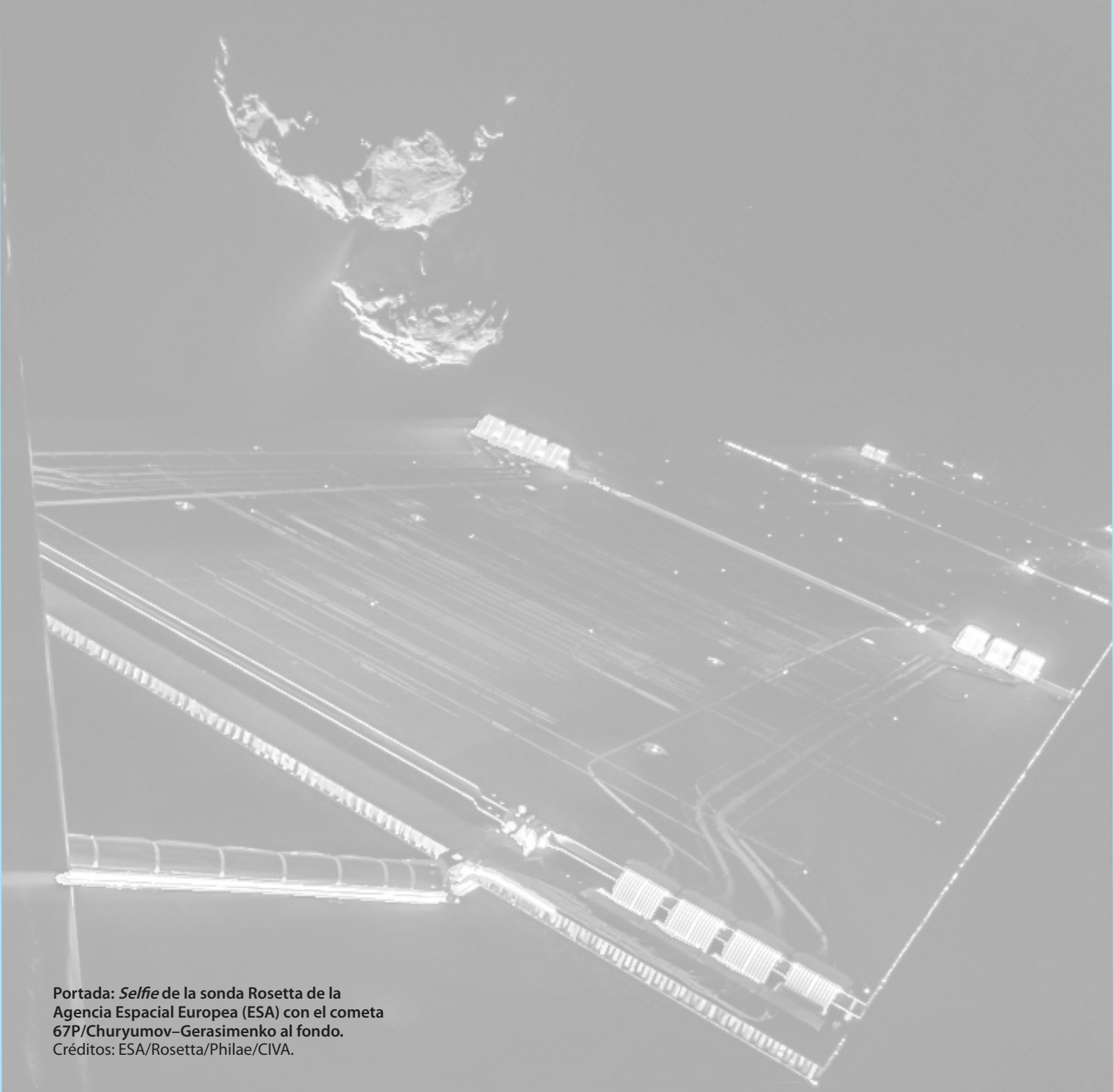
SEA

Sociedad Española de Astronomía

31 Invierno 2014



Portada: *Selfie* de la sonda Rosetta de la Agencia Espacial Europea (ESA) con el cometa 67P/Churyumov–Gerasimenko al fondo.
Créditos: ESA/Rosetta/Philae/CIVA.

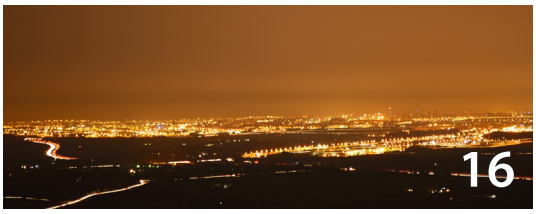
Comité editorial:
Vicent J. Martínez García
Belén López Martí
Benjamín Montesinos Comino
Jaime Zamorano Calvo
Íñigo Arregui Uribe-Echevarría
Fernando J. Ballesteros Roselló
Amelia Ortiz Gil

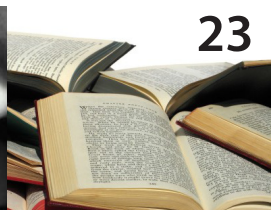
Diseño:
Fernando J. Ballesteros Roselló
Vicent Peris Baixauli

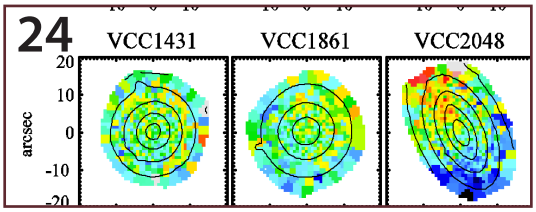
Maquetación:
Fernando J. Ballesteros Roselló

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

CONTENIDOS







5 Editorial

6 Xavier Barcons, científico y presidente formidable

10 Athena: el próximo gran observatorio espacial de la ESA

14 ESO Astronomy Camp 2013

16 La contaminación lumínica en Valencia

18 El Aula Espazio Gela

22 Ecos de (la) Sociedad

23 Libros

24 Tesis doctorales

Número 31, Invierno 2014

Vista aérea de ALMA en operación. Crédito: European Southern Observatory.

EDITORIAL

Con este boletín del invierno 2014-2015 ya se han publicado ocho con este formato electrónico. Semestralmente, al inicio del invierno o del verano, os hemos hecho llegar el enlace para visualizar o descargarse el boletín de la Sociedad Española de Astronomía. La coordinación de los contenidos ha sido una de mis responsabilidades como miembro de la Junta Directiva de la SEA. Tal y como se anunció en la última Asamblea General en Teruel, la Junta se ha renovado parcialmente y yo ya he dejado de formar parte. Ha sido una experiencia muy gratificante y quiero aprovechar esta oportunidad para agradecer a mis colegas en la Junta el tiempo compartido y el trabajo llevado a cabo: Javier Gorgas, Cesca Figueras, Jesús Maíz (IAA-CSIC), Mª Ángeles Gómez Flechoso, Xavier Luri y Mª Jesús Martínez. Algunas personas continúan, otras ya no. Con este número termina mi papel como coordinador del boletín y será la nueva Junta quien designe a mi sustituto en el futuro. El comité editorial, formado por Belén López, Benjamín Montesinos, Jaime Zamorano, Íñigo Arregui, Fernando Ballesteros y Amelia Ortiz, ha hecho fácil y muy agradable esta tarea de coordinación. Muchas gracias.

En este número publicamos, de la mano de Rafael Bachiller y Javier Gorgas, un reconocimiento del trabajo llevado a cabo por nuestro colega Xavier Barcons que acaba de finalizar, con éxitos notables, su mandato como presidente del consejo de ESO. En un artículo posterior, el propio Xavier nos explica el interés científico del observatorio espacial Athena, una de las grandes misiones del programa científico "Cosmic Vision 2015-2035" de la ESA. Se presenta la Comisión de Enseñanza de la SEA, presidida por Emilio Alfaro, y varios de sus miembros nos explican el éxito de una actividad co-financiada por la SEA: el campamento astronómico de la ESO en el valle de Aosta. Publicamos también una reseña de Enric Marco y otros colegas de la Universitat de València sobre los estudios de contaminación lumínica en Valencia (actividad financiada por la SEA), donde se refleja el carácter multidisciplinar necesario para abordar esta problemática. Agustín Sanchez Lavega nos explica las actividades que llevan a cabo en el Aula EspaZio Gela, una instalación ubicada en la Universidad del País Vasco, que participará en la organización de la XII reunión científica de la SEA en 2016. Completa el boletín la sección ya habitual de los ecos de la sociedad, la reseña del libro de divulgación de la profesora Lisa Randall "Llamando a las puertas del cielo" y la sección que contiene los resúmenes de las tesis doctorales defendidas recientemente.

Finalmente, desde el equipo editorial os deseamos un feliz 2015.

Vicent J. Martínez
Observatorio Astronómico
de la Universidad de Valencia

XAVIER BARCONS,

Nuestro colega Xavier Barcons ha llegado al final de su mandato como Presidente del Consejo de ESO en la reunión del propio Consejo que ha tenido lugar los pasados días 2 y 3 de diciembre en Garching. Con la aprobación de la construcción de la primera fase del E-ELT, Xavier culmina un periodo de servicio que ha sido calificado de excelente por todas las delegaciones del Consejo y por la Dirección General de ESO.

Rafael Bachiller
Delegado de España en el Consejo de ESO
r.bachiller@oan.es

Javier Gorgas
Presidente de la Sociedad Española de Astronomía
jgorgas@ucm.es

Nuestra comunidad nacional de astronomía no es muy proclive a realizar homenajes públicos a los miembros que destacan por su labor profesional. Además, cuando esta labor se realiza en los foros internacionales, a menudo corre el riesgo de pasar desapercibida, aunque solo sea por el mero desconocimiento debido a la desconexión que puede existir entre sectores de la comunidad con uno u otro foro. Sin embargo, todos somos conscientes de la fuerte internacionalización de nuestra disciplina y de la creciente presencia de profesionales españoles tanto en instituciones extranjeras como en organismos multinacionales. Además de las participaciones en los congresos, la presencia de estos astrónomos en foros internacionales, a menudo con tareas complejas de coordinación o de gestión científica, contribuye a transmitir una imagen de nuestra comunidad más allá de nuestras fronteras que, a nuestro entender, reviste una gran importancia. Con estas líneas, queremos hoy rendir un pequeño homenaje a un profesional que ha venido desempeñando una labor que consideramos ejemplar.

