación puntera. Este desarrollo de instrumentación astronómica ultrasensible es un motor importantísimo en el sistema de I+D+i, como lo reconocen los países más desarrollados del mundo. Nuestra historia nos enseña que es importante que la brillante actividad actual no se detenga, que es imprescindible que los gobiernos sigan apoyando estos desarrollos que revierten de manera, quizás no inmediata, pero sí segura, en dotar a nuestro país de unas capacidades que lo hacen más rico, más independiente y más influyente.

«Yo personalmente confío en que España podrá reconsiderar su posición en los próximos meses y que nuestro retraso en unirnos a la construcción del E-ELT no tendrá implicaciones significativas.»

LA RSEF CELEBRA SU XXXIV REUNIÓN BIENAL

La próxima XXXIV Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física (RSEF) y el 23º Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física tendrán lugar en Valencia del 15 al 19 de Julio de 2013. Será la tercera ocasión en que la ciudad de Valencia acoga la celebración de la Bienal, tras haber sido ya sede en los años 1955 y 1999. Pese a la difícil situación económica actual, se prevé una numerosa participación de investigadores, científicos y profesionales, habiéndose mantenido las mismas cuotas que en la edición anterior en Santander, ofreciendo un extenso e interesante programa científico y de actividades paralelas.



José Miguel Rodríguez Espinosa
Presidente del grupo especializado de astrofísica de la Real Sociedad Española de Física,
Instituto de Astrofísica de Canarias.
jmr.espinosa@iac.es

José Antonio Font
Coordinador de sesiones paralelas
de la XXXIV Bienal de la RSEF,
Departamento de Astronomía y Astrofísica
de la Universidad de Valencia.
J.Antonio.Font@uv.es

El Comité Organizador de la Bienal está compuesto por profesores de la Universitat de València, de la Universitat Politècnica de València, y del CSIC. Para la celebración de la Bienal y del Encuentro Ibérico se utilizarán algunas de las instalaciones que la Universitat de València tiene en su campus científico de Burjassot-Paterna, concretamente la Facultad de Farmacia, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE), así como el Parque Científico. Los auditorios y aulas de estos centros acogerán las conferencias plenarios y sesiones paralelas de los diversos simposios previstos. De forma adicional, el hall de la Facultad de Farmacia albergará, durante la duración de la Bienal, una exposición comercial en la que participarán un buen número de empresas relacionadas con la Física y la Tecnología. Asimismo, otros eventos de la Bienal tendrán lugar en edificios emblemáticos de la ciudad de Valencia, tales como el Museo Príncipe Felipe de la Ciudad de las Artes y las Ciencias y el Hotel Baleario Las Arenas.

El Comité Organizador, presidido por el profesor Miguel Ángel Sanchis Lozano, ha logrado confeccionar un variado programa científico y de gran calidad, que se encuentra disponible en la página web de la Bienal (<http://www.bienalfisica2013.com>). Dicho programa contiene un elevado número de interesantes conferencias plenarios, hasta un total de 14, todas ellas impartidas por la mañana, con la excepción de la conferencia plenaria del Prof. Juan Ignacio Cirac, premio Príncipe de Asturias, que será impartida en el Museo Príncipe Felipe la tarde del martes 16 de Julio.

Además, en las sesiones de mañana también se han programado tres Mesas Redondas plenarios sobre la Enseñanza y Divulgación de la Ciencia, Política Científica, y Sociedades Científicas Iberoamericanas contándose, por ejemplo, con la participación confirmada de la Secretaria de Estado de Ciencia, Desarrollo e Innovación, el Presidente del CSIC, el Director del CIEMAT, entre otras ilustres autoridades científicas y académicas. Su presencia en Valencia asegurará un foro de discusión abierto en estos momentos tan difíciles para la ciencia en nuestro país. Es conveniente enfatizar también que distinguidos representantes de Sociedades y Asociaciones Científicas Iberoamericanas expondrán en la Mesa Redonda del viernes 19 la situación científica en sus respectivos países. De este modo, la Bienal de la RSEF en Valencia se convertirá en un foro de reflexión sobre la ciencia, sus aplicaciones y enseñanza con proyección internacional.

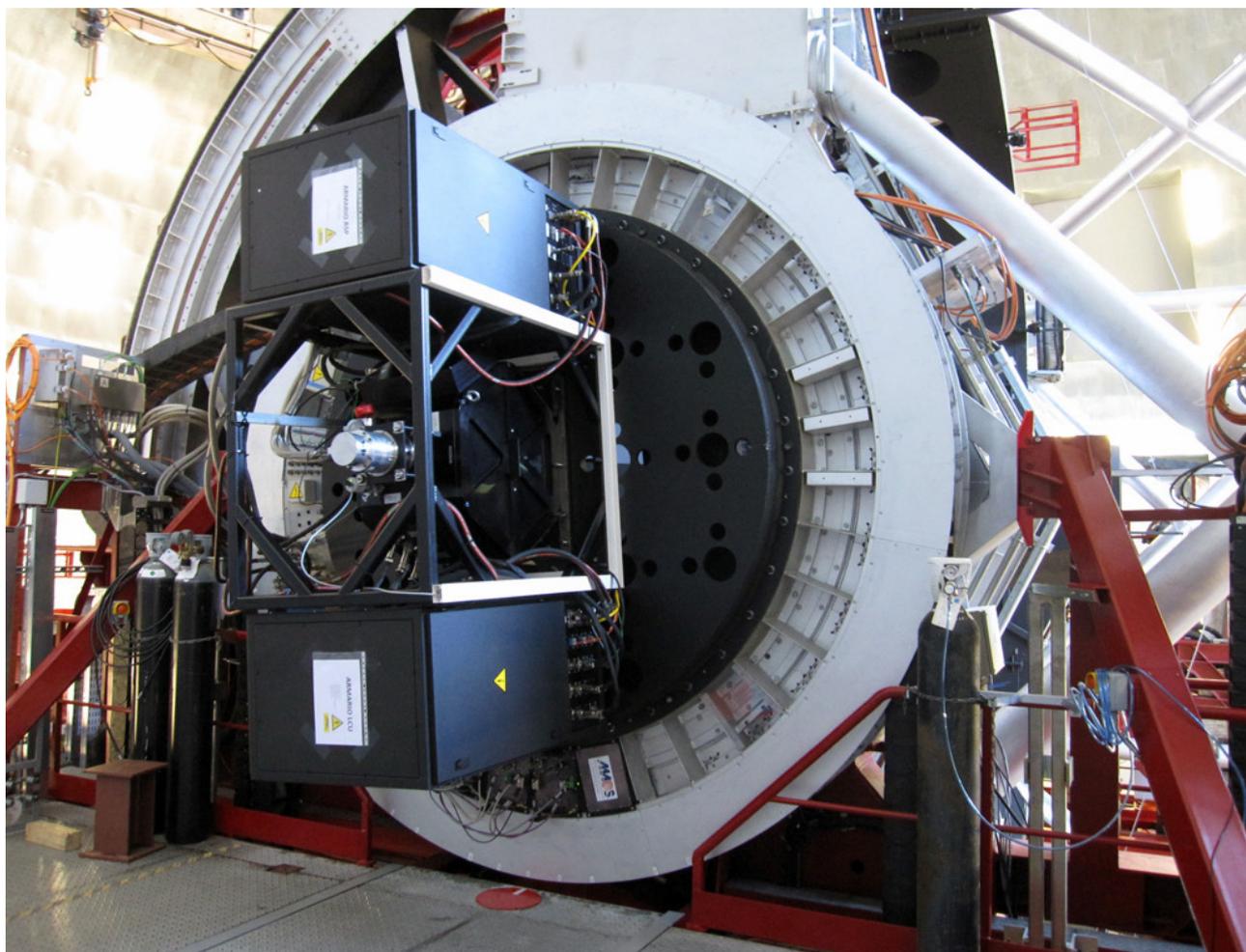
Para las sesiones de tarde, se ha confeccionado un extenso programa científico que incluye hasta 17 Simposios organizados en torno a Grupos Especializados de la RSEF, o bien temas específicos. En consecuencia, numerosas líneas de investigación tendrán cabida a lo largo de la semana, permitiendo un interesante intercambio de ideas entre ramas afines, así como conocer el estado general de la ciencia en España.

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA EN LA BIENAL

La investigación actual que los grupos españoles realizan en Astronomía y Astrofísica va a tener una muy buena representación en esta XXXIV Reunión Bienal de la RSEF. En primer lugar, el Grupo Especializado de Astrofísica de la RSEF, presidido por el Prof. José Miguel Rodríguez Espinosa, propuso al

Dr. José Alberto Rubiño Martín como conferenciante plenario. Dicha propuesta fue valorada por el comité científico de la Bienal y aceptada unánimemente. El Dr. Rubiño es miembro del panel científico del satélite Planck, proyecto de la Agencia Espacial Europea (ESA) para el estudio de las anisotropías del fondo cósmico de microondas y en el que participa el Instituto de Astrofísica de Canarias dentro de un consorcio de institutos de estados miembros de ESA. Cabe resaltar que la conferencia plenaria del Dr. Rubiño será especialmente oportuna pues los datos de la misión Planck van a hacerse públicos durante el año 2013. Además, el Grupo Especializado de Astrofísica de la RSEF también está organizando un Simposio de Astrofísica que tendrá lugar durante las tardes del miércoles 17 y jueves 18 de

CanariCam instalada en el foco del GTC



Julio. Esta configuración es particularmente óptima para nuestro campo, pues la conferencia plenaria del Dr. Rubiño tendrá lugar durante la mañana del miércoles. El Simposio de Astrofísica contará tanto con contribuciones invitadas de 30 minutos de duración como con contribuciones orales más cortas (20 minutos) y pósters. Las instrucciones para el envío de comunicaciones se encuentran disponibles en la página web de la Bienal. Aunque el programa científico del Simposio de Astrofísica todavía se encuentra en fase de elaboración, ya podemos indicar que entre las contribuciones invitadas habrá charlas relacionadas con la misión espacial Herschel (Astronomía Infrarroja), con el interferómetro ALMA (Radioastronomía) y con nuevos proyectos de Radioastronomía (LOFAR y SKA). Habrá asimismo un Taller dedicado al instrumento CanariCam del GTC, con lo que se pretende conseguir un programa atractivo que muestre la diversidad de la investigación en astronomía en nuestro país.

Por otra parte, otro punto de interés para la comunidad astronómica asistente a la Bienal se producirá con la conferencia plenaria propuesta por el Grupo Especializado de Mujeres en la Física. En esta ocasión la conferenciante propuesta ha sido la Prof. Jocelyn Bell, autora, durante la realización de su tesis doctoral, de uno de los descubrimientos astronómicos más importantes del siglo XX, la existencia de los radio púlsares. Dicho descubrimiento fue premiado con el Nobel de Física de 1974, premio no exento de polémica, pues fueron Anthony Hewish como director de tesis, y Martin Ryle por el desarrollo de la técnica de instrumentación que permitió el descubrimiento, los galardonados.

Además de los simposios ya mencionados, la Bienal contará con la siguiente lista de simposios: Calorimetría y Análisis Térmico, Ciencias de la Imagen, Didáctica e Historia de la Física y Química, Divulgación y Comunicación, Energía y Sostenibilidad, Física del Estado Sólido, Física Teórica y Altas Energías, Física del Océano. Atmósfera y la Tierra, Física Médica, Física Nuclear, Física de los Plasmas, Información Cuántica, Óptica Cuántica y Óptica No Lineal, Termodinámica, y Tecnologías Físicas.

TALLER CANARICAM

Finalmente, como ya se ha indicado, durante la celebración de la Bienal se organizará también un Taller de Astronomía dedicado al instrumento CanariCam del GTC, cámara y espectrógrafo con capacidades de polarimetría y coronografía en el infrarrojo térmico. Mediante esta iniciativa se pretende acercar este instrumento de observación a la comunidad. En el Taller se mostrará el tipo de ciencia que se puede realizar con CanariCam así como el manejo de sus datos. Contaremos con la presencia de destacados astrónomos infrarrojos, así como especialistas en Polarimetría, al ser CanariCam el único instrumento que ofrece polarimetría infrarroja en un gran telescopio. Dicho Taller se llevará a cabo durante la Bienal y estará ubicado en el salón de actos del Edificio de Cabecera del Parque Científico, cercano al Observatorio Astronómico de la Universitat de València.

Así pues, como dice el lema del comité local, **“No te quedes a la Luna de Valencia”** y ¡acude a la Bienal!

«La Bienal de la RSEF
en Valencia se convertirá
en un foro de reflexión
sobre la ciencia, sus
aplicaciones y enseñanza
con proyección
internacional»

XXXIV

REUNIÓN BIENAL DE LA
REAL SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE
FÍSICA

23.º ENCUENTRO IBÉRICO
PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

VALENCIA, del 15 al 19 de julio de 2013



R.S.E.F.

www.bienalfisica2013.com



UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

INFORMACIÓN E INSCRIPCIÓN:

VIAJES EL CORTE INGLÉS, S.A. División de Congresos, Convenciones e Incentivos. G.V. Fernando El Católico, 3 b. 46008 VALENCIA (SPAIN) • Phone (+34) 963 107 189 • Fax (+34) 963 411 046

Email: bienalfisica2013@viajesecei.es

Buena parte del conocimiento que hemos adquirido sobre la arquitectura del Universo y sus constituyentes proviene de grandes muestreos extragalácticos¹. Dichos muestreos no solamente han acotado las cantidades globales tales como la tasa de formación estelar cósmica, sino que han permitido relacionar dichas cantidades con las propiedades individuales de las galaxias, como el tipo morfológico, la masa estelar, metalicidad, etc....



Sebastián Sánchez
CSIC / Instituto de
Astrofísica de Andalucía
sanchez@caha.es

Comparados con métodos anteriores, los muestreos recientes presentan las siguientes ventajas principales: (1) el alto número de objetos muestreados, permitiendo un tratamiento estadísticamente significativo a escalas sin precedentes; (2) la posibilidad de construir grandes muestras y sus correspondientes controles para cada tipo de galaxia; (3) un amplio cubrimiento de los subgrupos de galaxias y sus condiciones ambientales, permitiendo la obtención de conclusiones universales; y (4) la homogeneidad en el proceso de adquisición de los datos, reducción y análisis, lo que reduce los sesgos observacionales.