La relación de Xavier Barcons con ESO se remonta a más de 10 años atrás, cuando nos encontrábamos negociando la entrada de España en la organización. Xavier fue pieza clave en las difíciles negociaciones que incluían una contribución en especie que todos deseábamos que tuviera el más alto valor añadido posible, como así fue finalmente. España se integró en ESO en 2006, y Xavier asistió ese año como observador en el Consejo estableciendo unas magníficas relaciones con otras delegaciones que perduran hasta hoy. Tras la ratificación de la adhesión en el Congreso, pasó a ser el jefe de la delegación española una vez formalizada. Eran épocas muy complicadas en ESO, con todas las actividades de diseño detallado del E-ELT en curso, la elección de su emplazamiento en plena efervescencia y la construcción de ALMA en su máximo de actividad. Las dotes de Xavier fueron rápidamente apreciadas en el Consejo que lo eligió en el año 2009 como uno de sus representantes en el Board de ALMA (el máximo órgano de gobierno de ALMA donde, junto con ESO, se encuentran representadas las instituciones de Norteamérica y Asia del Este que colaboran en el proyecto, junto con Chile).

Xavier fue elegido por sus compañeros del Consejo Vicepresidente del mismo en el año 2011 y Presidente en 2012. Pero su labor durante estos años no se limitó a la mera presidencia, sino que participó en numerosas actividades de ESO y en algunos de sus grupos de trabajo más importantes, como el Science Strategy Working Group y el E-ELT Working Group, además

Voladura de la cumbre de Cerro Armazones,19 junio de 2014

de dos de los tres comités del Board de ALMA: el ALMA Budget Committee y el ALMA Personnel Committee. En el año 2012, Xavier fue pieza clave en la aprobación del Programa E-ELT junto con sus principios de financiación. Además de su participación en numerosas actividades científico-técnicas, colaboró en destacadas tareas protocolarias y de representación y fue anfitrión de visitantes distinguidos en los observatorios de ESO. Por ejemplo, el 24 de noviembre de 2011 acompañó a los entonces Príncipes de Asturias en su visita al Observatorio de Paranal y el 6 junio de 2012 al Rey Don Juan Carlos. También en 2012, colaboró muy activamente en todos los eventos que se organizaron con motivo del 50 aniversario de ESO. El día 11 de octubre pronunció un magnífico discurso en Munich ante la Ministra alemana de Educación, la Secretaria de Estado de I+D+I de España y otros ministros y altos cargos de todos los estados miembros de ESO. En 2013, Xavier se desplazó a Chile para participar allí en la conmemoración de los 50 años de la organización en el país andino.

«Con estas líneas, queremos hoy rendir un pequeño homenaje a un profesional que ha venido desempeñando una labor que consideramos ejemplar»

50 aniversario de ESO.

Pero durante esta época, Xavier vivía interiormente una situación un tanto dolorosa. En su calidad de presidente del Consejo iba sumando estados miembros al E-ELT hasta que solo España, su país, quedó fuera del programa. De la historia de la incorporación de España al E-ELT ya hemos escrito en otro número de este Boletín y no vamos a insitir aquí, pero sí resaltaremos que junto con la Sociedad Española de Astronomía, la Red de Infraestructuras de Astronomía, la Comisión Nacional de Astronomía y otros actores nacionales, Xavier desempeñó un papel fundamental estimulando a las instancias que debían tomar, o contribuir a tomar, la decisión. Finalmente la participación de España en el programa E-ELT se formalizó en junio de 2014. También son de destacar los esfuerzos realizados por Xavier en relación con la adhesión de Brasil a ESO, una adhesión que a pesar de todas las entrevistas mantenidas a muy alto nivel, aún está pendiente de ser ratificada por el Parlamento de ese país. Hoy la construcción del E-ELT avanza a toda marcha. El 19 de junio pasado tuvo lugar una ceremonia en la que se procedió a la voladura de la cumbre del Cerro Armazones para construir la plataforma sobre la que se instalará el telescopio.

Aprobación del E-ELT en la reunión del Consejo de ESO, diciembre de 2012

Durante toda la impresionante labor desplegada por Xavier Barcons en estos años, los que hemos tenido la suerte de trabajar directamente con él hemos quedado muy impresionados por su rapidez para captar lo esencial en problemas sumamente complejos, por su capacidad para resumir intrincadas discusiones (tanto en el Consejo de ESO como en el Board de ALMA) y por su inteligencia para proponer soluciones de compromiso que, habitualmente, eran adoptadas inmediata y unánimemente por todas las delegaciones. Todas estas dotes, su gran talante conciliador, y su excelente background científico han hecho de él un Presidente verdaderamente formidable y así lo reconocieron todas las delegaciones junto con la Dirección General de ESO en esta última reunión del Consejo de los días 2 y 3 de diciembre de 2014.

Como buen ciclista, Xavier sabe mantenerse en movimiento permanente y, como muestra el artículo que escribe sobre el proyecto Athena en este mismo Boletín, ya está enfrentado a nuevos y muy desafiantes retos. Querido Xavier, desde esta Sociedad Española de Astronomía te expresamos nuestro más sincero agradecimiento por toda tu labor reciente y te deseamos lo mejor para tus nuevos proyectos.

Con Paranal al fondo

ATHENA:

Desde hace un par de años la ESA ha decidido vertebrar su programa científico "Cosmic Vision 2015-2035" alrededor de 3 grandes misiones (L) y 7 misiones medias (M). Las misiones L representan los pilares del programa y deben estar lideradas por la ESA. Las misiones M aportan flexibilidad, y se deciden siguiendo llamadas periódicas. Con anterioridad y siguiendo un proceso competitivo que había empezado en 2005, se decidió en 2012 que la primera misión L sería JUICE (Jupiter ICy moons Explorer), con fecha de lanzamiento prevista en 2022. La segunda misión L será el observatorio espacial *Athena*.

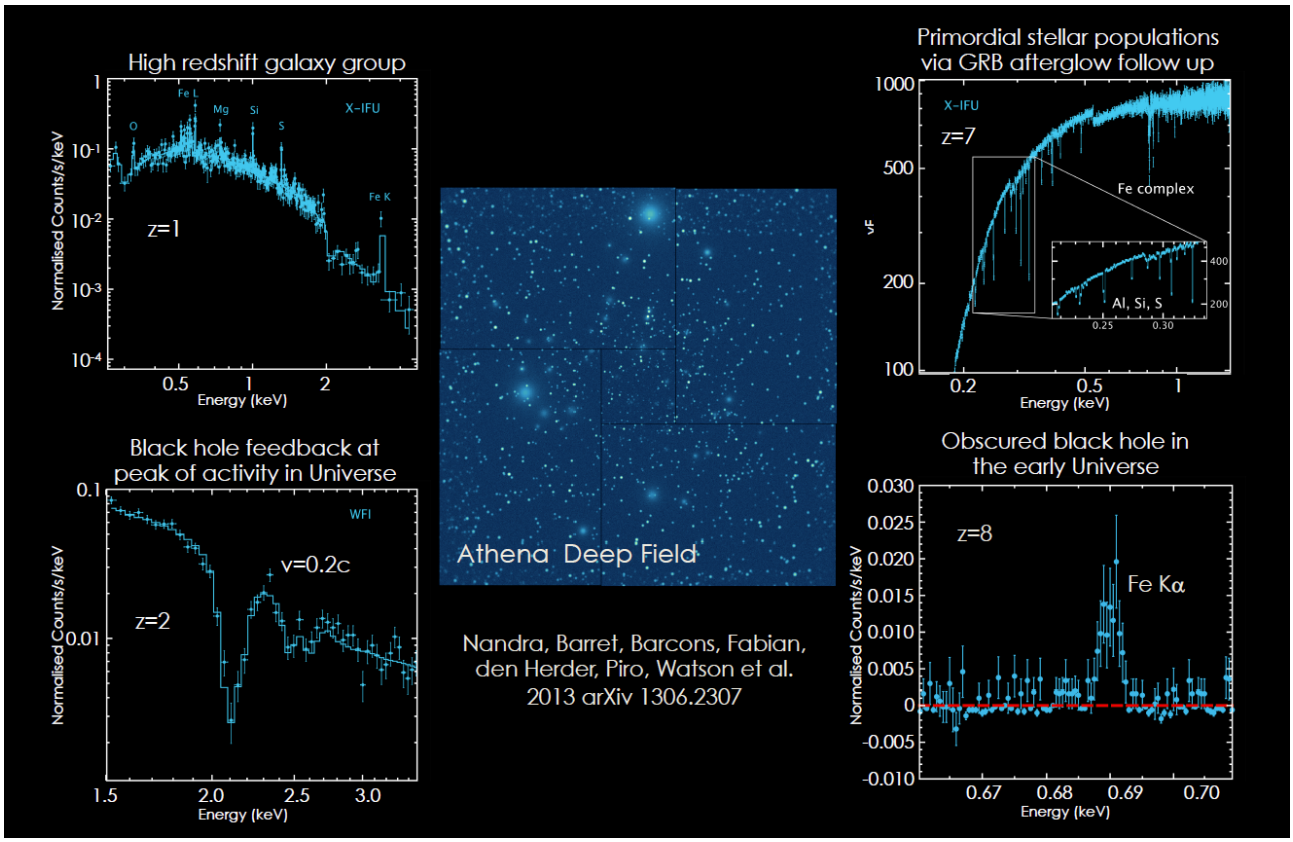
Xavier Barcons
Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC)
barcons@ifca.unican.es

En un intento de racionalizar el esfuerzo asociado a la concepción y desarrollo de las misiones L, la ESA decidió que un comité de expertos propondría primero los temas científicos de las dos misiones L restantes y después se procedería a la selección de las misiones propiamente dichas. En 2013, y siguiendo también un proceso competitivo, ese comité de experto propuso, y la ESA aceptó, que el tema para la misión L2 (lanzamiento en 2028) sería *El Universo Caliente y Energético* y para la misión L3 (lanzamiento en 2034) sería *El Universo Gravitacional*. A principios de 2014, se abrió el proceso de selección de la misión L2, que culminó el pasado mes de Junio con *Athena*: Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics.

Athena es un observatorio espacial de rayos X, con unas prestaciones verdaderamente revolucionarias con respecto a sus predecesores actualmente operativos *Chandra* (NASA) y *XMM-Newton* (ESA). Ha sido concebido para estudiar el Universo caliente y energético, pero a la vez será el socio en rayos X de la familia de grandes observatorios con los que la Astronomía europea contará entre 2025 y 2030: ALMA, E-ELT, JWST, posiblemente SKA y CTA y ahora *Athena*.

Si hubiera que condensar en uno solo los objetivos científicos de *Athena*, éste podría ser "entender como los agujeros negros dan forma al Universo". Obviamente esta cuestión, que relaciona fenómenos que ocurren en los alrededores de los agujeros negros gigantes con las grandes estructuras a gran escala del Universo, tiene una multitud de aristas, detalles y derivaciones.

Las mayores estructuras virializadas del Universo, los grupos y cúmulos de galaxias, son a su vez grandes contenedores de gas caliente, a temperaturas de 10^7 K o mayores. Este plasma no representa en absoluto una componente marginal del Universo, ya que hay tantos bariones a temperatura superior a 10^7 K en el Universo, como bariones hay encerrados en estrellas. Este gas atrapado en los mayores pozos cósmicos de potencial gravitatorio contiene información única sobre la historia de estas grandes estructuras, codificada en forma de movimientos, turbulencias, estado termodinámico y también de abundancias químicas. No hay que olvidar que el gas intracumular es en gran medida una bolsa estanca de bariones, a la cual las galaxias han ido arrojando los productos de la evolución de sus estrellas a través de vientos y otros fenómenos. Entre las preguntas que hoy en día son inabordables con los instrumentos de que



En el centro se presenta una simulación de una exposición larga (1 Ms) sobre una zona fuera del plano galáctico con Athena usando WFI (40'x40'), en la que se pueden identificar fuentes puntuales (principalmente AGN) y extensas (cúmulos y grupos de galaxias). En los paneles se muestran simulaciones de espectros obtenidos con Athena/X-IFU de distintos tipos de objetos astronómicos.

disponemos, pero que verán la luz con *Athena*, están ¿cuánta energía mecánica hay depositada en grupos y cúmulos de galaxias en forma de movimientos y turbulencias? ¿en qué época de la historia del Universo se empezó a inyectar energía, en exceso de la gravitatoria, a esas grandes estructuras? ¿cuándo se empezó a enriquecer químicamente el medio intracumular, y a través de qué tipo de supernovas?

Más aún, en el balance cósmico de los componentes del Universo actual, de ese ínfimo 4.5% de materia ordinaria (bariónica), alrededor del 40% no está localizado todavía. Las simulaciones cosmológicas apuntan a que esos bariones perdidos se encuentran entre unas galaxias y otras a temperaturas entre 10^5 y 10^7 K, siguiendo la estructura filamentosa de la materia oscura. Los intentos de detectar esos filamentos, particularmente la componente más caliente y mayoritaria con los actuales observatorios de rayos X continúan, pero de momento no han producido resultados definitivos. *Athena* detectará centenares de dichos filamentos, podrá estudiar su contribución al censo cósmico de bariones y su estado físico.

En el otro extremo de la escala, sabemos que en los alrededores de los agujeros negros gigantes que existen en el centro de las galaxias, se generan grandes cantidades de energía que se propagan a escalas de la propia galaxia e incluso mucho mayores. En los casos más espectaculares de galaxias activas, vemos como los chorros de electrones transportan y depositan energía mecánica por todas las esquinas de los cúmulos de galaxias. Los vientos generados tanto por los agujeros negros gigantes en crecimiento como por estallidos de formación estelar, inundan galaxias enteras e incluso sus alrededores. Se piensa que en esos fenómenos reside la causa física del conocido efecto según el cual las galaxias muy masivas dejan de formar estrellas. Pero a día de hoy esto no pasa de ser una descripción cualitativa de un

THE ATHENA
MISSION

fenómeno sobre el que se conoce bien poco. ¿Cuánta energía mecánica y por radiación genera un AGN? ¿Cómo se genera esta energía en los alrededores del agujero negro supermasivo? ¿En qué escalas espaciales y temporales se deposita esta energía? ¿Cómo influye este fenómeno en la evolución de las galaxias, particularmente en las fases en que el agujero negro gigante está muy oscurecido? ¿Cuándo se formaron los primeros agujeros negros gigantes, a partir de qué semillas y cómo han crecido junto a la población estelar en las galaxias? ¿Cómo eran las primeras poblaciones estelares, a juzgar por el entorno que revelan los estallidos cósmicos de rayos gamma más distantes?

Con el fin de abordar estas, y otras muchas cuestiones de la astrofísica contemporánea, *Athena* consistirá en un telescopio de rayos X con un área efectiva a 1 keV 20 veces superior a la de cada uno de los 3 telescopios de los que consta XMM-Newton, y con una resolución espacial de 5". Ello le conferirá una sensitividad extraordinaria, amén de una capacidad para recolectar fotones de rayos X para realizar espectroscopía. *Athena* estará en una órbita alrededor del punto de Lagrange 2 y se dotará de una capacidad de reacción rápida para poder observar fuentes transitorias, entre ellas GRBs. En el plano focal del telescopio habrá dos instrumentos: WFI (Wide Field Imager), una cámara de gran campo (40'x40') que permitirá realizar imágenes de gran sensitividad y obtener al mismo tiempo información espectral de cada fotón individual de rayos X en baja resolución (unos 150 eV). El otro instrumento, X-IFU (X-ray Integral Field Unit), tendrá un campo de visión de 5' de diámetro, pero la resolución espectral con la que se medirá la energía de cada fotón individual será de unos 2.5 eV. Es con este instrumento revolucionario con el que se podrán medir velocidades, líneas espectrales muy débiles y usar la espectroscopía para obtener información física de los objetos estudiados.

La misión *Athena* está a punto de entrar en fase A en la ESA, en la que la dos estudios industriales paralelos estudiarán configuraciones conceptuales para la misión. Esta fase concluirá a finales de 2017, a la que seguirá la fase B1, esperándose el System Requirements Review a finales de 2019. El Science Programme Committee de la ESA estará en condiciones de "adoptar" Athena (es decir, comenzar su implementación) en Febrero de 2020, con lanzamiento previsto para 2028. En paralelo a los estudios industriales, se están llevando a cabo desarrollos tecnológicos críticos para la misión, entre ellos para la óptica. Se han constituido ya los proto-consorcios asociados a los dos instrumentos WFI y X-IFU liderados por K. Nandra (MPE) y D. Barret (IRAP). España ha centrado su participación en la carga útil a través del instrumento X-IFU, al que se prevén importantes aportaciones en hardware, software y ciencia.

Termino esta reseña indicando que *Athena* es el único observatorio espacial seleccionado por cualquiera de las agencias espaciales, cuyo lanzamiento ocurrirá en la década 2020-2030. Esto ofrece oportunidades para la investigación en todos los campos de la astronomía que hay que cultivar y preparar desde ahora mismo.

AGRADECIMIENTOS

Esta reseña es un extracto del trabajo realizado y los logros obtenidos por centenares de personas durante los últimos años. En la actualidad el *Athena Science Study Team* de la ESA está formado por X. Barcons, D. Barret, A. Decourchelle, J.W. den Herder, A.C. Fabian, H. Matsumoto, K. Nandra, L. Piro, R. Smith y R. Willingale. Agradezco al Ministerio de Economía y Competitividad la financiación de parte de mis actividades en Athena, a través de los proyectos ESP2013-48637-C2-1-P y AYA2012-31447

NOTA

En el portal http://www.the-athena-x-ray-observatory.eu hay abundante información y referencias sobre los objetivos científicos de Athena. En el portal de la ESA http://www.cosmos.esa.int/web/athena se mantiene información actualizada sobre las actividades del proyecto.

ESO ASTRONOMY CAMP 2013

La red de difusión y divulgación científica del Observatorio Europeo Austral organiza anualmente el ESO-Astronomy-Camp. La SEA fue invitada a participar como entidad colaboradora del mismo en 2013. La experiencia fue realmente fantástica en todos los aspectos.

Natalia Ruiz Zelmanovitch
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC)
nzelman@icmm.csic.es

Emilio J. Alfaro
Instituto de Astrofisica de Andalucia (CSIC)
emilio@iaa.es

Miguel Mas-Hesse
Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)
mm@cab.inta-csic.es

En nombre de la Comisión de Enseñanza de la SEA

La Comisión de Enseñanza de la SEA nació en 2009 con el ánimo de proporcionar a nuestros afiliados y a la sociedad española en general una información lo más detallada y rigurosa posible acerca de los estudios de Astronomía en España. Javier Gorgas, nuestro actual presidente, fue la persona que se encargó de formar la comisión y producir la primera lista de universidades con grado, máster , programa de doctorado, o asignaturas de Astronomía y Astrofísica en sus estudios de Física y/o Matemáticas.

De igual forma se recopilaron y organizaron los recursos disponibles para la enseñanza de la astronomía en la educación primaria y secundaria, obtenidos a partir de diferentes fuentes, y esta información puede verse en la página web de la SEA[1].

En Enero de 2013 Javier Gorgas inicia su presidencia. Ese año se plantea por algunos miembros de la SEA la idea de organizar una Olimpiada de Astronomía y a la vez surgen otras iniciativas como la participación de la SEA en el campamento de invierno del Observatorio Europeo Austral (ESO-Camp) y la colaboración con el Centro Virtual Cervantes (CVC), dependiente del Instituto Cervantes, para la publicación de

textos astronómicos en su página web. Esto lleva a una reestructuración de la comisión con los siguientes miembros: Inma Domínguez (UGR), Carme Jordi (UB), Paco Garzón (IAC-ULL), José Ignacio González-Serrano (IFCA-UC), Nicolás Cardiel (UCM), Juan Ángel Vaquerizo (CAB), Natalia Ruiz Zelmanovitch (CAB, ahora en el ICMM), Amelia Ortiz (UV), Javier Gorgas (UCM) y Emilio J. Alfaro (IAA) como responsable de la misma.

Natalia y Miguel Mas-Hesse son los representantes españoles en la red de difusión y divulgación científica del Observatorio Europeo Austral (ESON en sus siglas inglesas). Esta red coordinada por ESO organiza anualmente el ESO-Astronomy-Camp y la SEA fue invitada a participar como entidad colaboradora del mismo en 2013. Así se hizo y la experiencia fue realmente fantástica en todos los aspectos. A pesar de ser el primer año que la SEA participaba en esta actividad, y el anuncio distribuido entre los institutos de enseñanza secundaria de todo el territorio nacional dejaba un escaso margen temporal para la presentación de solicitudes, nos impactó la cantidad y calidad de las mismas. Se presentaron 26 solicitudes, la SEA concedió 4 becas (una completa y tres parciales) y de un total de 55 participantes 8 fueron españoles. La Fundación DesQbre acordó con el estudiante andaluz su intervención en redes sociales contando diariamente sus vivencias en el campamento a través de estos medios. Los alumnos becados fueron: Patricia Vicente, Ariadna Albors, Andrés López y Miguel Ángel García. A tenor de las cartas y fotografías que nos mandaron no cabe duda de que aprovecharon el tiempo y fue para ellos una experiencia inolvidable y una gratificante participación para la SEA.