Las características de estos proyectos hacen que, más allá de sus objetivos científicos principales, tenga un carácter de "Legado", el cual supone un sobre-esfuerzo. Es por tanto que existen una multitud de usuarios potenciales externos a la colaboración, que se benefician de los datos mediante su explotación científica, de acuerdo con sus intereses y necesidades, sin estar necesariamente involucrados en los procesos de diseño y construcción del muestreo. A este usuario es necesario dotarle de información detallada sobre los procesos de observación, reducción y control de calidad de los datos, lo que conlleva una carga de trabajo que no es asumida por las colaboraciones científicas en otro tipo de proyecto, pero que es obligatoria en proyectos de este tipo.

La tecnología actual permite en general la realización de muestreos en modo imagen o bien en modo espectroscópico. Mientras que los muestreos en modo imagen nos proveen de información bidimensional, su información espectral es muy limitada². Los muestreos espectroscópicos, tales como SDSS o zCOSMOS, por otra parte, nos proveen de una información astrofísica mucho más detallada, pero en general se limitan a un espectro por galaxia, frecuentemente sesgado por efectos de apertura difíciles de controlar.

Una técnica observacional que combina las ventajas de ambos modos es la espectroscopía de campo integral (IFS). Sin embargo, esta técnica no se ha utilizado frecuentemente para la realización de grandes muestreos. Entre las pocas excepciones hay que destacar el proyecto SAURON³, enfocado al estudio de las regiones centrales de galaxias tempranas y bulbos de espirales, y su extensión, ATLAS3D (260 objetos a $z < 0.01$), o PINGS⁴, que ha realizado

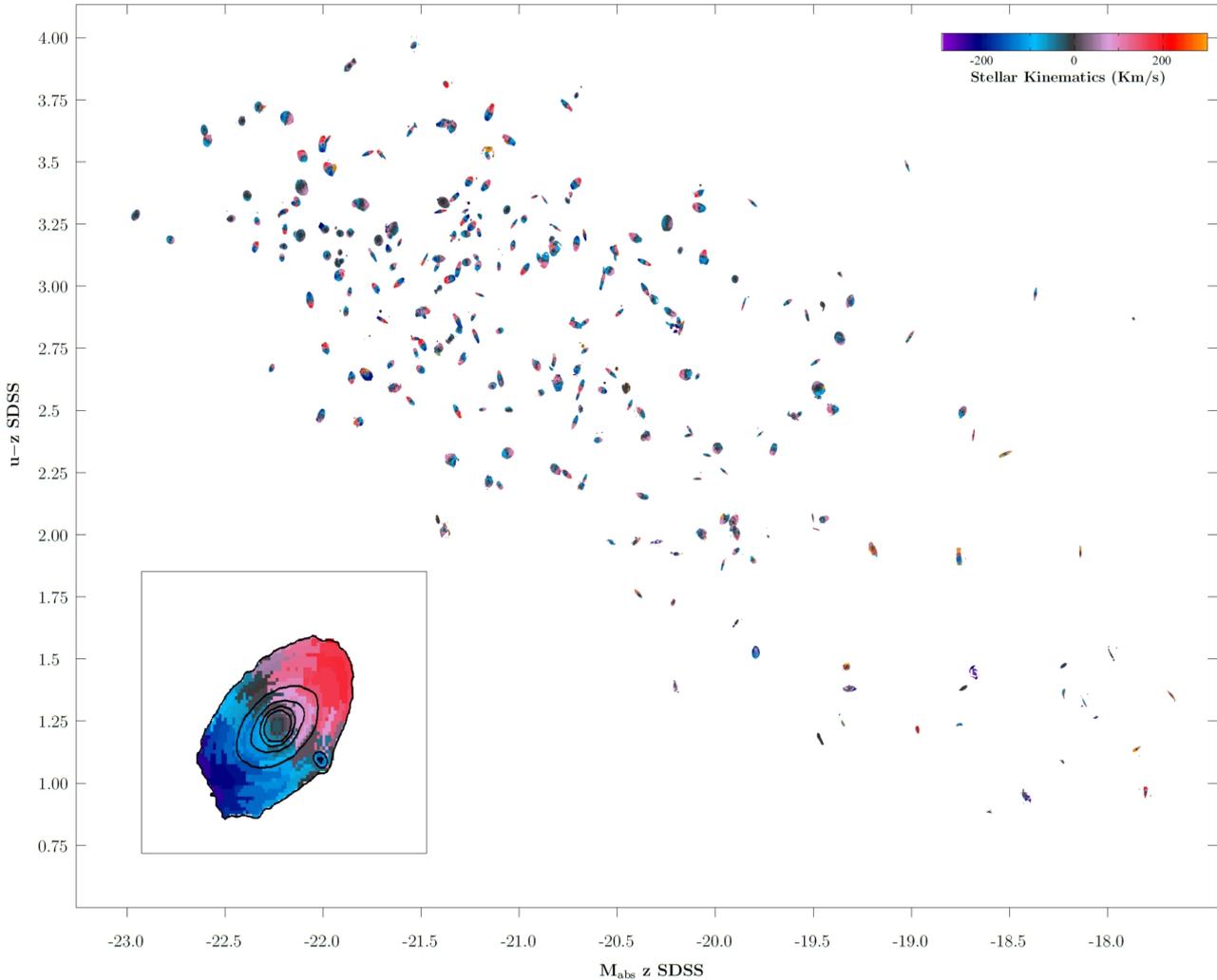
grandes mosaicos de galaxias espirales cercanas. Sin embargo, a pesar de las contribuciones significativas que han supuesto dichos muestreos, algunos de ellos están afectados por efectos de selección y/o cubrimientos incompletos de toda la extensión de las galaxias observadas.

Con el fin de cubrir el hueco existente entre los grandes muestreos en imagen multibanda y/o espectroscópicos de una sola apertura, tales como el SDSS, y los estudios de menos envergadura, con espectroscopía 3D detallada, iniciamos en 2010 el proyecto CALIFA: Calar Alto Legacy Integral Field spectroscopy Area survey⁵. Dicho muestreo propone obtener espectroscopía 3D de ~600 galaxias del Universo Local ($0.005 < z < 0.03$), cubriendo gran parte de su extensión óptica hasta un brillo superficial de ~24 mag/arcsec² (~3 radios efectivos), y muestreando el rango óptico entre 3700 y 7200 Angstroms. La

muestra fue seleccionada a partir del SDSS, con el fin de cubrir todo el diagrama color magnitud, sin preselección morfológica, hasta una magnitud de $M_B \sim -18$ mag, siendo por tanto una muestra representativa de la población de galaxias del Universo Local, y estadísticamente significativa. CALIFA utiliza del IFU de gran campo PPAK/PMAS (~1 arcmin²) del telescopio 3.5m de Calar Alto, y para su consecución el observatorio dotó al proyecto de 250 noches oscuras. Los objetos se observan en dos configuraciones, de alta y baja resolución, obteniendo finalmente unos 2000 espectros independientes de cada uno de ellos. El procesado (reducción, control de calidad, almacenaje y distribución), y análisis científico de dichos datos está a cargo de una extensa colaboración internacional en la que se integran más de 80 astrónomos de 13 países distintos, con un núcleo más importante Hispano-Alemán, pero que incluye centros en Canada o Australia.

Demostración del tipo de información contenida en los datos de CALIFA. En la imagen superior se muestra las imágenes extraídas del survey SDSS para las correspondientes galaxias, con un campo de visión de 90"x90" (aproximadamente el campo de visión del muestreo CALIFA). En el panel inferior se muestra, para cada galaxia, de abajo a arriba: (i) la distribución de luz en la banda V; (ii) la distribución espacial la edad pesada por luminosidad de la población estelar; (iii) el mapa de velocidad de Halpha y (iv) la representación 3D de emisión de gas puro (una vez eliminada la contaminación de la población subyacente) incluyendo, cuando se detecta, Halpha y el doblete de [NII], con mayores longitudes de onda hacia arriba.





Distribución a lo largo del diagrama color-magnitud de las 261 galaxias observadas por CALIFA hasta Noviembre de 2012. Cada galaxia está representada por el correspondiente mapa de la cinemática de las poblaciones estelares, ilustrando el tipo de productos intermedios que pueden derivarse con los datos. Abajo a la izquierda se muestra de forma ampliada el mapa de velocidades de la galaxia NGC2916. Distribuciones similares se pueden realizar para diferentes observables físicos con el fin de trazar líneas evolutivas entre los diferentes tipos morfológicos.

El objetivo final de CALIFA es comprender el origen de la diversidad observada en las galaxias, y los mecanismos físicos (intrínsecos o ambientales) que son responsables de las diferencias y similitudes observadas en las mismas. El estudio en detalle de las galaxias más cercanas, tal y como hemos propuesto, nos ayudará a entender las propiedades estructurales que pueden ser interpretadas como los “registros fósiles” de los procesos de formación y evolución. Entre los diferentes estudios que hay en marcha por

parte de la colaboración hay que destacar avances en (i) el estudio de las propiedades espacialmente resueltas de las poblaciones estelares; (ii) abundancias metálicas en el gas ionizado; (iii) clasificación cinemática de las galaxias y naturaleza de las galaxias S0; (iv) propiedades cinemáticas del gas ionizado; (v) naturaleza de los progenitores de supernovas y sus implicaciones cosmológicas; (vi) origen de las outflows de gas ionizado en las galaxias en fusión “MICE”; (vii) naturaleza de la ionización tipo LINER.

A pesar del retraso producido por la avería del telescopio de 3.5m de Calar Alto, actualmente CALIFA ha obtenido datos de 269 galaxias (+46 del muestreo piloto previo), habiendo publicados o enviado a publicar un total de 11 artículos. Como proyecto de Legado, y atendiendo a la responsabilidad por el número de noches retraído, CALIFA ha cumplido en plazo con su compromiso de distribución de datos, y el 1 de Noviembre de 2012 puso a disposición de toda la comunidad científica los datos correspondientes a las primeras 100 galaxias, con el control de calidad garantizado⁶, y que pueden descargarse de la pagina web: <http://califa.caha.es/DR1>. Subsiguientes distribuciones se realizarán al alcanzar los 300 y 600 objetos observados, en similares condiciones.

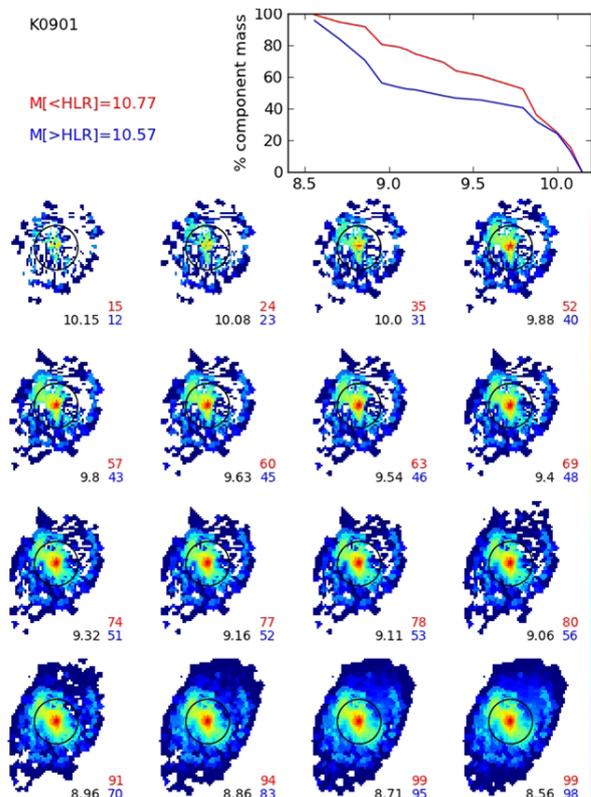
Por todo ello CALIFA se configura como el referente internacional para la próxima generación de muestreos extra-galácticos que harán uso de la espectroscopía de campo integral, tales como MaNGA (Bundy et al., que pretende muestrear ~10.000 galaxias con esta técnica dentro del SDSS-IV), o SAMI (Croom et al., 2012, que ha comenzado a obtener datos de las regiones centrales de ~3.000 galaxias), así como aquellos que se iniciarán en los próximos años con instrumentos de última generación, tales como MUSE@VLT.

NOTAS

- ¹ Por ej., 2dFGRS, Folkes et al. 1999, MNRAS, 308, 459; SDSS, York et al., 2000, AJ, 120, 1579; VVDS, LeFevre et al, 2004, A&A, 428, 1043; COSMOS, Scoville et al. 2007, ApJS, 172,1, por nombrar algunos.
- ² Por ej, COMBO-17, Wolf et al. 2003, A&A, 401, 73.
- ³ de Zeeuw et al. 2002, MNRAS, 400, 1225.
- ⁴ Rosales-Ortega et al. 2010, MNRAS, 405, 735.
- ⁵ Sánchez et al. 2012, A&A, 538,8; <http://califa.caha.es>
- ⁶ Husemann et al. 2012, arXiv1210.8150C

Ilustración de uno de los resultados más importantes enviados a publicar recientemente con CALIFA: La demostración empírica del crecimiento de dentro hacia fuera de la masa estelar de las galaxias.

En el diagrama se muestra la distribución de masa a diferentes edades cosmológicas, derivada a partir del análisis de la historia de formación estelar espacialmente resuelta (Pérez et al. 2012). En el panel superior se muestra la curva de crecimiento relativa de la masa en la zona interna (<HLR, roja) y externa (>HLR, azul). En todas las galaxias se encuentra el mismo patrón, demostrando que las regiones centrales se crean antes que las regiones externas.



EL PROYECTO GLORIA DE LA UE

GLORIA es el acrónimo de “GLObal Robotic-telescopes Intelligent Array” y para octubre de 2014 deberá ser la primera red de telescopios robóticos del mundo de acceso libre incluyendo telescopios tanto diurnos como nocturnos.

CIENCIA CIUDADANA EN EL ÁMBITO DE LA ASTRONOMÍA

GLORIA se concibió en España en 2010 aprovechando la existencia de varios grupos dedicados a la aplicación de la robótica a los observatorios astronómicos. A los cuatros nodos españoles: Universidad Politécnica de Madrid (F. Sánchez Moreno es el coordinador), CSIC (abanderado por el IAA con el INTA-CSIC/CAB como “Third Party”), IAC y Universidad de Málaga, se le han sumado otra serie de instituciones extranjeras conformando un total de 14 centros de 8 países (Chile, Irlanda, Italia, Polonia, Reino Unido, Rep. Checa y Rusia) operando 17 telescopios repartidos en 4 continentes.