Las solicitudes para la edición de 2014 (cuando escribimos este artículo faltan menos de dos semanas para que comience el campamento) nos han desbordado otra vez por su calidad y cantidad; 52 estudiantes españoles pidieron la beca de la SEA. Este año la Sociedad sólo pudo financiar una beca completa que le correspondió a Ramón García, de Barcelona. Estamos esperando sus fotos y comentarios y le deseamos una provechosa y divertida estancia en el Valle de Aosta.

NOTAS

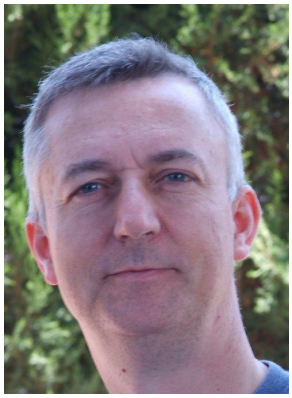
[1] http://www.sea-astronomia.es/drupal/node/43

[2] http://fundaciondescubre.es

Participantes de la edición de 2013 del campamento astronómico de ESO

LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN VALENCIA

Todos admiramos la belleza de los cielos estrellados cuando viajamos a zonas rurales. Este patrimonio cultural estaba al alcance de todos hace solo 100 años, como lo demuestra la existencia de los grandes centros astronómicos en el centro de las ciudades (Observatorio Nacional de Madrid, Observatorio Fabra de Barcelona, Observatorio Astronómico de la Universitat de València).



Enric Marco
Departamento de Astronomía y Astrofísica
Universidad de Valencia
enric.marco@uv.es

Ángel Morales Rubio
Departamento de Química Analítica
angel.morales@uv.es

Joaquín Baixeras
Departamento de Zoología
joaquin.baixeras@uv.es

Ahora todo ha cambiado con la instalación abusiva de luminarias que nos han robado las estrellas y son muchos los europeos jóvenes que nunca han visto la Vía Láctea y se sorprenden cuando la ven por primera vez.

Diferentes estudios, con indicadores diversos, sitúan València como una de las ciudades más contaminadas lumínicamente del mundo. Aunque existe cierta protesta de los grupos astronómicos y medioambientalistas, únicamente la presión de la ciudadanía podrá poner freno al despilfarro económico, al ataque a la vida silvestre o a los efectos sobre la salud humana que comporta la emisión indiscriminada hacia el cielo nocturno de las fuentes lumínicas artificiales.

Por ello no solo es necesario estudiar científicamente la luminancia del cielo nocturno en el entorno de València, como está haciendo nuestro grupo de trabajo desde hace cuatro años, sino también es conveniente que la población se conciencie de la importancia del problema y de lo que se puede hacer por evitarlo.

Hemos realizado ya unas 25 charlas por todo el territorio valenciano, en València ciudad y su área metropolitana, la Serranía, el Rincón de Ademúz, la Safor y la Vall d'Albaida. Estas conferencias permiten un contacto directo con el público que nunca antes se había planteado el despilfarro y el problema ambiental de la contaminación lumínica.

Pero es sobre todo en las poblaciones del entorno de los parques naturales donde el mensaje debe ser más contundente. Los tres parques naturales que rodean la ciudad del Túria se encuentran bajo la presión contaminante de la bóveda lumínica de València y por ello la vida silvestre nocturna sufre de manera terrible la pérdida de la noche. Así pues, de acuerdo con las autoridades de algunos de estos Parques Naturales (PN), ayuntamientos e institutos de secundaria, hemos reivindicado un cielo oscuro en nuestras charlas en los parques que lo han perdido, como la Albufera o el PN del Túria; o hemos pedido su protección firme en los que todavía lo conservan como el PN de Puebla de San Miguel, en el Rincón de Ademúz, el PN de Chera-Sot de Chera, a caballo entre la Serranía y la Plana de Utiel-Requena o el PN de la Tinença de Benifassà, en el Baix Maestrat.

Charla en el P. N. del Túria.

Este trabajo de concienciación lento se ha ido reforzando en los últimos meses con la creación del espacio web www.uv.es/salvemlanit y con la edición de material impreso adicional, un folleto informativo con versión en catalán y castellano con las ideas básicas del problema de la contaminación lumínica y la manera de evitarla.

Agradecemos a la Sociedad Española de Astronomía que haya financiado en parte estas actividades dentro del programa de actividades de divulgación de la astronomía.

Contaminación lumínica de la ciudad de Valencia

EL AULA ESPAZIO GELA

El Aula EspaZio Gela es una instalación ubicada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao (Universidad del País Vasco UPV/EHU) dedicada a la docencia y formación de profesionales cualificados en el ámbito de la Ciencia y Tecnología Espacial, al fomento de la investigación espacial, y de las relaciones entre la Universidad y la empresa en éste área. El Aula nace en el año 2008 con la implantación en la UPV/EHU del Máster en Ciencia y Tecnología Espacial cuyo primer curso se desarrolla en 2009-10. Sus instalaciones comprenden un Aula específica dotada de medios audiovisuales y de computación y de un Observatorio Astronómico ubicado en la cubierta de uno de los edificios de la E.T.S.I. En el Aula se realizan además tareas de divulgación con visitas de centros escolares al observatorio, participa en la semana de la ciencia y de la organización de seminarios y conferencias fundamentalmente dirigidas a los estudiantes de la Universidad. El Aula contiene 25 puestos de trabajo, todos ellos dotados de ordenador, ampliables hasta una capacidad máxima de 50 alumnos.

Agustín Sánchez Lavega
Director del Aula EspaZio Gela
agustin.sanchez@ehu.es

ENSEÑANZA EN CIENCIAS DEL ESPACIO

Una de las primeras actividades educativas desarrolladas en el Aula fue la impartición de la asignatura de libre elección en la UPV/EHU "Introducción a la Astronomía y Astrofísica", cuyo primer curso se desarrolló en 1996. Posteriormente y desde su inicio, se imparte en el Aula el Máster en Ciencia y Tecnología Espacial. Esta fue la primera vez que estas materias (Astronomía, Astrofísica y Espacio) entraban en la enseñanza reglada en la UPV/EHU, impulsadas en parte desde las actividades del Grupo de Ciencias Planetarias. Este Máster de carácter oficial validado por ANECA, da acceso al doctorado y tiene una duración de un año. Su programa docente comprende un conjunto de 8 asignaturas obligatorias y un conjunto de 7 optativas que el alumno selecciona y que le permiten adquirir una de las dos especializaciones, la científica o la tecnológica (ingeniería). Entre sus estudiantes figuran fundamentalmente físicos e ingenieros de variadas especialidades, pero también matemáticos y algunas otras titulaciones.

En el Máster participan empresas del sector espacial y del ámbito de la fabricación de instrumentación astronómica (Sener, Fractal, Idom, AVS, INTA, Tecnalia…), algunos de cuyos profesionales imparten clases en el mismo a la vez que se realizan prácticas o proyectos fin de máster en sus instalaciones. Merece especial atención la contribución de la Agencia Espacial Europea en la llamada "ESA week" durante la cual profesionales de la Agencia imparten una serie de seminarios y conferencias a los alumnos sobre temas variados.

Además de las actividades docentes el Aula organiza reuniones y workshops, siendo los más destacados realizados hasta la fecha el "II Encuentro de Exploración del Sistema Solar" celebrado entre el 16-17 Junio 2011 (http://www.ajax.ehu.es/exploracion_sistema_solar) y los primeros "Encuentros Astrofísica-Empresa" el 15 de Julio de 2013 (http://www.ehu.es/aula-espazio/actividades/astrofisica_empresa.html). Además el Aula será una de las entidades organizadoras en el año 2016 de la próxima XII Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía.

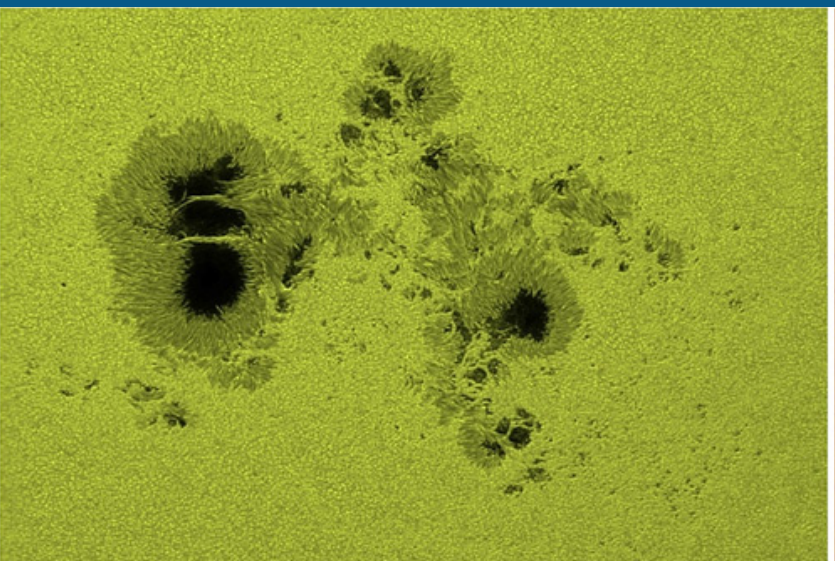
EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

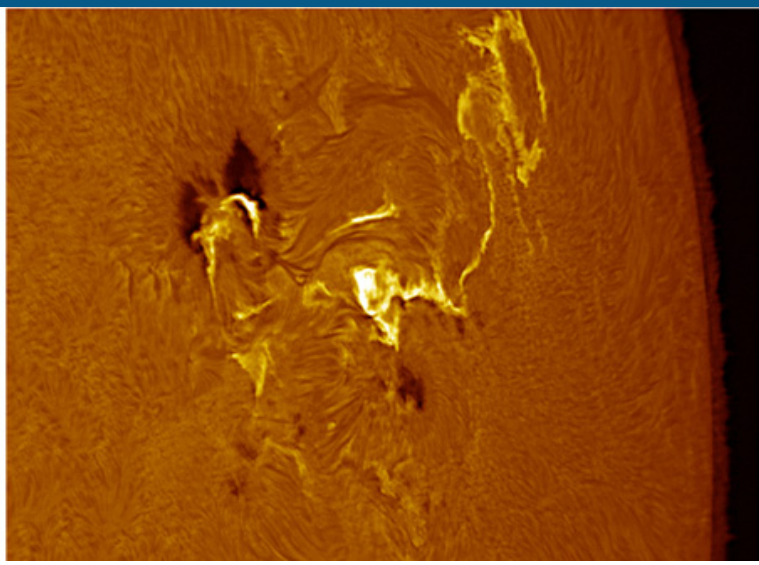
El Observatorio Astronómico asociado al Aula EspaZio se halla ubicado en la cubierta del Edificio G de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Bilbao (http://www.ehu.es/aula-espazio/presentacion.html). El proyecto del observatorio se realizó a lo largo de los años 2008-09 y su construcción se completó a finales de 2012. El Observatorio Astronómico tiene

Instalaciones del Aula EspaZio Gela y su Observatorio con el telescopio principal de 51 cm de diámetro.

«El Aula será una de las entidades organizadoras en el año 2016 de la próxima XII Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía»

como objetivo fundamental el instruir de forma práctica a los estudiantes del Máster en Ciencia y Tecnología Espacial, con los instrumentos y técnicas básicas de la astronomía observacional. Además sus telescopios sirven a los profesores para su propia formación y entrenamiento, y para la adquisición de material para la preparación de prácticas de las diferentes asignaturas. Entre otros, se desarrollan proyectos fin de grado (ingenierías y ciencias físicas) proyectos fin de máster y formación de cara a las tesis doctorales en curso. Así mismo, se desarrollan actividades de divulgación abiertas a los alumnos y profesores de la UPV/EHU y a visitantes externos previa solicitud. Desde el curso académico 2013/2014 el Aula viene desarrollando el programa BEGIRA (http://www.ehu.es/aula-espazio/begira/index.html), que consiste la observación astronómica remota utilizando el telescopio de 1.23m de diámetro situado en el Observatorio astronómico de Calar Alto del Centro





Imágenes del Sol en longitudes de onda del continuo (telescopio refractor de 12cm) y en H-alfa (telescopio refractor de 15 cm) el 25 y 27 de Octubre 2014. Más detalles de estas fotografías y de las figuras de la página opuesta en la web del Aula. http://www.ehu.es/aula-espazio/imagenes.html

Astronómico Hispano-Alemán (Almería). Finalmente el Observatorio se emplea asimismo como apoyo a la realización de proyectos de investigación y de innovación tecnológica, como las pruebas realizadas con la cámara astronómica PlanetCam UPV/EHU.

Las instalaciones del Observatorio constan de tres elementos: (1) El telescopio principal (CDK20 de PlaneWave Instruments) tiene un espejo primario de 51 cm de diámetro (f/6.8) y se encuentra bajo un domo de 3.5 m de diámetro. Puede ser controlado remotamente y está dotado de cámaras de alta velocidad de captura DMK para observación planetaria en modo "lucky imaging", y cámaras CCD de gran formato, modelos ST-7XME y STL 11000M Class 1, para observación astronómica. Utiliza un telescopio refractor apocromático Long Perng de 11 cm de abertura y cámara CCD para el seguimiento. Se dispone además de un espectrógrafo Littrow LHIRES III con redes de 150 a 2400 l/mm; (2) Telescopios solares, son tres refractores de 15 cm de diámetro dispuestos en paralelo, uno tipo Lunt a f/6 con filtro H-alfa de anchura < 0.65 Angstroms, dos tipo Long Pern (f/6.7) uno para la observación en el continuo y el otro para observación en la línea CaII K; (3) Telescopios transportables tipo Schmidt-Cassegrain marcas Meade 14" (36 cm, f/10) y Celestrón 11" (28 cm, f/10) dotados de cámaras DMK para observación planetaria, y telescopio refractor William Optics de 12 cm diámetro (f/7.5) para observación solar en el continuo. Finalmente se dispone de otros pequeños telescopios para la divulgación astronómica. En las figuras que acompañan a este artículo se muestra una selección de imágenes tomadas con los instrumentos del Observatorio.

Agustín Sánchez Lavega es el director del Aula EspaZio Gela. Otros profesores adscritos al Aula son: Santiago Pérez Hoyos, Teresa del Río Gaztelurrutia, Ricardo Hueso, Alberto Oleaga. Por su parte, Javier Gorosabel (IAA-CSIC) coordina el programa BEGIRA.

El Aula EspaZio Gela se financia a través de un convenio trianual con el Departamento de Innovación y Promoción Económica de la Diputación Foral de Bizkaia. El programa BEGIRA se financia entre otros a través de la Fundación Ikerbasque.

REFERENCIAS

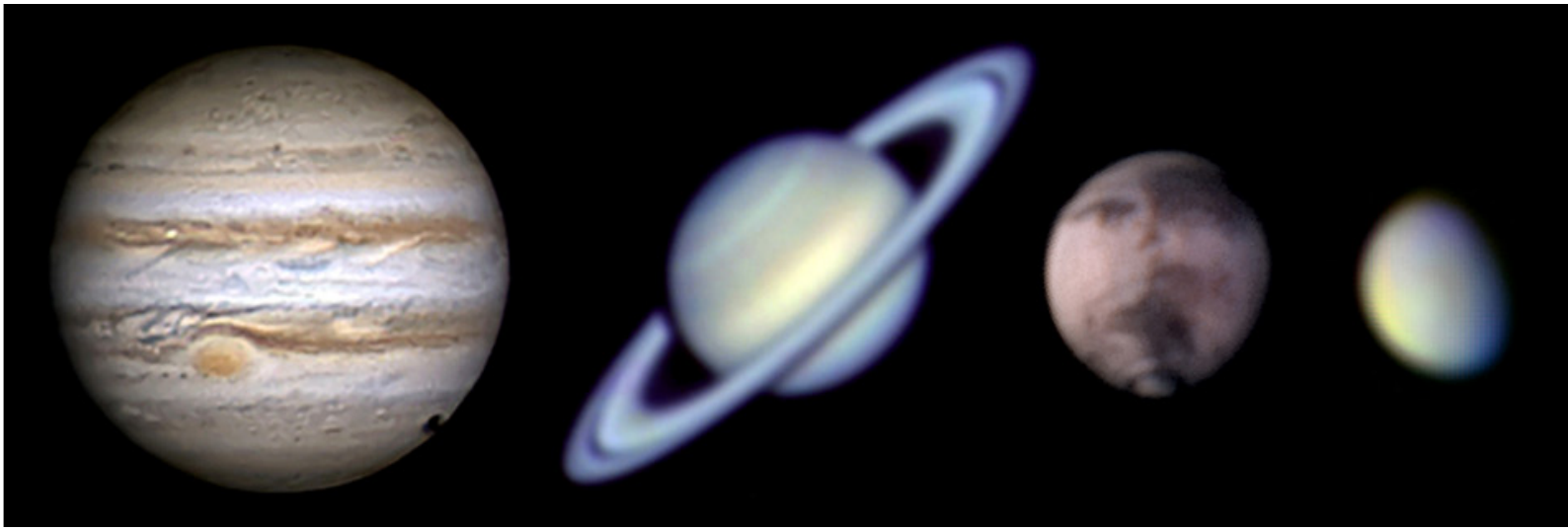
A. Sánchez-Lavega, S. Pérez-Hoyos, R. Hueso, T. del Río-Gaztelurrutia and A. Oleaga. "The Aula EspaZio Gela and the Master of Space Science & Technology in the Universidad del País Vasco (University of the Basque Country", *European Journal of Engineering Education*, **39**, 518-526 (2014).

ENLACES

Aula EspaZio y Observatorio:
http://www.ehu.es/aula-espazio

Máster en Ciencia y Tecnología Espacial:
http://www.ehu.es/aula-espazio/master.html
http://www.ehu.es/es/web/cienciaytecnologiaespacial/aurkezpena

Imágenes de los planetas Júpiter, Saturno, Marte y Venus tomadas con el telescopio Celestron 11 (28 cm de diámetro).



La nebulosa planetaria M27 y la galaxia M101 en imágenes tomadas con el telescopio CDK20 de 51 cm de diámetro.

ECOS DE (LA) SOCIEDAD

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

De premios van los Ecos de (la) Sociedad de este solsticio. Cabe destacar en casi todos ellos el protagonismo de las astrónomas (con A).

PREMIO HERACLIO ALFARO

Nuestra compañera Ana Inés Gómez de Castro ha sido merecedora del Primer Premio "Heraclio Alfaro de excelencia en la innovación", de la Diputación Foral de Álava, y que fue otorgado el02 de Julio de 2014 en Vitoria-Gasteiz. Es un reconocimiento a su trayectoria investigadora en el campo de la astronomía ultravioleta y por su labor docente y esfuerzo en acercar a los adolescentes a la investigación científica a través del proyecto Hands-On-Universe que ella coordina en España. ¡Nuestra más sincera enhorabuena!

PREMIO CIUDAD DE BARCELONA

El premio "Ciudad de Barcelona 2013 de ciencia y tecnología" se concedió el pasado mes de febrero (perdón por el retraso) al grupo Gaia de la Universidad de Barcelona al completo, «por su contribución, desde el comienzo, al concepto y diseño de la misión Gaia, el satélite que fue elevado con éxito el 19 de diciembre de 2013 y que tiene que realizar un mapa 3D de la Vía Láctea. Este trabajo ha supuesto importantes contribuciones al desarrollo del módulo de simulaciones, al procesamiento y la gestión de los datos del satélite y al tratamiento de los datos fotométricos».

BREAKTHROUGH PRIZE

Felicitamos a nuestra compañera Pilar Ruiz-Lapuente, que por su participación en el Supernova Cosmology Project ha recibido el premio "Breakthrough Prize in Fundamental Physics 2015", un reconocimiento a avances importantes en las cuestiones más fundamentales del Universo que otorga la Breakthrough Prize Foundation, y que está dotado con 3 millones de dólares. ¡Felicidades, Pilar!

PREMIO ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LA FÍSICA

Y para finalizar dar nuestra más cordial enhorabuena a Agustín Sánchez Lavega, quien acaba de recibir de la Real Sociedad Española de Física el Premio Enseñanza y Divulgación de la Física, en la modalidad de Enseñanza Universitaria.

LLAMANDO A LAS PUERTAS DEL CIELO

Lisa Randall

ISBN: 978-84-15689-91-1
Editorial Acantilado

Knocking on Heaven's Door es el título de una canción que compuso Bob Dylan en 1973 para la banda sonora de la película de Sam Peckinpah *Pat Garrett and Billy the Kid*. Con el mismo título de esa canción, de la que se han hecho múltiples versiones, la catedrática de Física Teórica de la Universidad de Harvard, Lisa Randall, publicó en 2011 su segundo libro de divulgación científica, aunque como ella confiesa en el propio texto, el significado que le da al título es muy diferente al de la letra de la canción. A finales de 2013 apareció su traducción al castellano.