Los telescopios que España aporta son tres de los que conforman parte de la Red BOOTES (diámetros de 0,3m, 0,6m y 0,6m en Huelva, Málaga y Blenheim –Nueva Zelanda– respectivamente), otros tres de la Red del CAB (diámetros de 0,4m, 0,5m y 0,5m en Torrejón, Calar Alto y Cebreros), junto con el de la UPM en Montegancedo (0,25m para observación solar) y el TAD /UPM (0,25m en el Obs del Teide, IAC), con tiempos de observación donado a GLORIA que oscilan entre un 10% (los de 0,6m) y un 50% (los de 0,25m).

El Proyecto está siendo sufragado para el trienio oct 2011-sep 2014 por el Programa FP7 de la Unión Europea, que lo ha dotado de financiación para cumplir sus objetivos a 3 años, de modo que sea sostenible per se a partir del referido 2014. Será un entorno Web 2.0 donde los usuarios pueden hacer la investigación en la astronomía mediante la observación con telescopios robóticos, y/o análisis de los datos que otros usuarios han adquirido con GLORIA, o desde otras bases de datos de libre acceso, como el Observatorio Virtual Europeo.



Alberto J. Castro-Tirado

Responsable científico del proyecto GLORIA
Profesor de investigación del Instituto
de Astrofísica de Andalucía.

ajct@iaa.es

GLORIA definirá estándares, protocolos y metodología (de acceso libre) para:

1. Controlar telescopios robóticos e instrumentación relacionada tales como cámaras, ruedas de filtros, cúpulas, etc.
2. Dará acceso a un número arbitrario de telescopios robóticos a través de un portal web.
3. Permitirá realizar experimentos en línea ("on-line experiments"): los usuarios podrán diseñar entornos web específicos para controlar los telescopios y realizar observaciones determinadas para abordar determinados casos científicos. Uno de los primeros experimentos de esta clase será el estudio de la actividad solar en tiempo real determinando el número de Wolf, etc.
4. Posibilitará conducir experimentos fuera de línea ("off-line experiments"): los usuarios igualmente podrán diseñar entornos web para analizar metadatos astronómicos producidos por GLORIA y otras bases de datos. Este tipo de experimentos se dividen entre educativos y de investigación. Uno de los primeros experimentos educativos será el estudio de las órbitas de los planetas exteriores a través de las imágenes recogidas por las cámaras de todo el cielo de la red BOOTES a lo largo de semanas y meses. Por lo que respecta a uno de los primeros experimentos de investigación, se basa en el uso de imágenes de gran campo de Pi-of-the-Sky (también asociado a GLORIA) para detectar estrellas variables y analizar sus curvas de luz con los dataductos disponibles por GLORIA.

Aurora boreal captada en agosto de 2012 en Groenlandia, como parte de las actividades de divulgación.



«Los usuarios potenciales son profesionales, astrónomos aficionados e incluso ciudadanos de a pie que tengan un mínimo interés en la ciencia.»

Los usuarios potenciales son profesionales, astrónomos aficionados e incluso ciudadanos de a pie que tengan un mínimo interés en la ciencia. Cada uno tendrá asociado un parámetro meritocrático (el "karma") que estará relacionado con su actividad y aprovechamiento de los recursos de GLORIA. Este parámetro es dinámico y será modificado por los votos de todos los usuarios, de forma colaborativa.

Aparte de la realización de experimentos, uno de los objetivos de GLORIA es asimismo la retransmisión en tiempo real de fenómenos astronómicos de gran calidad haciendo uso de las técnicas de retransmisión P2PP desde cualquier punto del globo. Así, en este primer año de andadura del Proyecto, y abanderado por M. Serra (IAC) se ha retransmitido el Tránsito de Venus (6 de junio) desde Australia, Japón y Noruega; las auroras boreales desde Groenlandia (24-28 de agosto) y el Eclipse Total de Sol desde tres emplazamientos en Australia (13 de noviembre), con algunas de sus bellas imágenes ilustrando este Boletín.

Más información en gloria-project.eu.

REFERENCIAS

L F. Sánchez Moreno, R. Cedazo, E. González, A. J. Castro-Tirado, L. Cuesta, M. Serra-Ricart, V. Muñoz-Fernández y C. Pérez del Pulgar, "La Red de Telescopios GLORIA", *Tribuna de Astronomía y del Universo* 153, 80

Parte de los miembros de la colaboración, tras la pasada reunión en Bruselas, el 5 de noviembre.





Ubicación de los 17 instrumentos que aportan tiempo de observación a GLORIA.

Uno de los telescopios integrados en GLORIA: El telescopio Yock-Allen de 0.6m de diámetro en la estación robótica BOOTES-3 en Blenheim (Nueva Zelanda).



La astronomía es quizás la única de las ciencias en las que la aportación de los que no se dedican profesionalmente a ella ha sido relevante en el pasado y también lo es en la actualidad. Los aficionados o "amateurs" a la astronomía se organizan en asociaciones a lo largo de todo el territorio y pasan parte de su tiempo libre oteando los cielos de día y de noche. Durante los últimos años, el equipamiento ha dejado de estar compuesto por pequeños telescopios de pocas pulgadas de abertura para pasar a utilizar telescopios de medio metro o superiores. Incluso estos telescopios y cúpulas empiezan a estar robotizados.

Todo esto y más pudimos comprobar en el XX Congreso Estatal de Astronomía, CEA 2012, celebrado en tierras valencianas entre el 6 y el 9 de diciembre pasado organizado por nuestra asociación, la Agrupación Astronómica de la Safor.



Marcelino Álvarez Villarroya
Presidente de la
Agrupación Astronómica
de la Safor
maralvilla@gmail.com

La sede del Campus de Gandia de la Universitat Politècnica de València acogió 183 astrónomos amateurs pertenecientes a 56 agrupaciones de toda España. Las actividades se estructuraron del mismo modo como se hace en los congresos profesionales: ponencias, talleres, pósters, presentación de libros y conferencias invitadas. Además la presencia de librerías especializadas en astronomía muy bien surtidas hicieron las delicias de los congresistas. Cabe destacar el alto nivel científico de las ponencias y conferencias desarrolladas, de las cuales vamos a pasar a hacer un pequeño resumen.

El congreso empezó con un grupo de ponencias dedicadas a la astronomía antigua y arqueoastronomía. Entre ellas podríamos destacar las presentadas por José Lull, que nos contó sus estudios en la Cueva del Parpalló, el mejor exponente del arte del Paleolítico Superior, o la identificación de la constelación egipcia de la barca como parte de la actual de Sagitario.

Los motivos astrales del arte rupestre peninsular fue el tema del trabajo expuesto por José Fernández Quintano mientras que Ángel Flores nos informó del descubrimiento de altares rupestres en la localidad valenciana de Alpuente que parecen alineados con el orto solar del solsticio de verano.

El Sol es un tema clásico tratado por los aficionados. Pero actualmente es observado también en $H\alpha$ y con este filtro ya se tienen largas series de datos. Javier Alonso y Joan Manuel Bullón fueron los especialistas que nos mostraron su trabajo, realizado en sus observatorios.

Las estrellas binarias son un campo de trabajo en el que la colaboración Pro-Am, profesional-aficionado, está dando unos frutos excelentes. Francisco Rica realiza estudios de alta resolución de sistemas binarios usando el telescopio Carlos Sánchez del Observatorio del Teide, mientras que Ignacio Novalbos identifica y mide dobles visuales olvidadas, de las que hay muy pocas observaciones.

La divulgación de la astronomía es parte fundamental de la labor de un astrónomo. En el congreso CEA 2012 pudimos conocer, entre otros interesantes temas, que Ràdio Banyoles tiene en antena, desde hace 10 años, un programa semanal de divulgación científica conducido por l'Agrupació d'Astronomia i Ciència del Pla de l'Estany, mientras que Blanca

PUESTA EN COMÚN DE EXPERIENCIAS

«La divulgación de la astronomía es parte fundamental de la labor de un astrónomo»

Troughton presentó la formación y puesta en marcha de la RAAdA, Red Andaluza de Astronomía, en la que 19 entidades astronómicas andaluzas trabajan unidas para hacer divulgación, enseñanza, investigación, medio ambiente, patrimonio y acciones en defensa de la igualdad.

Los proyectos iniciales o finales de nuevos observatorios y centros astronómicos situados en Andalucía, Cataluña y Aragón, como el de la Pedriza, en Alcalá la Real, o el de Cal Maciarol-Montsec fueron detallados en diversas sesiones del Congreso. Contienen telescopios que, con los mejores equipamientos y situados en los cielos más oscuros, aportaran muchas noches de productivas observaciones a sus constructores.

Sin embargo el deseo de todo observador es robotizar finalmente su observatorio. En este sentido se presentaron algunos proyectos como el mostrado por Nayra Rodríguez del IAC con el telescopio Liverpool de 2 metros de diámetro, en el que el 5% está abierto a la comunidad española no profesional, o bien el observatorio Isaac Aznar, en el Centro Astronómico del Alto Túria.

El conocimiento técnico del instrumental usado para la observación fue objeto de diversas ponencias como la de Julio Castellano sobre el funcionamiento de las CCD o la caracterización del sensor CMOS de la cámara Canon EOS1000D realizada por Luis Alonso

Los tránsitos planetarios han sido también tema de estudio en este congreso. Primeramente el tránsito de Venus fue seguido por muchos aficionados desde la península pero Joan Manuel Bullón se desplazó a Finlandia para conseguir las mejores fotografías de Europa del paso del planeta por delante del Sol.

Imagen de una de las ponencias durante el congreso estatal de astronomía.





Francisco Colomer, del OAN, mirando al universo con VLBI

Pero observar los tránsitos de exoplanetas es una tarea mucho más difícil desde un telescopio de aficionado. Ramón Naves lo ha conseguido desde el Observatori Montcabrer e incluso ha hecho pequeños descubrimientos como la variabilidad de la estrella central WASP-33.

La contaminación lumínica es un tema recurrente que afecta tanto a astrónomos profesionales como a aficionados y por ello se le dedicó una sesión completa de ponencias. En ella Alejandro Sánchez nos mostró el estado actual de la cuestión en España a partir de imágenes de satélite, mientras que Jaime Zamorano explicó el proyecto NIXNOX, de colaboración Pro-Am, para determinar con fotómetros calibrados los mejores cielos oscuros. Finalmente Susana Malón nos hizo el puente entre la observación del cielo y la protección del medio ambiente con su ponencia sobre iluminación inteligente.

Las ponencias se complementaron con sesiones de talleres de dibujo astronómico, construcción de artilugios marinos y relojes de sol y un interesantísimo proyecto de identificación de asteroides cercanos a la Tierra del Observatorio Virtual Español.

Como todo buen congreso, cabe destacar también la participación de conferenciantes invitados. Si el primer día se abrió con la presencia de Francisco Sánchez, director del IAC, que detalló los últimos avances de la astronomía del siglo XXI; el congreso terminó con la charla de Manuel Toharia, sobre el porqué nos gusta mirar el cielo. Entre ambas pudimos conocer, de la mano de Enrique Solano, las actividades educativas y de divulgación del Observatorio Virtual español; la mirada al universo mediante técnicas VLBI, con Francisco Colomer; los primeros resultados de ALMA con Pere Planesas o cómo nacieron las primeras Jornadas Nacionales de Astronomía, con Pere Mateu.

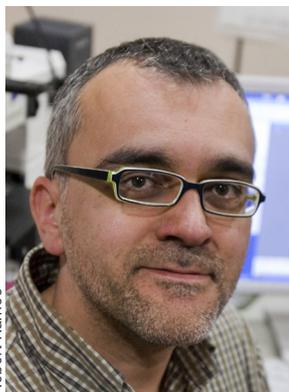
Finalmente cabe destacar que un experimento como sentar en un debate a Vicent Martínez, cosmólogo, con Antonio Ferrer, físico de partículas, para hablar de la Cosmología actual desde dos puntos de vista tan diferentes y con tantos puntos de contacto fue todo un éxito de público y crítica.

El congreso no podía terminar sin rendir un pequeño homenaje a Ramón Roure, que nos dejó recientemente. Jordi Lopesino y Joan Manuel Bullón recordaron su trayectoria en fomento de la astronomía amateur y cómo desde su pequeño taller (IMVO) en Lleida facilitó instrumental de observación a toda una generación de astrónomos.

Uno de los talleres de observación realizados durante el congreso.



Los pequeños cuerpos que denominamos asteroides y cometas se formaron a partir de la agregación de pequeñas partículas sólidas que, o bien se condensaron en la nebulosa que daría origen al Sol o bien lo hicieron en las atmósferas o entornos circumstelares de otras estrellas. La diferenciación química experimentada por los planetas hace que estos materiales primigenios hayan sido exclusivamente preservados en los cuerpos cuyo diámetro, inferior a alrededor de un centenar de kilómetros, evitase que sufriesen procesos de metamorfismo o incluso fusión a altas temperaturas.



Robert Ramos

Josep M. Trigo Rodríguez
Instituto de Ciencias
del Espacio (CSIC-IEEC)
trigo@ieec.uab.es

Entre los objetos primitivos encontramos los asteroides de los que proceden los meteoritos conocidos como condritas y los cometas. Estudiando su textura y componentes se ha deducido que son realmente aglomerados del disco protoplanetario del que nacerían los planetas. No resulta extraño pues que pequeños asteroides y cometas estén en el punto de mira de las tres principales agencias espaciales que destinan fondos a la investigación de nuestro sistema planetario: la europea ESA, la estadounidense NASA y la japonesa JAXA.

Actualmente una de las misiones de tamaño medio preseleccionadas por la Agencia Espacial Europea en el marco del programa Cosmic Vision 2015-2025 planea visitar un asteroide próximo a la Tierra (conocidos por su acrónimo del inglés Near Earth Asteroid, NEO) y retornar muestras de sus materiales para su estudio en laboratorios terrestres. Recordemos que hasta la fecha sólo ha habido dos cuerpos en el Sistema Solar de los que se hayan traído muestras a la Tierra: La Luna (Apolo, NASA) y el cometa 81P/Wild 2 (Stardust, NASA). Con esos escasos precedentes no cabe duda que detrás de una misión de retorno como Marco Polo existe una enorme motivación científica y un, no menos importante, desafío tecnológico.