El libro, muy bien editado por Acantilado, y con una excelente traducción de Javier García Sanz, muestra hacia dónde caminan la física y la cosmología contemporáneas en la era del *Large Hadron Collider*, junto con las visiones personales de la autora sobre la naturaleza de la ciencia, su relación con la filosofía, la verdad, la religión o la belleza. Está escrito con autoridad científica, claridad en las explicaciones y una prosa dotada de una fluidez no demasiado común. Su lectura es amena y llena de referencias culturales, sobre todo a las artes plásticas y al cine. Lisa Randall, que ha pasado por tres de las grandes universidades americanas en su carrera científica, Princeton, Harvard y el MIT, es una investigadora muy reconocida. Fue seleccionada por la revista Time como una de las 100 personas más influyentes del año 2007. Este hecho ha contribuido a que la Prof. Randall haya tenido la oportunidad de encontrarse con muchas personas relevantes en diferentes campos del conocimiento o que destacan internacionalmente por sus actividades artísticas o culturales. Esos encuentros contribuyen de manera notable a la forma y al contenido del libro, ya que la Prof. Randall comparte con el lector su relación con estas personas, lo que han significado para ella y lo que ha podido aprender o intuir de cada una de ellas. De este modo, nos hace viajar desde "los despachos donde se cuece la política" en una audiencia al Congreso de los Estados Unidos (en el *Rayburn House Office Building*), a Padua, durante el Año Internacional de la Astronomía (2009), en la que recibe las llaves de la ciudad y discute en la cena con el alcalde, o nos hace revivir conversaciones o mesas redondas como la que mantuvo con el guionista Scott Derrickson o la coreógrafa Elisabeth Streb, hablando de creatividad.

La primera parte del libro pone de manifiesto cómo la ciencia es un trabajo creativo y explica de una manera bella y cargada de ejemplos fáciles de comprender el método científico, así como el concepto de escala en el estudio de los fenómenos físicos y naturales. Destaca su explicación de lo que es una teoría efectiva, así como la necesidad de validar o refutar las hipótesis científicas. Otra parte del libro está dedicada con profundidad al *Large Hadron Collider* (hay que hacer notar que el libro se publicó en inglés antes del descubrimiento del bosón de Higgs), desde la descripción del acelerador y sus detectores hasta los objetivos científicos que persigue "la maquina más grande jamás construida". Aunque Lisa Randall no es amiga de la grandilocuencia, esta parte del libro transmite el sobrecogimiento que este experimento produce en todas las personas, ya sean físicos o no. Presenta de forma muy amena los récords alcanzados por este experimento: no solo el tamaño ("un anillo para gobernarlos a todos"), también la cantidad de energía, el frío extremo, el vacío alcanzado… Continúa el libro con un capítulo dedicado al bosón de Higgs, pero que comienza hablando de la verdad y la belleza en la ciencia, para presentar de una manera exitosa conceptos difíciles como la supersimetría, las dimensiones extras o las *branas*. La supersimetría, que extiende el modelo estándar, predice la existencia de partículas con las propiedades que debería tener la materia oscura. El LHC no las ha descubierto todavía, pues seguramente han escapado de sus límites de detección, pero cuando el LHC se reactive en los próximos meses, con mucha más energía podría dar con ellas o, al menos, sus colisiones podrían llevarnos a inferir la existencia de candidatos a materia oscura.

La última parte del libro, antes de las reflexiones finales, está dedicada a la relación de la cosmología con la física de altas energías y en particular a la detección de materia oscura, incluyendo explicaciones de experimentos como DAMA, HESS o VERITAS. En las reflexiones finales, plantea que este libro es en realidad una "precuela" (hoy tan al uso en el cine: La Guerra de las Galaxias, El Hobbit y El Señor de los Anillos) de su libro anterior, Universos Ocultos (Acantilado, 2011). Para hablar de los secretos que todavía esconde el universo retoma una estrofa de la canción *Come Together* de los Beatles que ya había utilizado en la introducción de ese libro: "*Got to be good looking, 'Cause he's so hard to see*", de modo que la conclusión final no puede ser otra que la necesidad de seguir golpeando las puertas del cielo para desvelar los misterios de la física de lo infinitamente pequeño a lo infinitamente grande.

Vicent J. Martínez
Observatori Astronòmic, Universitat de València

Fotometría y corrimientos al rojo fotométrico de alta precisión en cartografiados cosmológicos

Autor: Alberto Molino Benito (amb@iaa.es)
Tesis doctoral dirigida por:
Narciso Benítez Lozano
Centro: Instituto de Astrofísica
de Andalucía-CSIC
Fecha de lectura: 11 de abril de 2014

Esta tesis doctoral representa una discusión detallada sobre los procedimientos que fueron requeridos para la obtención de las medidas fotométricas y de corrimiento al rojo fotométrico de alta precisión en los cartografiados extra-galácticos ALHAMBRA-*survey* (Moles et al. 2008) y CLASH-*survey* (Postman et al. 2012). Durante el desarrollo de ambas bases de datos, se identificaron y resolvieron diversas limitaciones técnicas asociadas a este tipo de cartografiados. Herramientas que permitirán mejorar la calidad de las próximas generaciones de cartografiados fotométricos.

En particular, dentro del proyecto ALHAMBRA-*survey*, se alcanzaron los siguientes desarrollos técnicos:

- Desarrollo de una nueva herramienta capaz de generar imágenes sintéticas de detección en la banda F814W/ACS, como combinación lineal de imágenes en otras longitudes de onda. A diferencia de los métodos tradicionales, donde la conversión entre sistemas fotométricos se describe mediante ecuaciones de transformación para estrellas estándares, la metodología desarrollada en esta tesis se basó en la utilización de ecuaciones de transformación para los colores de las galaxias. Dicha metodología permitió, 1. la obtención de profundas imágenes de detección (extendiendo la completitud fotométrica del cartografiado), 2. la homogeneización de todas las observaciones del proyecto, 3. la realización de un estudio sistemático de la varianza cósmica, y 4. la comparación de los resultados de ALHAMBRA-*survey* con los obtenidos por el proyecto *COSMOS* (Scoville et al. 2007).

- Desarrollo de una nueva metodología capaz de calibrar internamente los cartografiados fotométricos de banda media/estrecha, mediante el uso de corrimientos al rojo fotométrico. En particular, se observó que las estimaciones para las galaxias con intensas líneas de emisión eran muy precisas e insensibles a pequeñas variaciones en los puntos cero fotométricos. Mediante la utilización de una muestra control de unas ~7000 galaxias fue posible demostrar que calibraciones similares a las proporcionadas por una muestra espectroscópica eran alcanzables con dicha técnica. Este descubrimiento permitió resolver el problema de requerir una amplia muestra espectroscópica para la calibración fotométrica.

- La obtención de una fotometría de precisión (corregida de PSF) y la fina calibración del cartografiado permitió obtener unos resultados excelentes en el cálculo del corrimiento al rojo de las galaxias. La utilización de una muestra de ~7200 galaxias (con medidas espectroscópicas de su desplazamiento al rojo) permitió verificar que la muestra con mayor señal/ruido (F814W<22.5AB) poseía una precisión $dz/1+z = 0.01(1+z)$. Resultado que superó las expectativas previstas por las simulaciones (Benítez et al. 2009) y demostró el potencial de dicha técnica en futuros cartografiados fotométricos.

- La estrategia observacional del proyecto (ocho direcciones del cielo independientes causalmente) y la capacidad de seleccionar una muestra homogénea y de calidad, hizo posible realizar una medida de la varianza cósmica del Universo sin precedentes, comprendido un periodo cosmológico entre $0.1<z<1.0$. El resultado (figura adjunta) mostró 1. la diversidad de las estructuras en el Universo a distintas épocas cosmológicas (z) y 2. proporcionó una medida más representativa de la distribución de galaxias en el Universo al promediar los resultados sobre las distintas líneas de visión. Asimismo, gracias al solapamiento con el cartografiado *COSMOS*, pudo 1. confirmarse el carácter local de los resultados de *COSMOS* (con claras sobre-densidades de galaxias a ciertos desplazamientos al rojo) y 2. reafirmar la importancia de una muestra más homogénea y representativa, como la proporcionada por el proyecto *ALHAMBRA*, en los estudios de evolución de galaxias.

- Desarrollo de una novedosa metodología capaz de identificar candidatos potenciales a AGNs (Núcleos Activos de Galaxias) y QSOs (Objetos Quasi- Estelares). Durante las fases de verificación de los corrimientos al rojo fotométricos, se observó que ciertas fuentes brillantes (con alta señal/ruido) trazaban una secuencia especial en espacio Odds-Magnitud. Dichas fuentes resultaron ser galaxias cuyas distribuciones espectrales de energía (SED) no podían ser reproducidas por la librería de galaxias de BPZ. Un posterior estudio detallado mostró que mayormente se trataba de fuentes emisoras de rayos-x ó galaxias con intensas (e inesperadas) líneas de emisión. La aplicación de dicha técnica al catálogo general permitió identificar ~1000 nuevos candidatos.

- Desarrollo de un método probabilístico para la clasificación de fuentes en estrellas ó galaxias. El solapamiento de *ALHAMBRA* con *COSMOS/HST*, permitió establecer una muestra control de 20.000 fuentes que permitió 1. caracterizar el locus estelar/galáctico en un espacio color óptico color NIR, 2. caracterizar la geometría aparente de las fuentes, y 3. caracterizar la distribución de fuentes puntuales en función de su magnitud. Dicha metodología permitió 1. identificar los objetos galácticos hasta magnitud F814W<23.0 AB, y 2. estimar la densidad promedio de estrellas en el Halo Galáctico: ~7000 estrellas/grado cuadrado.