Gran parte de la comunidad científica interesada en esta misión se dará cita el próximo mes de enero en Barcelona, en el simposio internacional "**Implicaciones astrobiológicas y cosmoquímicas del retorno de muestras de la misión Marco Polo-R desde un asteroide primitivo**" (13-17 de enero de 2013) para poner a punto aquellos detalles científicos y tecnológicos que pueden resultar claves para obtener la máxima información del asteroide próximo a la Tierra 2008 EV5. El retorno de muestras de este objeto por parte de la misión Marco Polo-R duraría algo más de tres años y permitiría obtener materiales presumiblemente equivalentes a las condritas carbonáceas. Sin embargo, los sutiles métodos de recogida de muestra que se planean evitarían la mayoría de sesgos que suele producirse en el transporte de condritas carbonáceas a la Tierra, dado los procesos de colisión, metamorfismo y alteración durante las exposiciones prolongadas de millones de años a los rayos cósmicos que tales materiales sufren desde que tiene lugar la excavación violenta de sus asteroides progenitores.

No cabe duda que la misión Marco Polo, si resulta finalmente seleccionada a finales de 2013 por la Agencia Espacial Europea, nos ayudará a comprender más detalles sobre el origen del Sistema Solar. Los materiales serán posiblemente ricos en granos estelares con anomalías isotópicas de estrellas vecinas que proporcionarán importante información sobre el entorno astrofísico en que se formó el Sistema Solar. También se pretende responder en qué medida estos materiales pudieron tener un papel fundamental en el enriquecimiento de la Tierra primitiva, particularmente tras la enorme dispersión de objetos helados que se piensa causó la migración de los planetas gigantes durante el Gran Bombardeo Tardío ocurrido hace unos 3.900 millones de años.

El apoyo a por parte de nuestra comunidad a este tipo de misiones que, con un coste moderado, pueden proporcionarnos un retorno tan valioso, particularmente en campos de la formación estelar y planetaria, parece esencial para el éxito en la exploración de nuestro sistema solar y el desarrollo tecnológico consiguiente.

Precisamente, en la actualidad el apoyo de investigadores y tecnólogos a esta fascinante misión puede expresarse a través de la página web de Marco Polo: <http://www.oca.eu/michel/MissionMarcoPolo/MissionMarcoPolo.html>

Para más información sobre el Simposio pueden visitar: http://www.ice.csic.es/research/Marco_Polo-R_2013/index_es.html

16-17th JANUARY 2013
INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS - BARCELONA

**Astrobiological and
Cosmochemical
Implications of
MarcoPolo-R
Sampling of a
Primitive Asteroid**

INTERNATIONAL SYMPOSIUM

http://www.ice.csic.es/research/Marco_Polo-R_2013/index_en.html

ICE **CSIC** **IEEC** **Institut d'Estudis Catalans**

Image credit: Y. Nakano (JAXA)

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.

PREMIOS CPAN

En la edición de este año del concurso de divulgación del CPAN hemos tenido presencia astronómica. En la categoría de Páginas webs/blogs, el Jurado decidió otorgar el premio a la web 'La sinfonía del Universo: en busca de las ondas gravitacionales', realizada por el Grupo de Relatividad y Gravitación de la Universidad de las Islas Baleares. En la modalidad de Vídeos, el Jurado otorgó el premio a 'La antimateria: historia de una búsqueda', de David Cabezas Jimeno y Natalia Ruiz Zelmanovitch.

SUSANA IGLESIAS, PREMIO "CARTAGONOVA"

La doctora en astrofísica Susana Iglesias Groth, del Instituto de Astrofísica de Canarias, ha sido premiada con el "Premio Cartagonova a la mujer astrofísica", por un jurado reunido en la Universidad Politécnica de Cartagena, presidido por el Dr. Eduardo Battaner, catedrático de la Universidad de Granada. Nuestras más calurosas felicitaciones.

JUAN CARLOS MUÑOZ, MEJOR TESIS DE 2010

El premio SEA a la mejor tesis doctoral en astrofísica del año 2010 ha sido otorgado a Juan Carlos Muñoz Mateos, de la Universidad Complutense de Madrid, por su trabajo titulado "Analysis of the spatial distribution of stars, gas and dust in nearby galaxies". El trabajo fue dirigido por Armando Gil de Paz y Jaime Zamorano.

ELISA TOLOBA, MEJOR TESIS DE 2011

Y el premio SEA a la mejor tesis doctoral en astrofísica del año 2011 ha sido otorgado a Elisa Toloba Jurado, también de la Universidad Complutense, por su trabajo titulado "The origin of dwarf early-type galaxies". Elisa llevó a cabo su tesis bajo la dirección de Alessandro Boselli (LAM, Marsella) y Javier Gorgas.

FUGA DE CEREBROS

Como noticia triste para nuestra comunidad nos hacemos eco de que varios compañeros se han visto obligados, por la penosa realidad de la política científica en España, a abandonar el país después de haber regresado con la loable intención de contribuir a la mejora de nuestros centros de investigación. Es el caso de Mercedes López-Morales, que abandona una Ramón y Cajal sin estrenar por una oferta en Harvard (USA), y de Jorge Peñarubia, que cambia el Instituto de Astrofísica de Andalucía por una plaza en la Universidad de Edimburgo.

FOTO DE FAMILIA

La reunión científica bienal de nuestra sociedad celebró su X edición en Valencia el pasado mes de julio. Y además de interesantes intercambios científicos, nos dejó una bonita foto de familia. ¡Hasta el 2014, en Teruel!



EN TORNO A ALBERT EINSTEIN

José Adolfo de Azcárraga

ISBN: 978-84-370-6873-2

Publicacions Universitat de València

Decía Eugene Wigner, premio Nobel de física y buen amigo de Albert Einstein que “la física se está volviendo tan increíblemente compleja que cada vez lleva más tiempo preparar a un físico. De hecho, lleva tanto tiempo prepararlo para que llegue al punto en que entienda la naturaleza de los problemas físicos que cuando llega ya es demasiado viejo para resolverlos”. Resulta sorprendente que en cambio, hace tan sólo cien años, fuera posible que un físico, a la edad de 26 años, publicara en un solo año, el 1905, descubrimientos científicos tan trascendentales que revolucionaran completamente el desarrollo de la física moderna. El estado de la física a principios del siglo XX aún permitía la existencia de genialidades como las de Einstein, que llegó a entender “con profundidad la naturaleza de los problemas que abordó”. Comienza el libro de José Adolfo de Azcárraga describiendo ese “año maravilloso” en el que Einstein realizó semejante proeza. Con un lenguaje ameno, nos sitúa en el contexto adecuado para entender lo que significaron estos trabajos para la física, nos habla de las personas que influyeron sobre Einstein, de su vida, sus aficiones, sus aciertos y sus flaquezas. Sin perder el rigor, la lectura de este libro resulta ligera, pues Azcárraga encuentra un estilo impecable, manifestando una extraordinaria capacidad por comunicar, para hacer llegar al lector su pasión por la Física y por su historia. Destacan las explicaciones de Azcárraga de la nueva teoría de la gravitación –la relatividad general–, escritas con un lenguaje cautivador, mostrando cómo Einstein alcanza la popularidad precisamente por presentar una teoría que predice las observaciones: “ese éxito le demostró a Einstein que realmente había descubierto nuevos principios fundamentales para la descripción del universo. La naturaleza le había hablado, personalmente, confirmándole sus ideas”. Resulta apasionante la descripción sobre las expediciones a las islas de Sobral (Brasil) y Principe (Guinea) lideradas por el astrónomo inglés Sir Arthur S. Eddington en 1919, para medir, durante un eclipse total de sol, el ángulo de deflexión de la luz procedente de las estrellas próximas al disco solar, como consecuencia de la atracción gravitatoria producida por la masa del sol. La confirmación de la predicción de Einstein supuso el principio de su fama y popularidad, pero también un ejemplo sociológico del papel internacional de la ciencia: acabada la primera guerra mundial, un astrónomo inglés confirma una teoría fundamental de un físico alemán. Con el advenimiento del nazismo en Alemania llegan los “años turbulentos” en la vida de Einstein, y su posterior establecimiento definitivo en los Estados Unidos. El pensamiento filosófico de Einstein y su interpretación de la mecánica cuántica, contraria a la que se conoce como interpretación de Copenhague, las discusiones con Niels Bohr son temas complejos, que aparecen tratados de un modo muy pedagógico en la parte central del libro.

JOSÉ ADOLFO DE AZCÁRRAGA

**EN TORNO A ALBERT EINSTEIN
SU CIENCIA Y SU TIEMPO**

La estructura del libro permite diferentes lecturas, ya que en paralelo al cuerpo principal del texto, encontramos notas al pie con explicaciones más detalladas, cronologías esquemáticas y treinta desgloses, que van desde los recuadros biográficos de eminentes físicos coetáneos a Einstein, a la historia de la teoría del Big Bang, pasando por algunas explicaciones técnicas dirigidas a un lector más entendido. Cabe destacar la cuidada presentación y una edición impecable, repleta de fotografías e ilustraciones bien comentadas y muy apropiadas, que aligeran la lectura.

En resumen, Azcárraga nos presenta una historia fascinante: no sólo la de un hombre excepcional, sino la de una época extraordinariamente fructífera. Como en un concierto para violín y orquesta (ya se sabe que Einstein tocaba este instrumento de cuerda) en el que el solo de violín puede ser majestuoso, las contribuciones de Einstein lo es y en el libro queda patente, pero se enmarca en una conjunto orquestal donde cada músico es soberbio: Boltzmann, Heisenberg, Mach, Planck, Bohr, Dirac, Schrödinger, Sakharov entran y salen en esta sinfonía de la batuta de Azcárraga que, con gran sentido del equilibrio, ordena los acontecimientos, separando el grano de la paja, destacando aquellas contribuciones que los hacen relevantes, en ocasiones introduciendo, como contrapunto –necesario en una obra polifónica– anécdotas o experiencias vitales que nos acercan a los científicos como hombres y mujeres, con sus grandezas y debilidades.

Vicent J. Martínez
Observatorio Astronómico
de la Universitat de València

Propiedades Físicas de la Emisión Circunestelar en Binarias de Rayos X Tipo BeX

Autora: María Soledad Riquelme Carbonell (msriquelme12@gmail.com)

Tesis doctoral dirigida por:

José Miguel Torrejón Vázquez

Centro: Universidad de Alicante

Fecha de lectura: 17 de diciembre de 2010

En esta tesis se ha llevado a cabo el estudio de un importante número de binarias de rayos X/Be (BeXB en su acrónimo inglés). Éstas suponen una importante subclase dentro de las binarias de rayos X de gran masa (HMXB en su acrónimo inglés). Son sistemas formados por una estrella de neutrones que orbita alrededor de una estrella masiva tipo Be, la cual se encuentra en la segunda mitad de la secuencia principal (Fabregat & Torrejón 2000), su clase de luminosidad es de III a V y su tipo espectral se encuentra restringido al intervalo O9-B3. La característica esencial de la estrella Be, es que contiene una envoltura circunestelar de la que el objeto compacto captura material, provocando la emisión de rayos X. Dicha envoltura modifica significativamente el espectro que emerge de la propia estrella, confiriéndole unas características particulares:

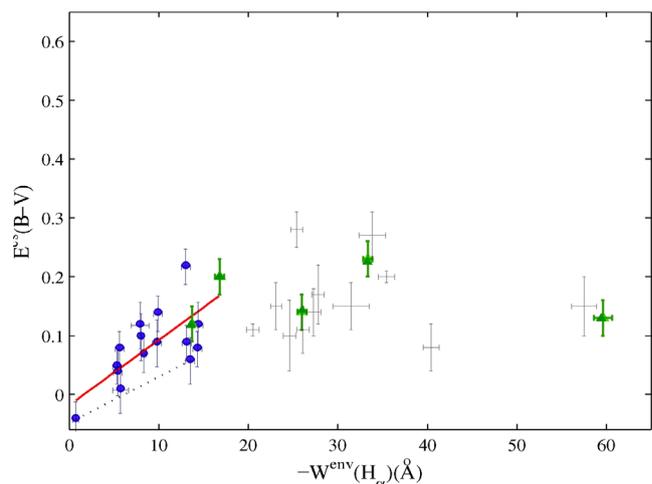
- En primer lugar, las líneas de la serie de Balmer aparecen en emisión, debido a transiciones ligado-ligado que se producen en la envoltura.
- En segundo lugar, existe un exceso de emisión en el continuo del óptico e infrarrojo cercano, denominado exceso circunestelar. Éste por su parte, se debe a transiciones libre-libre (*bremstrahlung* térmico), también originadas en la envoltura y que producen un exceso de fotones en longitudes de onda del óptico e infrarrojo, traduciéndose en un sobrebrillo de la estrella Be.

Debido a estos dos efectos, la aplicación directa de las técnicas fotométricas y espectroscópicas usuales, para calcular parámetros físicos de la estrella, puede conducir a resultados inexactos. En particular las distancias a algunas BeXBs pueden estar subestimadas, como consecuencia del tratamiento indistinto de los excesos interestelar (debido a la extinción interestelar) y circunestelar, cuyas leyes de comportamiento son totalmente dispares. Por lo tanto, es necesario encontrar el modo de separar ambas componentes del exceso, para poder tratarlas de forma individual.

En las fuentes BeXBs, tanto la emisión de las líneas como el exceso circunestelar, están conectados directamente con la envoltura, por lo que se anticipa la existencia de una relación entre ellas. Tal relación, ya ha sido establecida para las Be aisladas (Dachs et al. 1988), sin embargo, las envolturas circunestelares de las Be en sistemas binarios, es modificada por la presencia del objeto compacto (Reig et al. 1997 y Okazaki & Negueruela 2001). Tienen a ser envolturas más compactas y ópticamente más gruesas (Zamanov et al. 2001), aunque la emisión de las líneas es similar a la de las Be aisladas, infiriendo que la calibración válida para las Be aisladas, podría subestimar el exceso infrarrojo de una BeXB.

De este modo, surge la necesidad de encontrar la calibración correcta para las BeXBs, que nos permita conocer el exceso circunestelar, a partir de la anchura equivalente de la línea H α en emisión, $W^{\text{env}}(\text{H}\alpha)$, lo que compone el principal objetivo de esta tesis. Con este fin, se han tomado imágenes fotométricas y espectros de estrellas BeXBs pertenecientes a dos galaxias cercanas a la Vía Láctea, las nubes de Magallanes, cuyas distancias y excesos interestelares son similares para toda la muestra, lo que implica que cualquier diferencia de exceso entre una estrella y otra, se debe a efectos intrínsecos de la propia estrella o en su caso de su envoltura.

El trabajo de esta tesis revela una dependencia lineal entre el exceso circunestelar en (B-V) y que la emisión de la $W^{\text{env}}(\text{H}\alpha)$, es unas 5 veces superior a la que presentan las Be aisladas. También para estrellas con una $-W^{\text{env}}(\text{H}\alpha) \geq 15\text{\AA}$, aparece un inesperado efecto de saturación del exceso circunestelar en la zona del óptico, algo que en las Be aisladas únicamente se advertía en colores pertenecientes al infrarrojo cercano. Nuestra calibración va a permitir separar las dos componentes del exceso en cualquier estrella BeXB, simplemente conociendo la emisión de su línea H α . El estudio fotométrico se ha ampliado a colores del infrarrojo cercano, obteniendo distintas calibraciones para cada uno de ellos. Además, el aumento del exceso circunestelar con la longitud de onda, queda patente y su dependencia nos va a permitir obtener el exceso circunestelar para cualquier color del tipo (V- m_x).



$E^s(\text{B-V})$ vs $-W^{\text{env}}(\text{H}\alpha)$ para estrellas de las nubes de Magallanes. Los círculos azules corresponden a fuentes de la LMC (nube grande de Magallanes), los triángulos verdes a la SMC (nube pequeña de Magallanes) y las barras de error sin símbolos corresponden a datos de estrellas de la SMC, tomados de Coe et al. (2005) considerando los tipos espectrales de McBride et al. (2008) para las mismas. El ajuste se ha realizado para emisiones menores de 15 Å (línea roja continua). La línea punteada, une dos puntos pertenecientes a una misma fuente, 1A 0538-66, estrella tipo shell observada en dos campañas distintas.

Anteriormente, las correcciones aplicadas a la magnitud en V de una estrella enrojecida como son las nuestras, se han realizado mediante la ley de enrojecimiento interestelar estándar (Fitzpatrick 1999), sin tener en cuenta el sobrebrillo producido por la envoltura. En consecuencia, el valor que resulta no es suficiente para computar correctamente el módulo de distancia de una BeXB. Esto nos conduce a plantear el segundo objetivo de este trabajo: obtener la ley de enrojecimiento del exceso circunestelar. Para ello, se han utilizado las estrellas de las nubes de Magallanes, cuyas distancias son conocidas (Storm et al. 2004). La ley que obtenemos nos permite estimar la emisión circunestelar en V , $E^{cs}(V)$, y en consecuencia, corregir el sobrebrillo originado por la envoltura, además de determinar correctamente el módulo de distancia de las BeXB. En consecuencia, hemos sido capaces de determinar los excesos circunestelares, interestelares y las distancias de las fuentes de la Vía Láctea, aplicando los resultados obtenidos a partir de las nubes de Magallanes.

Relación entre la edad-metalicidad-velocidad en el disco Galáctico

Autor: Borja Anguiano Jiménez
(borja.anguiano@mq.edu.au)

Tesis doctoral dirigida por:

Ken Freeman y Matthias Steinmetz

Centro: Leibniz Institute for Astrophysics
Potsdam (AIP)

Fecha de lectura: 15 de junio de 2012

En la presente tesis doctoral se investiga la evolución del disco Galáctico a través de la relación entre edad-metalicidad así como edad-velocidad de las componentes estelares, concretamente estrellas sub-gigantes. La muestra estelar fue seleccionada originalmente del catálogo de RAVE y Geneva-Copenhagen Survey (GCS) a través de la magnitud absoluta, temperatura y gravedad. Con el objetivo de mejorar la precisión de los parámetros estelares de los objetos seleccionados se realizaron observaciones complementarias con el telescopio de 2.3 metros en el observatorio de Siding Spring en Australia. El instrumento utilizado es el "Double Beam Spectrograph (DBS)". El poder resolutivo es 400 y el rango espectral va desde 3200 hasta 6200 angstroms. Se utilizó una rendija de 5" de anchura. Para la obtención de la calibración en flujo se observaron estrellas estándares a diferentes distancias cenitales (diferentes masa de aires) cada noche de observación.

La determinación de los principales parámetros estelares se llevo a cabo a través de la distribución espectral de energía de las atmósferas estelares. Las relaciones 1:1 entre los parámetros estelares obtenidos en este trabajo utilizando la librería estelar MILES como sistema de referencia y aquellos valores obtenidos utilizando espectroscopia de alta resolución (PASTEL) para estrellas en

De forma adicional, la adquisición simultánea de los espectros con la fotometría, nos ha permitido caracterizar el espectro de emisión de la envoltura, determinando parámetros físicos de la envoltura tales como: la medida de emisión de volumen, las densidades electrónicas de las envolturas, la velocidad de rotación, su radio, etc. Todos ellos apuntan a tamaños más reducidos y densidades más elevadas, que las de aquellas envolturas que pertenecen a Be aisladas y que por lo tanto no se encuentran influenciadas por un objeto compacto. Finalmente, se ha confirmado la existencia de modulación de las emisiones de la envoltura, a través del estudio del semieje orbital. En resumen, en esta tesis se han caracterizado las propiedades ópticas de las envolturas circunestelares, demostrando que la presencia de la estrella de neutrones modifica su comportamiento, obteniéndose parámetros diferenciadores entre Be aisladas y BeXBs. En consecuencia, a partir de observaciones en el óptico y en el IR próximo de un objeto, será posible determinar si una estrella Be es aislada o pertenece a un sistema BeX.

común presentan un rms $\sim 145K$, 0.16 dex y 0.23 dex para la temperatura, metalicidad y gravedad respectivamente. También se estimó $[Mg/Fe]$ y $[Ca/Fe]$ por medio de la espectrofotometría utilizando los catálogos de de Castro-Milone et al. (2011) y Venn et al. (2004) como referencia.

Estrellas sub-gigantes pueden proporcionar edades relativamente precisas para las estrellas de campo. Utilizando los parámetros estelares derivados por medio de la espectrofotometría y diferentes librerías de isócronas obtuvimos la estimación por máxima verosimilitud de las edades individuales de la muestra de estrellas sub-gigantes. Las edades estelares para más del 80% de la muestra presentan errores menores a 1.5 Ga.

Se ha encontrado una relación entre la metalicidad y la edad con una dispersión intrínseca de entorno a 0.14 dex. La metalicidad media muestra un lento pero continuo incremento con el tiempo. También encontramos una relación entre los elementos α y la edad para estrellas pertenecientes al disco delgado. Estrellas entorno a los 5 Ga presentan valores $[\alpha/Fe] \sim +0.05$ mientras que las estrellas más viejas del disco delgado muestran valores entorno a +0.1 dex. Para el disco grueso encontramos valores desde +0.1 dex hasta +0.3 dex. Estos resultados indicarían la existencia de dos procesos bien diferenciados en la formación del disco Galáctico.

Desde el punto de vista de la cinemática se encontró que $\langle V \rangle$ es independiente de la metalicidad para las estrellas del disco delgado. La dispersión de velocidades permanece constante para el rango de metalicidad entre +0.2 y -0.5 dex mientras que para estrellas más pobres en metales claramente la dispersión de velocidades incrementa. Encontramos que los mecanismos de calentamiento del disco parecen actuar durante los tres primeros Ga para después saturar cuando la dispersión de velocidad en la componente vertical alcanza los 20 km/s. Encontramos un claro incremento de la dispersión de velocidad para estrellas más viejas que 10 Ga. Estas estrellas pertenecerían al disco grueso. Para el disco delgado obtuvimos $\sigma_u : \sigma_v : \sigma_w \sim 1.0:0.7:0.5$ mientras que para el disco grueso $\sigma_u : \sigma_v : \sigma_w \sim 1.0:1.0:0.7$. Estos resultados favorecen la idea de una formación del disco grueso Galáctico a través de procesos de acreción.

Evolución de la masa y la tasa de formación estelar de galaxias infrarrojas en el campo COSMOS

Autora: Helena Domínguez Sánchez
(helena.dominguez@oabo.inaf.it)

Tesis doctoral dirigida por: Carlotta Gruppioni,
Andrea Cimatti y Francesca Pozzi

Centro: Universidad Complutense de Madrid

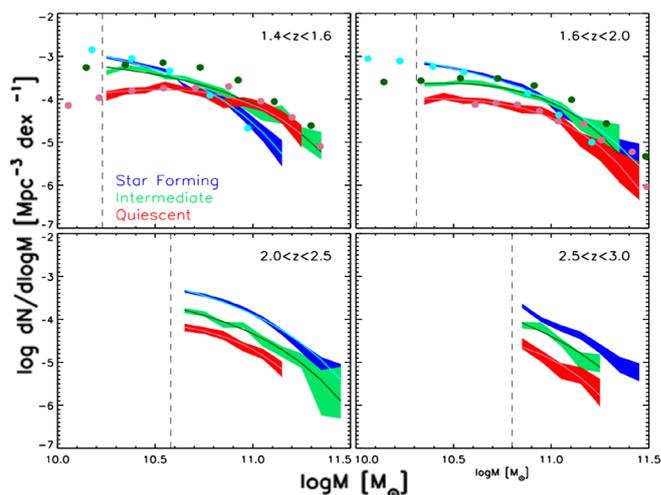
Fecha de lectura: 27 de abril de 2012

El objetivo de esta Tesis de Doctorado es estudiar dos aspectos complementarios de la formación galáctica como son la evolución de la masa y la formación estelar. Con ese propósito presentamos en primer lugar, un análisis detallado de la evolución de la Función de Masa Estelar (FME) de galaxias con alto desplazamiento al rojo con distintas tasas de formación estelar específica ($SSFR=SFR/M$). En segundo lugar, mostramos los resultados de la comparación de dos indicadores de tasa de formación estelar y su dependencia con distintas propiedades galácticas. Para estudiar la evolución de la masa y de la tasa de formación estelar de galaxias seleccionadas en el infrarrojo hemos utilizado datos multi-banda del campo COSMOS. Hemos analizado una muestra de ~ 80000 galaxias en el campo COSMOS seleccionadas en IRAC con $mag_{3.6} < 22.0$ para las cuales hemos construido un catálogo multi-banda desde la banda u^* hasta $24 \mu m$ a partir del método de Likelihood Ratio (Sutherland & Sanders 1992). Una vez construido el catálogo multi-banda en el campo COSMOS hemos calculado los desplazamientos al rojo de nuestras galaxias mediante un ajuste por mínimos cuadrados de librerías teóricas a la distribución espectral de energía de cada galaxia (SED-fitting). Hemos analizado con mayor detalle las ~ 20000 galaxias con alto desplazamiento al rojo ($1.4 < z < 3.0$), para las cuales hemos derivado sus propiedades fundamentales (masa, edad, tasa de formación estelar...) a partir del SED-fitting haciendo uso de modelos de síntesis estelares de Maraston (2005). Para clasificar las galaxias en distintos tipos nos hemos basado en los valores de $SSFR$.

Hemos calculado la FME para todas las galaxias y las galaxias divididas en distintos tipos en 4 bins de z (ver Figura). La FME de las galaxias pasivas muestra una considerable evolución desde $2.5 < z < 3.0$ hasta $1.4 < z < 1.6$. El número de galaxias pasivas aumenta continuamente con el tiempo cósmico. Vemos que $z \sim 1.5$ es una época de transición: a $z > 1.5$ la FME está dominada por galaxias con formación estelar activa para todas las masas, mientras que las galaxias de tipo intermedio e incluso las pasivas empiezan a ser más abundantes a $z < 1.5$. Esta evolución depende significativamente de la masa; las galaxias con masas mayores dejan de formar estrellas antes que las galaxias de masas menores. La mayor parte de las galaxias de baja masa ($\log M < 10.5$) sigue formando estrellas activamente a $1.4 < z < 1.6$. Asimismo hemos calculado la densidad de masa estelar de las galaxias pasivas y de las galaxias de tipos intermedios o con gran actividad de formación estelar. Por último, hemos comparado nuestros resultados con las predicciones de los modelos teóricos. El modelo basado en la simulación Millennium, que tiene en consideración la retro alimentación de las galaxias centrales en cúmulos de galaxias, es el que mejor reproduce los datos observados.

Por otra parte, ya que la tasa de formación estelar (SFR) es un parámetro fundamental para estudiar la formación y evolución de las galaxias, en la segunda parte de la Tesis, hemos utilizado los nuevos datos del estudio PEP (PACS Evolutionary Probe) del Telescopio Espacial de la Agencia Espacial Europea Herschel para probar la validez de la SFR calculada a partir de la luminosidad infrarroja (LIR). Para este propósito hemos utilizado una muestra de 474 galaxias seleccionadas en el infrarrojo lejano (100 y $160 \mu m$) con $0 < z < 0.46$, que tienen también asociada información espectroscópica del estudio 20k en el campo COSMOS, así como información fotométrica en las bandas ópticas e infrarrojas cercanas. Hemos eliminado las galaxias con núcleos galácticos activos para evitar contaminación de emisión infrarroja no asociada a la formación estelar. Hemos calculado la SFR a partir de la LIR multiplicando esta luminosidad por una constante derivada a partir de modelos teóricos por Kennicutt et al. (1998). El uso de los datos de PEP nos permite calcular la LIR ($8-1000 \mu m$) sin la incertidumbre asociada a la extrapolación del pico infrarrojo. Para probar la validez de esta fórmula hemos comparado el resultado con la SFR obtenida a partir de la luminosidad de la línea de emisión $H\alpha$. Para corregir la luminosidad $H\alpha$ de la extinción por el polvo interestelar hemos calculado extinciones medias en bins de LIR a partir de la relación observada entre los flujos $H\alpha$ y $H\beta$.