En particular, dentro del proyecto CLASH-*survey*, se alcanzaron los siguientes desarrollos técnicos:

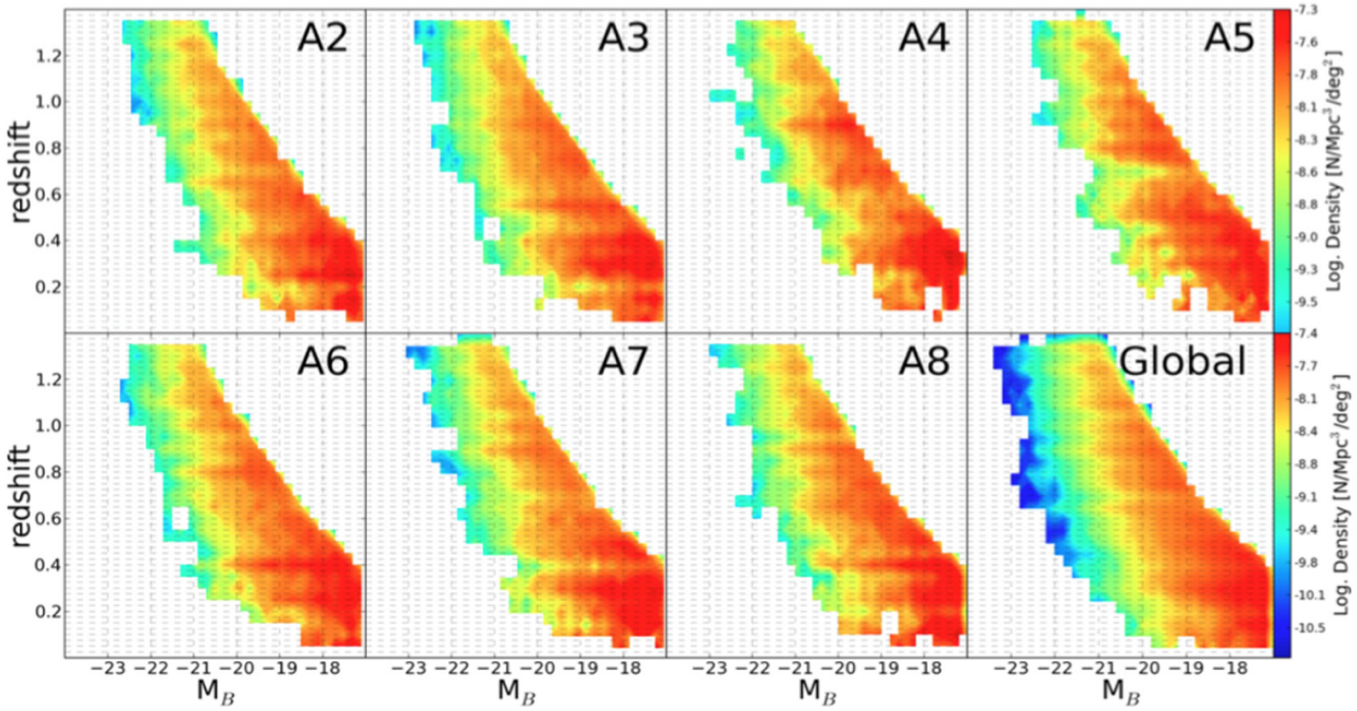
- Desarrollo de una metodología novedosa capaz de substraer la intensa luz inter-cumular (ICL) de los cúmulos de galaxias, recuperando los colores originales de las galaxias y, por lo tanto, mejorando las estimaciones de sus corrimientos al rojo fotométrico. Para ello, se utilizaron las observaciones del UDF/F775W para simular un set de imágenes que contuvieran una muestra de galaxias control. Dichas imágenes, una vez sumadas a las propias de cada cúmulo, permitirían observar las galaxias control bajo las mismas condiciones de contaminación que las galaxias reales. Mediante una evaluación de la calidad fotométrica *input-output*, se pudo 1. cuantificar el grado de distorsión que la luz ICL provocaba sobre las galaxias, 2. identificar una configuración de SExtractor que permitiera substraer dicha luz ICL, 3. caracterizar el grado de incompletitud de la detección de objetos con alto desplazamiento al rojo, 4. calibrar empíricamente las incertidumbres fotométricas y 5. calibrar empíricamente los límites superiores de detección de cada imagen (esenciales para el cálculo de los corrimientos al rojo). Esta metodología permitió resolver un problema fundamental en el proyecto (mejorando la calidad de los datos), obtener medidas de precisión para las galaxias de los 25 cúmulos del proyecto, así como aumentar la calidad de los mapas de densidad de materia oscura.

- Participación en el descubrimiento de la primera galaxia detectada a z~10, mediante el uso de lentes gravitaciones (MACSJ1149-JD1), mediante la estimación de las medidas fotométricas del corrimiento al rojo. El resultado se publicó en la revista Nature (Zheng et al. 2012, Nature, 489, 406).

- Participación en la primera medida volumétrica de la fracción de SNIa detectadas hasta un corrimiento al rojo z=1.8, con el Premio Nobel Adam Riess. Durante los 3 años de duración, realicé la estimación del corrimiento al rojo de las galaxias que alojaban las SNIa detectadas a fin de proceder a un seguimiento espectroscópico de la misma.

Enlaces de interés:

ALHAMBRA-*survey*: http://alhambrasurvey.com
CLASH-*survey*: http://www.stsci.edu/%7Epostman/CLASH/Home.html



Estudio de la Varianza Cósmica en el Cartografiado ALHAMBRA-*survey*. En la figura se muestra la distribución de las galaxias detectadas en el espacio magnitud absoluta (B-Johnson, MB) - desplazamiento al rojo (z). La notación interna de los recuadros (Ai) representa las distintas líneas de visión de *ALHAMBRA*. El recuadro inferior derecha (Global) representa la distribución de galaxias al promediar la muestra. Este resultado muestra la mejor estimación de la variación cósmica del Universo para el intervalo 0.1<z<1.0.

Formación y evolución de galaxias enanas de tipo temprano: una perspectiva bi-dimensional

Autora: Agnieszka Ryś (arys@iac.es)
Tesis doctoral dirigida por: Jesús Falcón-Barroso
Centro: Universidad de La Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias
Fecha de lectura: 23 de junio de 2014

Las galaxias enanas de tipo temprano (dEs) son la población dominante en los cúmulos de galaxias, superando en número al conjunto de galaxias restantes. Su baja masa y su pozo de potencial poco profundo nos ayudan a entender el papel que el entorno juega en su evolución, ya que los procesos internos y externos actúan de manera más profunda en galaxias enanas que en las galaxias masivas. Además, su baja masa hace que su observación sea un desafío incluso en los telescopios más avanzados. Las dEs son una clase de galaxias muy inhomogenea, lo que hace difícil relacionar los distintos tipos de galaxias enanas y encasillarlas en el contexto de la formación de galaxias en general.

En el presente trabajo de tesis presentamos el análisis de las propiedades cinemáticas, dinámicas y de las poblaciones estelares de una muestra de 12 galaxias enanas de tipo temprano, ubicadas en el cúmulo Virgo y en el campo. Las galaxias fueron observadas con el instrumento SAURON, un espectrógrafo de campo integral ubicado en el Telescopio William Herschel en el Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma. El objetivo del proyecto fue obtener mapas bi-dimensionales de las propiedades cinemáticas y de poblaciones estelares en objetos para los cuales, salvo contadas excepciones, sólo se disponía de perfiles a lo largo de una única dirección. Los datos de campo integral no solo permiten reducir las incertidumbres en las propiedades radiales, sino caracterizar el nivel de subestructura presente y extraer información detallada de la dinámica de estas galaxias.

Mostramos que no hay dos galaxias enanas iguales. Vemos, que el nivel de la rotación no está relacionado con su elipticidad (e.g. hay galaxias muy elípticas que rotan, y otras muy redondas que no); observamos desalineamientos cinemáticos en una galaxia en Virgo y en otra en el campo; descubrimos componentes desacopladas cinemáticamente en dos galaxias del campo, y vemos una gran variedad en los gradientes de líneas espectrales, desde casi planos a muy pendiente en el centro. La gran variedad de las propiedades morfológicas, cinemáticas y de poblaciones estelares que medimos en nuestros datos apuntan a un escenario de formación donde las propiedades de galaxias has sido determinadas de forma estocástica.

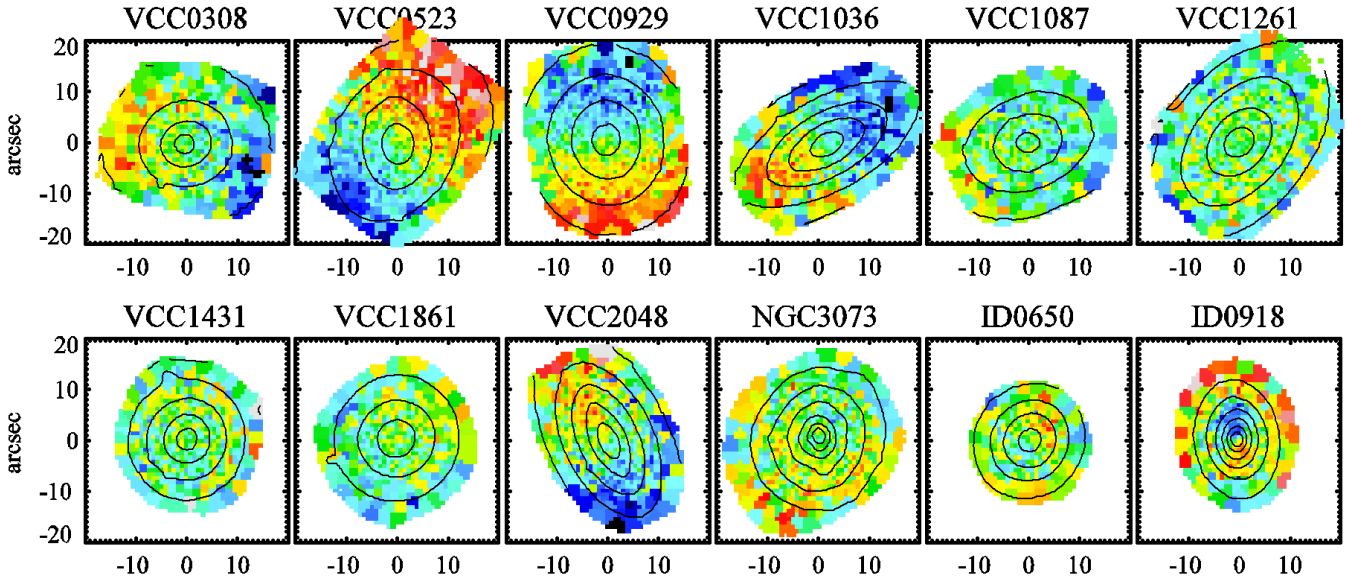
Construimos modelos axisimétricos de Jeans para obtener las masas dinámicas dentro de un radio efectivo. Usamos estos valores para mostrar que la validez de las relaciones de escala dinámicas de las galaxias de tipo temprano gigantes se cumplen también en las galaxias enanas, a excepción de la relación masa-dispersión de velocidad, la cual indica que la fracción de la materia oscura en las enanas es más elevada. Combinando los resultados dinámicos con los de las poblaciones estelares, mostramos que las dEs son ligeramente más jóvenes y más pobres en metales que las galaxias masivas, con abundancias similares a la del Sol. Las dEs también siguen la extensión de la relación entre la profundidad de las líneas espectrales con la dispersión de velocidades establecida por las galaxias masivas de tipo temprano.

En este trabajo demostramos que las enanas de tipo temprano tienen un momento angular muy por debajo del valor medido en las galaxias de tipo tardío de hoy en día que se suponen progenitores de las dEs. Las curvas de rotación circular de las dEs son más pronunciadas que las mismas en las galaxias de tipo tardío con hasta diez veces mayor luminosidad. Además, vemos que las galaxias situadas en las partes más externas del cúmulo de virgo parecen tener la proporción masa total-masa estelar más alta. Estos resultados apoyan un escenario en el que las galaxias enanas han sido transformadas por galaxy harassment, o acoso entre galaxias, a menos que sus galaxias progenitoras fueran compactas y tuvieran ya un momento angular más bajo a los altos desplazamientos al rojo.