Hemos comparado los resultados de los dos valores de SFR, encontrando que están bastante de acuerdo (con una pendiente $m=1.11 \pm 0.04$ en el diagrama $\log SFR(LIR)$ vs $\log SFR(H\alpha)$) y hemos estudiado las distintas propiedades galácticas que pueden afectar el cálculo de la SFR. El desplazamiento al rojo no parece tener un gran efecto (al menos hasta $z=0.46$). El efecto de la masa no es muy significativo y se ve reducido cuando usamos las recetas de Brinchmann et al. (2004). La metalicidad parece ser un parámetro relevante en la comparación de indicadores de SFR, con una diferencia de hasta 0.6 dex en los valores de $\log [SFR(LIR)/SFR(H\alpha)]$ para galaxias con altas y bajas metalicidades. La $SSFR$ parece afectar a la comparación de indicadores de tasa de formación para bajos valores de SFR, ya que la $SFR(LIR)$ es mayor debido a la contribución a la LIR de la población estelar de mayor edad. Por último hemos estudiado los indicadores de SFR para galaxias con distintos tipos morfológicos (Sa, Sb, Sc, Sd/Irr). Para el grueso de las galaxias espirales ambos indicadores parecen estar de acuerdo, con valores de la pendiente $SFR(LIR)$ vs $SFR(H\alpha)$ muy cercanos a 1. Para las galaxias de últimos tipos (Sd/Irr), la pendiente es mucho mayor ($m=2.45 \pm 0.99$), aunque sigue siendo consistente a 3σ con la relación uno a uno debido al reducido número de galaxias clasificadas como tal (sólo 17).



Evolución de la FME para galaxias con distintos tipos de formación estelar.

Estudio espectroscópico de la población estelar fría cercana: Propiedades de estrellas en grupos cinemáticos estelares y de estrellas con discos circunestelares de tipo debris

Autor: Jesús Maldonado Prado

(jesus.maldonado@uam.es)

Tesis doctoral dirigida por:

Carlos Eiroa de San Francisco

Centro: Universidad Autónoma de Madrid

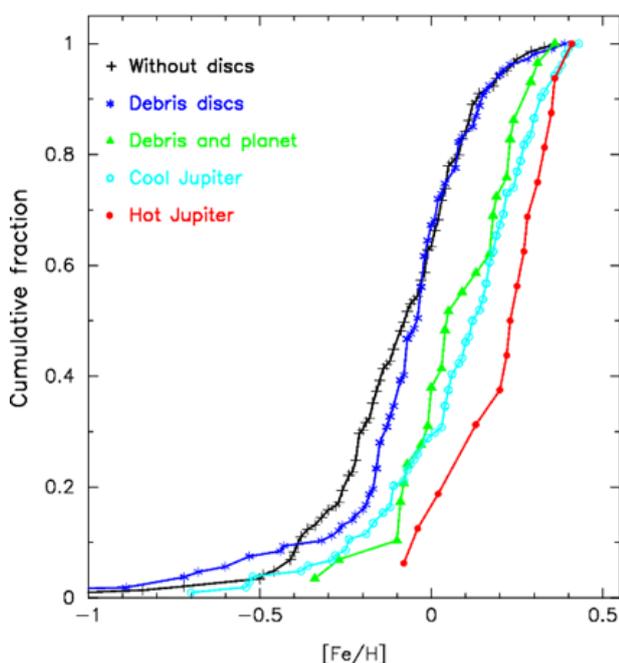
Fecha de lectura: 15 de junio de 2012

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio basado en espectros ópticos de alta resolución de una muestra de estrellas cercanas (distancia inferior a 25 pc) y tipo espectral tardío (F, G, K). El hilo conductor de esta disertación es la caracterización espectroscópica de la población estelar fría cercana, en particular, la de las estrellas que albergan discos circunestelares de tipo debris. Los discos circunestelares evolucionan con el tiempo, por tanto, en primer lugar, se aborda el problema de obtener edades precisas en estrellas de tipo solar. Las estrellas jóvenes son identificadas a partir de su cinemática y posible pertenencia a grupos cinemáticos estelares. Para ello, se calculan

velocidades radiales usando la técnica de la correlación cruzada y las componentes galácticas de la velocidad. La juventud de las estrellas seleccionadas por su cinemática es confirmada o rechazada mediante el análisis de sus abundancias de litio, períodos de rotación, así como de sus niveles de emisión cromosférica y coronal. Nuestros resultados muestran que aproximadamente un 25% de las estrellas analizadas muestran una cinemática que permite agruparlas como miembros de alguno de los grupos cinemáticos conocidos. No obstante, al aplicar los criterios de edad, la mayoría de estas estrellas son demasiado viejas para formar parte de dichos grupos y sólo un 26% de los candidatos son clasificados como miembros probables de algún grupo cinemático. Los resultados de este estudio han sido publicados por Maldonado et al. (2010).

A continuación, se analiza si existe algún tipo de correlación entre los discos debris y las propiedades de las estrellas, en particular con la edad estelar y la metalicidad. Los parámetros estelares básicos de las estrellas son calculados midiendo la anchura equivalente de una selección de líneas aisladas de Fe I y Fe II, aplicando las condiciones de equilibrio de ionización y excitación. El estudio se completa con datos de la literatura para las estrellas con discos debris no observadas. Los resultados muestran que la distribución de metalicidad de las distintas muestras analizadas presentan una transición hacia metalicidades más altas, desde las estrellas sin discos debris ni planetas hacia las estrellas con planetas gigantes (véase figura adjunta). Las estrellas con discos debris muestran una distribución de metalicidad similar a la de las estrellas sin discos. Por otro lado, las estrellas con discos y planetas muestran un comportamiento similar al de las estrellas que albergan planetas. Estos resultados pueden explicarse mediante modelos de formación de planetas que implican la acreción de material. Se encuentra que los planetas alrededor de estrellas con discos debris son mayoritariamente fríos. Los datos sugieren que las estrellas con debris y planetas fríos gigantes tienden a mostrar bajos valores de la luminosidad del polvo. Además, parece existir una anticorrelación entre la luminosidad del polvo y la excentricidad del planeta más cercano a la estrella. Estas tendencias podrían ser explicadas por simulaciones recientes de inestabilidades dinámicas producidas por la presencia de planetas gigantes. Este estudio ha sido publicado por Maldonado et al. (2012).

Para poder confirmar las tendencias encontradas, sería necesario el análisis de muestras más amplias, esto es, detectar más discos debris y planetas. Por tanto, en esta tesis, se discute también la posibilidad de buscar discos debris más fríos y menos luminosos usando las nuevas capacidades que ofrece el Telescopio Espacial Herschel. Este trabajo fue motivado como una actividad preparatoria para el proyecto DUNES (DUSt around NEarby Stars), un proyecto clave para Herschel con el objetivo de detectar discos circunestelares de tipo debris con excesos infrarrojos tan bajos como el exceso debido al cinturón de Edgeworth-Kuiper. Se analiza en detalle la predicción de flujos fotoféricos en el infrarrojo lejano, las distintas fuentes de incertidumbre y su influencia en la detección de un posible disco: i) la elección del modelo de atmósfera estelar (ATLAS9, PHOENIX, MARCS); ii) incertidumbres en los parámetros estelares de las estrellas; y iii) la elección de los puntos fotométricos que se utilizan para normalizar el modelo a la distribución espectral de energía observada. Como aplicación, se obtienen flujos en las longitudes de onda de Herschel para las estrellas DUNES.



Distribuciones acumuladas de metalicidad de las distintas muestras estelares analizadas en esta tesis. Los datos sugieren una transición hacia metalicidades más altas desde las estrellas sin discos ni planetas hacia las estrellas que albergan planetas

Globular clusters as tracers of the hierarchical formation of the Milky Way

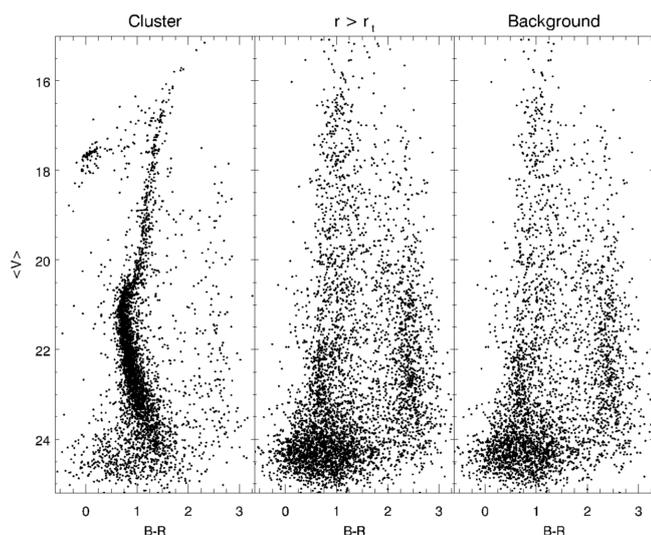
Autor: Julio A. Carballo Bello
(jcarball@das.uchile.cl)

Tesis doctoral dirigida por: David Martínez Delgado y Ramón García López

Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias / Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 22 de junio de 2012

En el escenario de formación de galaxias basado en el modelo de materia oscura fría, una importante fracción de las galaxias que observamos hoy en día fueron formadas mediante la asimilación o fusión de sistemas estelares menores, muy similares a las actuales galaxias enanas del Grupo Local. En la Vía Láctea, y más concretamente en su halo, se encuentran multitud de subestructuras que son consideradas pruebas directas de la formación jerarquizada de galaxias. A su vez, el sistema galáctico de cúmulos globulares parece estar formado por dos poblaciones bien diferenciadas, denominadas "vieja" y "joven", donde ésta última engloba a aquellos elementos formados en sistemas protogalácticos que fueron posteriormente acretaados, pasando a formar parte del halo galáctico. En este escenario, se espera que parte de los cúmulos globulares galácticos se encuentren rodeados por los restos de sus galaxias progenitoras en forma de corrientes de marea o en una distribución mucho más dispersa. El identificar los cúmulos en la Vía Láctea que han sido acretaados y aquellos que se formaron en la propia galaxia ha sido una importante línea de investigación en el campo de cúmulos estelares en los últimos años. El objetivo de esta tesis ha sido localizar nuevas secciones de corrientes de marea ya conocidas



Ejemplo de diagrama color-magnitud obtenido para el cúmulo globular NGC5634 (izquierda), la región que lo rodea más allá de su radio de marea (panel central) y la región de densidad estelar constante indicada por su perfil radial (derecha). En este caso, la detección de la secuencia principal y posiblemente rama de subgigante asociadas con la presencia de la corriente de Sagitario en los alrededores de este cúmulo, se manifiesta como una sobredensidad en la región del diagrama con $V > 22$ y $B-R \sim 0.8$.

o descubrir nuevos sistemas estelares alrededor de cúmulos globulares en la Vía Láctea. Con este objetivo, hemos diseñado un estudio observacional de una muestra de 24 de estos sistemas situados entre 10 y 40 kpc respecto al centro de la galaxia, representando 2/3 de los globulares en este rango de distancia. Las observaciones se llevaron a cabo utilizando los instrumentos Wide Field Camera y Wide Field Imager situados en los telescopios Isaac Newton (Roque de los Muchachos, La Palma) y el ESO2.2m (La Silla, Chile) respectivamente. Estos instrumentos nos permitieron estudiar áreas más amplias alrededor de cada cúmulo con fotometría profunda, así como la obtención de una base de datos sin precedentes de observaciones de gran campo de este tipo de sistemas. En nuestros resultados, detectamos la presencia de poblaciones estelares subyacentes alrededor de una fracción significativa de nuestros cúmulos, manifestándose como sobredensidades en los diagramas color-magnitud observados en comparación con los obtenidos mediante modelos de poblaciones estelares de la Vía Láctea (ver figura adjunta como ejemplo). Debido a su coincidencia espacial, asociamos la mayoría de estas detecciones con subestructuras conocidas del halo galáctico con modelos teóricos disponibles. Basándonos en los resultados de este trabajo, sugerimos que al menos 1/4 del sistema de cúmulos globulares del halo galáctico se formó en pequeños fragmentos posteriormente acretaados hacia el halo galáctico. Es interesante que nuestros candidatos a cúmulo acretaado no incluyen sólo a aquellos sistemas clasificados como miembros del halo joven, al contrario de lo establecido por el escenario clásico de globulares viejos/jóvenes. Hemos encontrado que 3 cúmulos globulares son compatibles en posición con la corriente de marea generada por la destrucción de la galaxia enana esferoidal de Sagitario, que se encuentra rodeando a la Vía Láctea en una órbita prácticamente polar. Además, hemos desvelado la presencia de restos de marea asociados con esta corriente en los alrededores de otros 5 cúmulos globulares, pero a una distancia diferente en la dirección radial. Por lo tanto, incluyendo los cúmulos previamente asociados por otros trabajos, la corriente de marea de Sagitario ha contribuido con 8-12 cúmulos al sistema galáctico de cúmulos globulares, lo que significa que esta galaxia habría sido el miembro del Grupo Local que más eficientemente ha formado globulares, teniendo en cuenta su frecuencia específica ($22 < S_N < 33$), más elevada que la de las galaxias espirales ($S_N < 2$) y sólo comparable a la galaxia enana de Fornax ($S_N = 29$). Otros cúmulos de nuestra muestra están rodeados por una población subyacente probablemente asociada con el anillo de Monoceros a baja latitud galáctica y al menos 3 de estos sistemas son compatibles en posición con esta subestructura. La confirmación de este resultado supondría la primera asociación observacional de cúmulos globulares con Monoceros, lo que indicaría que este anillo se generó por la destrucción de una galaxia menor y no por la distorsión del disco galáctico. Ya que necesitábamos un criterio para separar el contenido estelar de los cúmulos globulares del resto del campo observado, hemos derivado perfiles radiales para estos sistemas incluyendo las regiones más externas, que habitualmente han sido poco exploradas en comparación con el área central. Nuestros resultados sugieren que los modelos dinámicos de King, que se han utilizado de forma generalizada para estudiar estos sistemas estelares, no son capaces de reproducir las regiones externas de los perfiles radiales obtenidos que, en algunos casos, incluyen áreas observadas por primera vez durante este trabajo. El radio de marea clásico, r_t , es al menos un $\sim 40\%$ mayor que los valores obtenidos previamente (basados en perfiles radiales incompletos) y una ley de potencias parece ser una mejor representación para al menos 2/3 de los perfiles observados. La pendiente de esta función (γ) es utilizada para clasificar los cúmulos globulares en dos categorías bien diferenciadas: aquellos que presentan un perfil más plano y una densidad elevada ($\gamma < 4$; no afectados por marea) y los cúmulos de baja densidad con perfiles radiales más pronunciados ($\gamma > 4$; afectados por marea). En este trabajo, proponemos que γ podría ser utilizado como un indicador del estado evolutivo de un cúmulo globular y podría proporcionarnos pistas acerca de su origen.