Después estudiamos las historias de la formación estelar de nuestras galaxias y descubrimos que para la mayoría de ellas su formación estelar (SF) ha sido significativa en los últimos millones de años, o que sufrieron un estallido de formación a altos desplazamientos al rojo. La segunda posibilidad está de acuerdo con el escenario en el que *tidal harassment* transporta el gas hacia las zonas interiores de las galaxias e induce dicho estallido de formación. Además, nuestros datos muestran que existe una correlación entre el gradiente de metalicidad y la distancia de las galaxias desde el centro del cúmulo. Esto también favorece el escenario de *harassment* ya que se puede ver en el contexto de los episodios de formación estelar central causados por interacciones con otras galaxias.

Por último, una de nuestras galaxias parece compuesta exclusivamente por poblaciones viejas (>12 Gyr). Combinando este hallazgo con nuestros resultado dinámicos, concluimos que la galaxia muy probablemente perdió su gas como consecuencia de la presión de choque (*ram-pressure stripping*) en etapas tempranas de su evolución en un entorno de grupo y fue posteriormente "calentada" dinámicamente (lo que bajó su momento angular e incrementó su densidad). Alternativamente la galaxia puede haber permanecido inalterada en las partes centrales del cúmulo evitando, dada su gran densidad, su destrucción por interacciones.

Esta tesis doctoral ha aportado un número importante de nuevos conocimientos sobre las galaxias enanas, presentando a la comunidad un análisis detallado de sus propiedades por medio de datos de alta calidad, así como proporcionando cotas importantes a los distintos modelos planteados para su formación y evolución. La gran variedad encontrada en las propiedades de las galaxias enanas nos han permitido establecer las características dinámicas y de poblaciones estelares principales del mecanismo denominado *tidal harassment*, prestando especial atención a las tendencias radiales dentro del cúmulo. Nuestro trabajo ha permitido, por tanto, reducir el abanico de posibles progenitores de las galaxias enanas y describir con más precisión su relación con galaxias de otros tipos.



Mapas de la velocidad estelar de nuestra muestra de galaxias

Actividad en estrellas hospedadoras de exoplanetas

Autor: Enrique Herrero Casas
(eherrero@ieec.cat)
Tesis doctoral dirigida por: Ignasi Ribas y Carme Jordi
Centro: Universitat de Barcelona
Fecha de lectura: 6 de octubre de 2014

Actualmente, la mayor parte de los esfuerzos en la búsqueda y caracterización de exoplanetas de tipo terrestre se centran en las estrellas de baja masa. Algunas de las características importantes de la estructura y los procesos de este tipo de estrellas son todavía poco conocidos, y por lo tanto es importante realizar un estudio detallado como uno de los pasos inmediatos en el campo de la exoplanetología. En concreto, la señal producida por los fenómenos de actividad estelar, debido a la presencia de manchas y fáculas, introduce variaciones en las medidas fotométricas y espectroscópicas con una periodicidad modulada por la rotación de la estrella.

En esta tesis, la caracterización de la actividad estelar en estrellas de baja masa se ha realizado a través de varias técnicas que han permitido a la vez modelar y simular las relaciones entre los datos observacionales y las propiedades estelares. Diversas relaciones empíricas para estrellas de baja masa han permitido encontrar correlaciones entre ciertos indicadores de actividad y el periodo de rotación. Estas se han utilizado para generar muestras sintéticas de estrellas con distribuciones estocásticas de las propiedades estelares y geométricas, permitiendo obtener una estimación de la inclinación del eje de rotación a partir de la distribución en el diagrama actividad - vsin(i). La metodología se ha aplicado a una muestra de 1200 estrellas de baja masa observadas y se han seleccionado las mejores candidatas para búsquedas de exoplanetas por tránsito, asumiendo un alineamiento entre el eje de rotación de la estrella y el de la órbita del planeta.

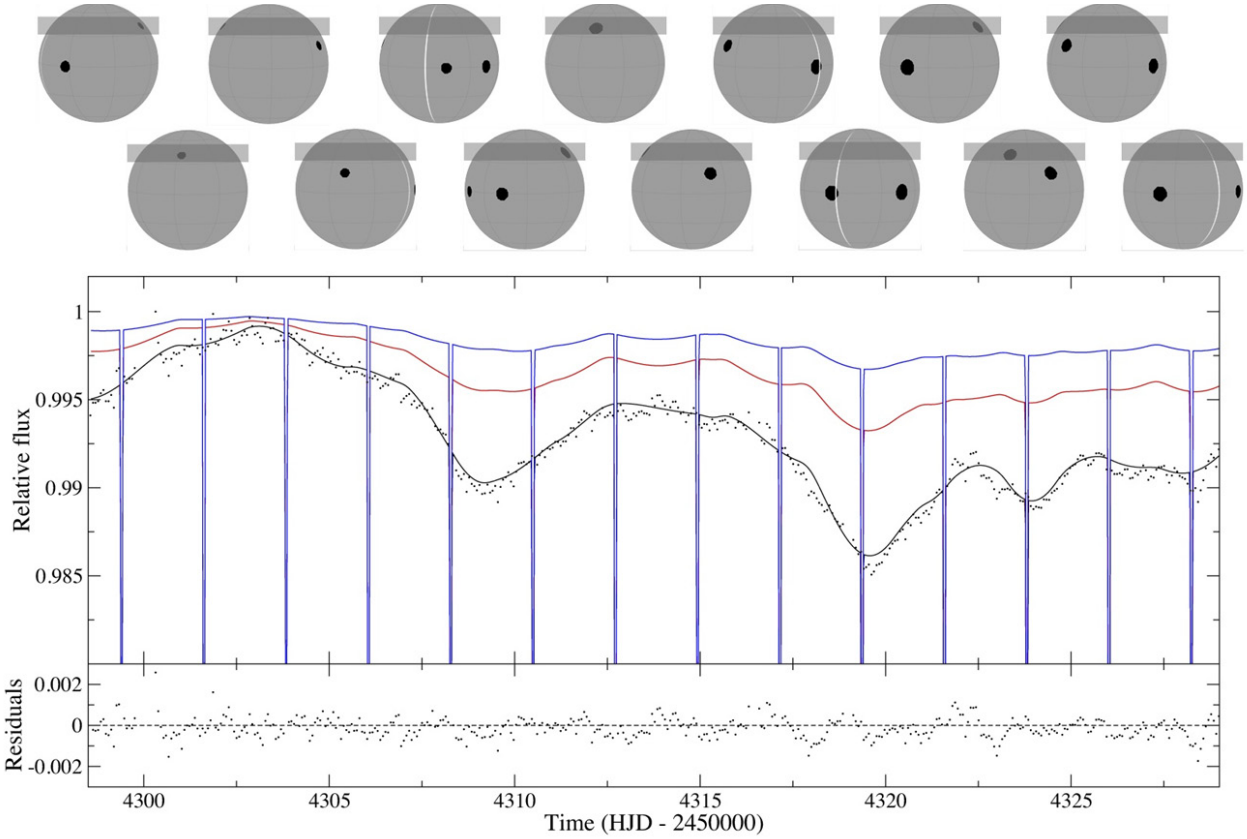
Las técnicas de modelización de manchas permiten obtener información física sobre la superficie estelar a partir de series temporales de datos fotométricos y espectroscópicos. En este trabajo se ha analizado fotometría de Kepler del objeto LHS 6343 A, una enana M eclipsada por una compañera enana marrón cada 12,718 días, y mostrando oscilaciones fotométricas con la misma periodicidad y un desfase de 100º respecto de los eclipses. La modelización precisa de los datos de Kepler ha permitido explicar estas oscilaciones a partir de la presencia de regiones activas que aparecen en una zona concreta de la estrella, sugiriendo una posible interacción magnética entre ambos componentes del sistema binario. Por otra parte, también se ha estudiado una explicación alternativa para las oscilaciones fotométricas de LHS 6343 A en términos del efecto *Doppler beaming*, mostrando que éste puede ser la causa principal de las oscilaciones observadas.

Los efectos de la actividad estelar son los responsables del ruido observado a diferentes amplitudes y escalas de frecuencias en las series temporales de datos. Dicho ruido representa una de las principales limitaciones para las ciencias planetarias. Para caracterizarlo, hemos diseñado la herramienta *StarSim* para simular la fotosfera de una estrella activa en rotación a través de la integración de una red de pequeños elementos de superficie con modelos de atmósferas de *Phoenix*. Esto permite caracterizar la señal producida por la actividad y estudiar su relación con las propiedades estelares, así como los posibles efectos producidos sobre las medidas de exoplanetas. La metodología nos ha permitido presentar varias estrategias para corregir o reducir los efectos de las manchas en la fotometría de tránsitos de exoplanetas, ya que estos pueden inducir variaciones significativas sobre las medidas del radio planetario.

Nos hemos centrado en un análisis en profundidad de HD189733, una estrella de tipo K5 con una planeta gigante, para la cual existen datos simultáneos en fotometría (MOST) y espectroscopía (SOPHIE). Se ha obtenido un mapa detallado de la superficie estelar usando la metodología citada arriba, que reproduce con precisión la curva de luz y las velocidades radiales observadas. Este mapa se ha utilizado para estudiar los efectos de la actividad en los tránsitos planetarios. Hemos mostrado que los efectos del cruce de manchas son significativos incluso en longitudes de onda del infrarrojo medio. Además, los efectos cromáticos de las manchas no ocultadas por el planeta muestran una señal con una dependencia espectral y una amplitud muy similares a la señal producida por la atmósfera de un planeta con presencia de polvo. El modelo de velocidad radial está de acuerdo con la mayoría de las observaciones al nivel de precisión del instrumento SOPHIE:

Los resultados de este trabajo concluyen que es esencial una correcta modelización de la señal de la actividad estelar en el campo de la exoplanetología, y se proporcionan algunas herramientas y estrategias para caracterizar y corregir estos efectos y obtener información astrofísica.

Tesis disponible en https://www.ice.csic.es/files/eherrero/stactivity_thesis.pdf



Fotometría de MOST de la estrella HD 189733 (puntos negros) junto con los modelos obtenidos con StarSim en la banda de MOST (línea negra), 2MASS J (línea roja) y IRAC 2 de Spitzer (línea azul). En la parte superior se representa la configuración de manchas en la superficie estelar para los 14 tránsitos analizados.

Rotación de la Tierra observada desde Las Campanas, Chile (EZ Photo).

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