Historia química de galaxias con formación estelar en cúmulos cercanos

Autora: Vasiliki Petropoulou (vasiliki@iaa.es)

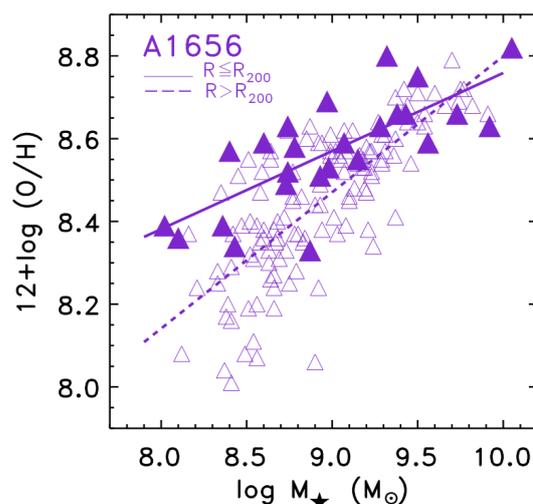
Tesis doctoral dirigida por: José Manuel Vílchez Medina y Jorge Iglesias-Páramo

Centro: Universidad de Granada

Fecha de lectura: 27 de junio de 2012

El objetivo de esta tesis doctoral es el estudio de la influencia del entorno sobre la historia química de las galaxias con formación estelar (SF) en una muestra de cúmulos cercanos del Universo local. La evolución química de las galaxias depende tanto de la historia de formación estelar (SFH), como del intercambio de gas entre una galaxia y su entorno. Ambos factores se pueden ver afectados en el entorno de un cúmulo de galaxias. Las recientes simulaciones hidrodinámicas sugieren que, al entrar en un cúmulo, las galaxias pueden experimentar un posible aumento de su tasa de formación estelar. Este aumento precedería al eventual decrecimiento de la formación estelar, que se ha verificado en las observaciones de la tasa de formación estelar de galaxias en cúmulos. Además, las galaxias al penetrar en el interior del cúmulo sufren una severa pérdida de gas, según confirman observaciones del contenido de gas atómico y de gas ionizado de galaxias en cúmulos. Basados en este conocimiento previo, la pregunta que nos hemos propuesto responder en esta tesis es si los efectos del entorno sobre la SFH y el contenido de gas, pueden también dejar su huella en la metalicidad de las galaxias en cúmulos y en su evolución química. En este contexto, hemos investigado cuestiones relevantes en el campo de la evolución de galaxias en los entornos más densos del Universo y que están todavía sin respuesta, como el papel que puede jugar el entorno en la dispersión intrínseca de la relación entre la masa estelar y la metalicidad de una galaxia (MZR) y la importancia relativa de la pertenencia a un cúmulo como estructura, frente al simple hecho de una elevada densidad local de galaxias. Este objetivo se ha alcanzado mediante el estudio de las relaciones fundamentales entre la metalicidad de las galaxias y sus propiedades físicas más relevantes como la masa estelar, luminosidad, contenido de gas, actividad de formación estelar y su estructura. Para llevar a cabo este estudio, se han realizado nuevas observaciones espectroscópicas del cúmulo A2151 (Hércules) en el rango óptico y con rendija larga utilizando los telescopios del Observatorio del Roque de los Muchachos WHT4.2m e INT2.5m. También se ha construido una base de datos espectroscópicos que se ha extraído del SDSS DR8, para una gran muestra de 781 galaxias de baja masa con formación estelar en los cúmulos A1656 (Coma), A1367, A779, A634, y A2147, A2151 y A2152 del supercúmulo de Hércules. Esta muestra de cúmulos abarca una variedad de propiedades físicas (tales como la masa, la luminosidad de rayos X, y el estado evolutivo), lo que ha permitido el estudio del efecto del entorno en la SFH y la evolución química de las galaxias SF en una amplia gama de diferentes entornos y a lo largo de estructuras a gran escala. Además, las observaciones con rendija larga han permitido investigar el efecto del entorno sobre los gradientes de metalicidad de las galaxias espirales. Se han calculado las abundancias químicas del medio interestelar ionizado de las galaxias de la muestra de esta tesis para las que se ha estudiado

el comportamiento de la MZR y también de la relación masa estelar frente al cociente N/O, como función del entorno de las galaxias. El entorno de cada galaxia se ha parametrizado cuantitativamente en función de su distancia al centro del cúmulo y de su densidad local. Entre las conclusiones más importantes de este trabajo destacamos que hemos encontrado que la MZR para el grueso de nuestra muestra de galaxias con formación estelar en cúmulos sigue el mismo comportamiento encontrado por otros autores para muestras de galaxias de campo en el Universo local (también para el cociente N/O en función de la masa estelar). De manera notable, fuera de las partes centrales de los cúmulos más masivos, la pendiente que se deriva para la MZR está de acuerdo con las predicciones de los modelos hidrodinámicos más recientes. Aparte de este comportamiento general, hemos encontrado que las galaxias de baja masa que pueblan las regiones interiores de los cúmulos A2151, A1367 y (especialmente) Coma (ver Figura), presentan valores de O/H y N/O superiores al valor promedio de las galaxias de campo para masas similares, lo que produce el aplanamiento de la MZR en las zonas centrales de los cúmulos, un efecto más intenso para los cúmulos más ricos. Este resultado nos revela que la huella del entorno del cúmulo en la evolución química de las galaxias depende fuertemente tanto de la masa de la galaxia como de la del cúmulo, y pone de manifiesto el papel que pueden jugar las propiedades del medio intergaláctico en la evolución química de las galaxias en cúmulos. En este marco, proponemos un escenario físico que podría explicar el aumento observado de la metalicidad de las galaxias de baja masa con formación estelar en los cúmulos, que emerge de forma natural de las predicciones de recientes modelos hidrodinámicos de evolución de galaxias en cúmulos. Estos resultados han ayudado a comprender el(los) mecanismo(s) responsable(s) de la dispersión intrínseca de la MZR, lo que nos da pistas para discernir entre los procesos físicos que subyacen a esta relación fundamental, y así dilucidar entre los posibles escenarios de la evolución de galaxias. Desde este trabajo de tesis pretendemos motivar la realización de nuevos esfuerzos teóricos para la modelización de la evolución química de galaxias en los entornos densos del Universo.



MZR de galaxias SF de baja masa en el cúmulo A1656 (Coma). Símbolos llenos: galaxias a distancias $R < R_{200}$. Símbolos abiertos: galaxias en $R_{200} < R < 3 R_{200}$. La línea discontinua es el ajuste lineal a los símbolos abiertos y su pendiente (0.33 ± 0.03) está de acuerdo con las predicciones de modelos hidrodinámicos recientes. La línea continua es el ajuste lineal a los puntos llenos y la pendiente (0.19 ± 0.03) revela un aplanamiento de la MZR en la zona central de Coma. La diferencia entre la metalicidad de las galaxias y el ajuste lineal a la MZR general se ve más destacada como función de la distancia al centro del cúmulo que como función a la densidad local de galaxias.

Procesos de formación estelar y emisión de altas energías en galaxias *starburst*

Autor: Héctor Otí Floranes

(otih@cab.inta-csic.es)

Tesis doctoral dirigida por:

José Miguel Mas Hesse, Francisco J. Carrera

Centro : Centro de Astrobiología (Madrid)

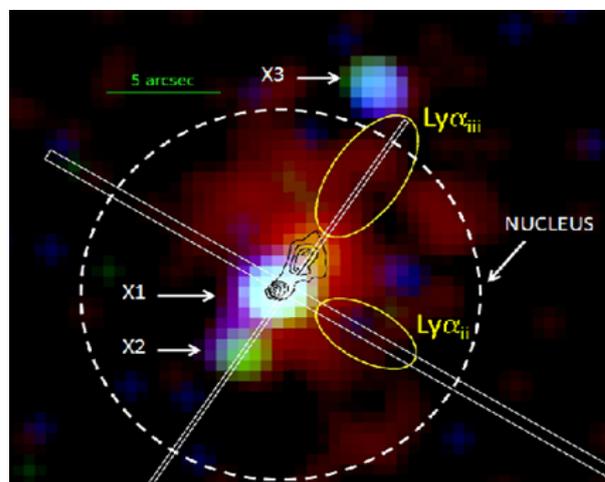
Fecha de lectura: 14 de septiembre de 2012

Los brotes de formación estelar o "starbursts" son episodios de intensa formación estelar, caracterizados por una rápida producción de estrellas masivas, que llegan a dominar la emisión de la galaxia anfitriona en la mayor parte del espectro electromagnético durante varios millones de años. Uno de los objetivos iniciales de este trabajo fue analizar la emisión de la línea Lyman alfa del hidrógeno ($\text{Ly}\alpha$) en las galaxias "starburst" locales Haro 2 e IRAS 0833. Los fotones de $\text{Ly}\alpha$ producidos en brotes de formación estelar sólo pueden escapar de la galaxia anfitriona si el gas neutro que rodea los cúmulos de estrellas masivas está expandiéndose por el empuje de la energía mecánica inyectada al medio por el brote. Dado que la emisión de rayos X de baja energía se produce cuando hay presente gas acelerado, y éste interactúa con el gas circundante, se espera que haya una relación entre la emisión $\text{Ly}\alpha$ y L_{softX} . Por tanto, antes del análisis de las fuentes, empezamos por estudiar con modelos evolutivos de síntesis de población la relación entre la intensidad de la formación estelar y L_{softX} , obteniendo una calibración de L_{softX} como estimador de aquélla. Una vez realizado este estudio, procedimos a completar la calibración autoconsistente de la tasa de formación estelar mediante estimadores que cubrieran todo el rango electromagnético, desde el ultravioleta al radio. Este conjunto de trazadores de formación estelar calibrados nos permitió estudiar la emisión $\text{Ly}\alpha$ de las fuentes locales antes mencionadas, así como su relación con otras magnitudes físicas observables de los brotes. Finalmente, analizamos la emisión de rayos X de una muestra de emisores

locales de $\text{Ly}\alpha$ (Haro 2, Haro 11 y el núcleo de NGC 4303), centrándonos en la componente de rayos X de alta energía. La calibración autoconsistente de estimadores de formación estelar obtenida ofrece una gran variedad de parámetros que el usuario puede ajustar: desde el estimador o el régimen de formación estelar (producción instantánea o constante), pasando por la metalicidad y la extinción causada por el polvo, así como la función inicial de masas. Los resultados obtenidos fueron comparados con calibraciones tomadas de la literatura y, en el caso de L_{softX} , también con valores observacionales. Finalmente, la calibración fue implementada en una herramienta web para que toda la comunidad pueda acceder a ella. El análisis de la emisión $\text{Ly}\alpha$ en Haro 2 e IRAS 0833 mostró que en ambas galaxias se observa $\text{Ly}\alpha$, tanto en emisión compacta como en difusa. Asimismo, encontramos que la intensidad de $\text{Ly}\alpha$ no está correlacionada con las líneas Balmer, el continuo ultravioleta o el cociente $\text{H}\alpha/\text{H}\beta$ (estimador de la extinción por polvo). Sin embargo, en Haro 2, para la cual disponíamos de una observación de rayos X con alta resolución espacial, la emisión $\text{Ly}\alpha$ difusa sí mostraba una correlación espacial con la emisión de rayos X de baja energía. Las propiedades de esta componente difusa podrían ser explicadas suponiendo que se origina en regiones donde el gas ha sido ionizado principalmente por el plasma calentado por la actividad del brote de formación, y no por los fotones originados en las estrellas masivas del "starburst". Este modelo explica asimismo los cocientes $\text{Ly}\alpha/\text{H}\alpha$, $\text{H}\alpha/\text{H}\beta$ y $L(\text{H}\alpha)/L_{\text{softX}}$ observados. Por desgracia, no disponemos de una imagen de rayos X con suficiente resolución espacial como para confirmar esta hipótesis en IRAS 0833.

Por último, para el estudio de la emisión de rayos X de alta energía en las galaxias de nuestra muestra, caracterizamos los brotes de cada una con los modelos de síntesis y estimamos el orden de magnitud del número de sistemas binarios activos esperados. La comparación de estos resultados con los valores observados de la emisión X de alta energía, así como con la morfología de las fuentes, mostró que las binarias activas son responsables de la luminosidad observada, sin necesidad de recurrir a otro tipo de fuentes nucleares activas. Este resultado nos permitió concluir que la presencia de emisión X de alta energía (por encima de 4 keV) no indica necesariamente la presencia de Núcleos Galácticos Activos en galaxias "starburst", al menos en aquellas galaxias de luminosidad por debajo de $\sim 10^{42}$ erg/s.

Imagen de rayos X en falso color de Haro 2: baja energía (0.2-1.5 keV, rojo), media (1.5-2.5 keV, verde) y alta (2.5-8.0 keV, azul). Los contornos de NICMOS de la emisión en infrarrojo y la posición de las rendijas de STIS han sido superpuestos. Las componentes principales de la emisión de rayos X han sido incluidas. El círculo de trazo discontinuo contiene la región de la que se extrajo el espectro en rayos X. Las regiones confinadas dentro de las elipses amarillas muestran emisión difusa $\text{Ly}\alpha$. Ésta sólo se observa en regiones con emisión de rayos X de baja energía.



Búsqueda y caracterización de agujeros negros galácticos

Autor: Jesús M. Corral Santana (jcorral@iac.es)

Tesis doctoral dirigida por: Jorge Casares

Velázquez e Ignacio González Martínez-Pais

Centro : Instituto de Astrofísica de Canarias

(IAC) y Universidad de La Laguna (ULL)

Fecha de lectura: 28 de septiembre de 2012

Hasta la fecha se han detectado 55 candidatos a agujero negro de masa estelar en binarias de rayos X transitorias (BHTs por sus iniciales en inglés). Estos sistemas se caracterizan por episodios eruptivos esporádicos que aumentan el brillo del sistema en varios órdenes de magnitud (permitiendo su descubrimiento por telescopios de rayos X) y largos periodos de quietud que pueden durar décadas o incluso siglos. En 46 años de astronomía de rayos X, solo 18 de los 55 candidatos a agujero negro han sido confirmados dinámicamente. Sin embargo, estudios de síntesis de población sugieren que en la galaxia podrían haber $\sim 10^4$ agujeros negros en binarias transitorias y solo hemos detectado aquellos sistemas que han entrado en erupción. Por tanto, es necesario crear métodos que nos permitan descubrir una fracción importante de la población oculta de agujeros negros en quietud. Para poder desarrollar estos nuevos métodos de detección, hemos ampliado la muestra de agujeros negros confirmando dinámicamente dos nuevos sistemas:

- XTE J1859+226 es un candidato histórico a agujero negro descubierto durante una erupción en 1999. Combinando la fotometría adquirida con los telescopios Nordic Optical Telescope, Isaac Newton y William Herschel del Observatorio del Roque de los Muchachos de La Palma entre 2000 y 2010, y la espectroscopia adquirida con el Gran Telescopio Canarias, obtuvimos un valor del periodo orbital de 6,6 h y una amplitud de velocidad radial de la estrella secundaria de 541 km s^{-1} . Estos valores implican una función de masa del objeto compacto de $4,5M_{\odot}$ y por tanto la confirmación dinámica de la presencia de un agujero negro, ya que excede la masa máxima permitida para una estrella de neutrones ($3M_{\odot}$), convirtiéndose en el primer agujero negro confirmado con datos de GTC.
- Swift J1357.2—0933 es otro candidato a agujero negro descubierto en 2010 durante una erupción. Espectros tomados durante la caída de la erupción con los telescopios Isaac Newton y William Herschel muestran un periodo orbital de solo 2.8 h que, combinado con una estimación de la velocidad radial de la estrella compañera, supondría una función de masas de $3,6M_{\odot}$ y por tanto un agujero negro. Por otra parte, la fotometría tomada con alta resolución temporal muestra ocultaciones de brillo de hasta 0,8 mag en escalas de tiempo de ~ 2 min lo que representa una caída de flujo de hasta un 50%. El mero hecho de detectar estos oscurecimientos implica que el sistema tiene una inclinación muy alta. Además se repiten con un periodo de recurrencia que aumenta entre 2,3 y 7,5 min en 69 d, mucho más cortos que el periodo orbital (2,8 h), y por tanto no pueden ser causados por la estrella compañera. Estos eclipses solo pueden ser producidos por una onda que se mueve hacia afuera en la parte interna del disco de acreción y que oculta el objeto compacto. Esta estructura vertical, (que no había sido observada anteriormente en ningún sistema ni predicha por los modelos de disco) convierte la geometría de Swift J1357.2—0933 en una versión a escala reducida de los agujeros negros supermasivos que se encuentran ocultos por un toro de material en los núcleos activos de galaxias tipo Seyfert 2.

Estos dos sistemas nos han permitido llegar a la muestra total de 18 agujeros negros confirmados dinámicamente. Con esta muestra total y el resto de candidatos a agujero negro, hemos elaborado el censo más completo y exhaustivo de todas las propiedades (observacionales, posicionales, fotométricas y dinámicas) de los 55 BHTs conocidos. Dada su localización en torno al plano galáctico (un $\sim 70\%$ se localizan en $|b| < 5^\circ$) y las características del espectro visible en quietud con líneas de emisión (siendo la más intensa $H\alpha$) superpuestas en el espectro de la estrella compañera, hemos desarrollado un método para descubrir agujeros negros en quietud mediante diagramas color-color. Para ello, hemos hecho uso de los cartografiados IPHAS y UVEX, que cubren el plano galáctico visible desde el hemisferio norte (en $|b| < 5^\circ$) con las bandas U, g, r, i, $H\alpha$ y $\text{HeI } 5875$. Combinando estos filtros, hemos desarrollado diagramas color-color colocando la muestra de BHTs y otras familias de objetos que contaminan nuestra muestra porque también presentan emisión en $H\alpha$ y se localizan en el plano galáctico (variables cataclísmicas, estrellas Be, simbióticas y T-Tauris). En base a la posición de todos ellos en los diagramas, hemos definido unos criterios de color apropiados que permitan una búsqueda intensiva en los catálogos generados por IPHAS y UVEX con una mínima contribución de estos contaminantes. Aplicando estos criterios a los diagramas ($r-H\alpha$) vs. ($r-i$) (Fig. 1), ($\text{HeI}-r$) vs. ($r-H\alpha$) y ($\text{HeI}-r$) vs. ($r-i$), hemos reducido el número de candidatos que verifican todas nuestras cajas de color, de los 137 millones iniciales a ~ 190.000 objetos. Añadiendo además el diagrama (J-H) vs. (H-Ks) con magnitudes infrarrojas del catálogo 2MASS, hemos reducido la muestra total a 11.752 objetos que satisfacen simultáneamente todos los criterios de color y que son posibles candidatos a agujero negro. Hemos iniciado campañas espectroscópicas con instrumentos de fibras para confirmar la naturaleza de estos objetos. Sin embargo, hemos analizado $< 1\%$ de la muestra total de objetos de los catálogos. Cuando estén completamente terminados y calibrados, esta técnica permitirá detectar hasta 25 nuevos agujeros negros (con las restricciones de visibilidad y magnitud impuestas con los catálogos). Esto significa multiplicar por un factor 2,4 la muestra actual de BHTs y sobre todo detectar agujeros negros en quietud, que hasta ahora ha sido imposible.

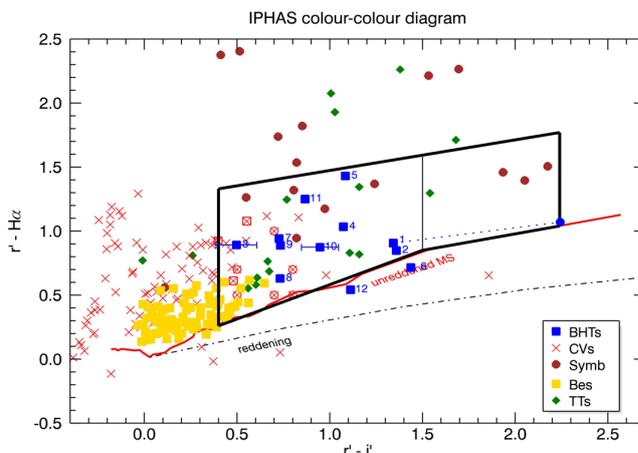


Diagrama ($r-H\alpha$) vs. ($r-i$) creado con los filtros de IPHAS. Se representan los BHTs (en cuadrados azules), variables cataclísmicas (estrellas rojas), simbióticas (círculos marrones), estrellas Be (cuadrados amarillos) y estrellas Tauri (rombos verdes). En base a la posición de los BHTs, la curva de estrellas de secuencia principal (línea roja) y la dirección de enrojecimiento (línea de puntos y rayas), hemos definido una caja de color en la que buscamos BHTs en el catálogo IPHAS. La línea punteada nos indica la posición que tendría el agujero negro más brillante conocido, enrojecido hasta la magnitud límite del catálogo IPHAS ($r \sim 20$).

Examinando los Fundamentos del Modelo Cosmológico Estándar

Autor: Miguel Zumalacárregui Pérez
(miguel.zumalacarregui@csic.es)

Tesis doctoral dirigida por: Juan García-Bellido,
Pilar Ruiz-Lapuente y Tomi S. Koivisto

Centro: Instituto de Física Teórica, Universidad Autónoma de Madrid

Fecha de lectura: 16 de noviembre de 2012

Numerosas observaciones cosmológicas apuntan a que el Universo está experimentando una época de expansión acelerada. La interpretación de estos datos se han realizado dentro de un paradigma estándar, en el que la gravedad está descrita por la teoría de la Relatividad General, el Universo es espacialmente homogéneo e isótropo a grandes escalas y la aceleración es causada por una Constante Cosmológica. En esta Tesis se estudian alternativas a la constante cosmológica que desafían alguna de estas hipótesis, para validar los fundamentos del Modelo Cosmológico Estándar y acotar posibles desviaciones de las suposiciones fundamentales. Los resultados incluyen el estudio de modelos sin Constante Cosmológica basados en desviaciones de la homogeneidad, parametrizaciones de las ecuaciones cosmológicas y extensiones de la teoría de la Relatividad General.

La posibilidad más sencilla en términos de nueva física consiste en Modelos inhomogéneos no Copernicanos. Esta posibilidad se estudia mediante modelos LTB adiabáticos con un perfil de tipo GBH, los cuales no son compatibles simultáneamente con observaciones geométricas de supernovas y la escala de oscilaciones acústicas (BAO). Al igual que en el modelo estándar, la escala de BAO evoluciona localmente con el factor de escala, pero en estos modelos se produce una diferencia entre su valor en la dirección radial y angular, así como una dependencia con el radio. Este último efecto hace que la misma inhomogeneidad que permite emular la aceleración, estire de manera diferente la escala de BAO en diferentes puntos, haciéndola más grande cerca de nuestra galaxia que a distancias mayores. Los nuevos datos a alto desplazamiento al rojo permiten explorar ambos regímenes y hacen incompatibles ambos observables.

El hecho de que la aceleración del Universo suceda en escalas en las que no existe una validación independiente de la teoría de la Relatividad General sugiere una revisión en profundidad de sus fundamentos. Una posibilidad de extender la teoría de Einstein es mediante la aplicación de una transformación disforme en algún sector de la acción, dada por los gradientes de

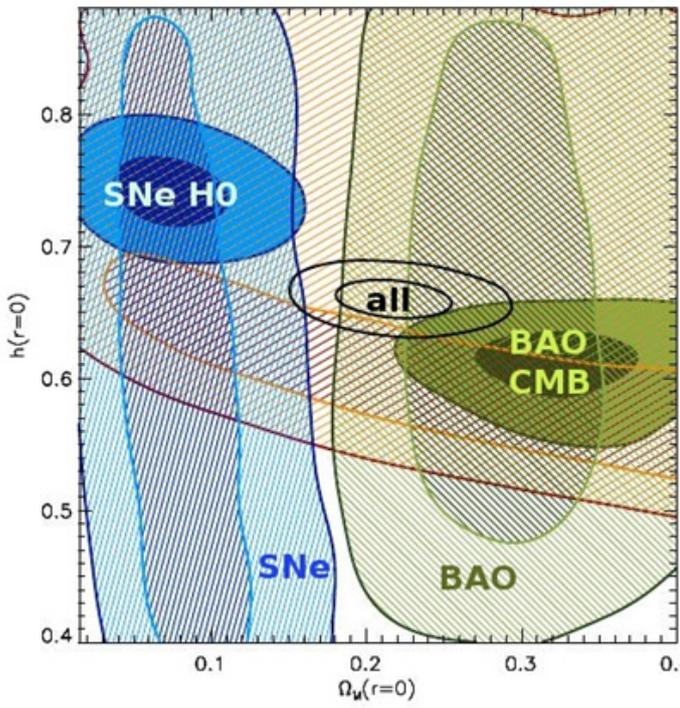
un campo escalar. Estas transformaciones permiten construir modelos de energía oscura en los que el campo escalar actúa como una Constante Cosmológica efectiva, tanto en el caso de la auto-interacción del propio campo como en el caso de un acoplo con la materia oscura. El campo de quintaesencia disforme produce únicamente efectos indirectos en la formación de estructura. Sin embargo, el modelo de materia disformemente acoplada experimenta una fuerza adicional mediada por el campo escalar. Aunque es capaz de reproducir la expansión cosmológica en el límite homogéneo, esta fuerza produce efectos importantes en la formación de estructura a gran escala, tornándola incompatible con las observaciones.

Las transformaciones disformes también permiten relacionar entre sí teorías aparentemente desconexas. Así, se puede mostrar que una teoría con una acción gravitacional estándar pero materia disformemente acoplada es equivalente a un tipo de DBI Galileon. Este tipo de Lagrangianos con auto-interacciones no lineales en derivadas son capaces de producir el "efecto de Vainshtein", que alisa los gradientes del campo escalar cerca de objetos masivos, ocultando la interacción adicional. Las teorías disformemente acopladas también son capaces de evitar los efectos de la fuerza adicional en entornos no-relativistas con una densidad de energía elevada, tales como el Sistema Solar. Este "mecanismo de camuflaje disforme" hace muy difícil detectar los efectos inducidos por el acoplo disforme mediante medidas de fenómenos gravitatorios, mientras que éste tenga consecuencias considerables a nivel cosmológico. La equivalencia entre teorías disformemente acopladas y teorías con interacciones no lineales en derivadas sugiere que el mecanismo de camuflaje disforme y el efecto de Vainshtein son en realidad manifestaciones del mismo fenómeno. Esta equivalencia abre una nueva ventana para el análisis de este tipo de teorías.

La comparación de modelos que desafían las suposiciones habituales con las observaciones permite validar los fundamentos del Modelo Cosmológico Estándar y explorar los límites de su validez. Este programa también permite la identificación de las hipótesis que se asumen implícitamente en las distintas etapas del análisis, y permite encontrar ejemplos en los que éstas no se cumplen, facilitando el diseño de estrategias que favorezcan una comparación entre teorías y datos más independiente y menos sesgada. Por último, el estudio de teorías alternativas a menudo aporta ejemplos que permiten entender mejor el paradigma convencional, enriqueciendo el conocimiento que se tiene sobre él y las técnicas disponibles para su análisis. Estas consideraciones serán importantes en las próximas décadas, cuando el incremento en la cantidad y calidad de las observaciones cosmológicas valide de manera aún más sólida los fundamentos del Modelo Cosmológico Estándar o nos sorprenda con nuevos datos que indiquen la necesidad de revisarlo.

Tesis disponible en:

http://members.ift.uamcsic.es/mzuma/files/PhD_Thesis_Miguel_Zuma.pdf



Regiones compatibles con las observaciones para modelos LTB con condiciones iniciales adiabáticas. El valor preferido del contraste de densidad (adcsis) es menor para las supernovas (azul) que para la escala acustica (verde) debido al reescalado inhomogéneo de ésta.

Atardecer en Cerro Paranal, con el VLT a la derecha,
visto desde Cerro Armazones. ESO/G. Lombardi.



**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