

SI MUOVE

NÚMERO 27 - OTOÑO 2024





CURSOS EN EL PLANETARIO

Hablemos del universo

Dra. Estefanía Coluccio Leskow

Cursos de astronomía para chicos y chicas de 7 a 11 años

Estructuras cósmicas

Lic. Walter Germaná

Organizando el universo, acomodando las ideas

Descubrir, observar y disfrutar el cielo

Diego Luis Hernández

Curso de observación del cielo para mayores de 15 años

Astronomía general

Lic. Mariano Ribas

Curso de introducción y actualización al conocimiento del universo

Astrofísica y exploración espacial

Dra. Estefanía Coluccio Leskow

Curso para chicos y chicas entre 12 y 15 años

La luz del universo

Dra. Cintia Peri

Curso para mayores de 15 años

SI MUOVE

NÚMERO 27 - OTOÑO 2024

Revista de divulgación científica del Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei
Av. Sarmiento 2601 - C1425FGA - CABA
Teléfonos: 4772-9265 / 4771-6629

STAFF

EDITORA RESPONSABLE

ESTEFANÍA COLUCCIO LESKOW

DIRECTOR PERIODÍSTICO

DIEGO LUIS HERNÁNDEZ

DISEÑO GRÁFICO

ALFREDO MAESTRONI

SECRETARIO DE REDACCIÓN

MARIANO RIBAS

REDACTARON PARA ESTA EDICIÓN

ROCÍO BERMÚDEZ

SOL BEJARÁN

GUILLERMO ABRAMSON

RODRIGO HAACK

COLABORACIONES

Gabriela Sorondo, Delfina Rosa, Alberto Russomando, Karina Herrera, Pablo Laise, Mario Casco, Carlos Di Nallo, Andrea Anfossi, Cyntia Olivera, Enzo de Bernardini, Aldo Kleiman, Ezequiel Bellocchio, Leonardo Julio, José Chambó, Maximiliano Faliere, Maximiliano Rocca, Sabrina Mottino, Nani Pegoraro.

AGRADECIMIENTOS

NASA, ESA, JAXA, Zeiss Planetary History, Xavier Jubier, Sebastian Voltmer.

CORRECCIÓN

Walter Germaná, Natalia Jaoand.

FOTO DE TAPA

Galaxia espiral barrada NGC 1365 en Fornax. Autor: Gerardo Ferrarino.

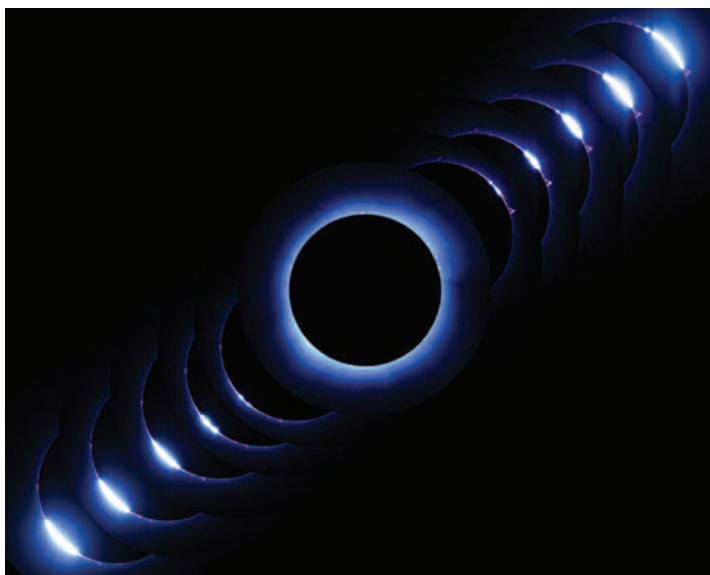
ISSN 2422-8095

Reservados todos los derechos. Está permitida la reproducción, distribución, comunicación pública y utilización, total o parcial, de los contenidos de esta revista, en cualquier forma o modalidad, con la condición de mencionar la fuente. Está prohibida toda reproducción, y/o puesta a disposición como resúmenes, reseñas o revistas de prensa con fines comerciales, directa o indirectamente lucrativos. Registro de la Propiedad Intelectual en trámite.



Ministerio de Educación

JeFe de Gobierno: Jorge Macri
Ministra de Educación: Mercedes Miguel
Subsecretario de Tecnología Educativa:
Ignacio M. Sanguinetti
GO del Planetario: Estefanía Coluccio Leskow



Eclipse total de Sol del 8/4/24 en Canatlán, México.
Alejandro Tombolini, Andrés Vattuone y Andrea Anfossi.

EDITORIAL

El Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei se erige como un faro con la misión de democratizar la ciencia, especialmente la astronomía, para todos. Nuestro objetivo principal es fomentar la curiosidad y el entusiasmo en niños, niñas, adolescentes y adultos, y contribuir a la creación de una cultura científica, del pensamiento crítico y de una actitud escéptica hacia la información en la sociedad.

Creemos firmemente que la forma más efectiva de lograr esto es a través de la colaboración con diversas entidades e individuos. Al combinar nuestros esfuerzos, buscamos transformar la educación científica en una aventura emocionante que valga la pena emprender.

El evento realizado en abril en nuestro Planetario, en colaboración con la Agencia Espacial Europea (ESA), fue una oportunidad fantástica para mostrarles a los estudiantes y a la sociedad en su conjunto, los proyectos que nuestro país comparte con la Unión Europea. Además, esta iniciativa posibilitó visibilizar que la ciencia es una empresa colaborativa, que se construye entre miles de personas de muchísimos países, y que cuando el ser humano deja de lado sus conflictos y trabaja por el bien común, es capaz de alcanzar niveles de innovación y progreso impresionantes. Este espíritu de colaboración no solo impulsa el conocimiento científico, sino que también promueve una visión más inclusiva y solidaria de la sociedad, lo que permite un futuro más prometedor para todos.

Nuestra revista Si Muove también busca la colaboración con profesionales de otras instituciones, con el objetivo de mostrar a la comunidad qué hacen nuestros científicos, nuestros divulgadores y nuestros astrofotógrafos. En esta edición, indagamos acerca de qué es la gravedad, la historia de su comprensión y sus consecuencias en nuestra vida cotidiana; nos preparamos para el eclipse anular de Sol de octubre próximo, analizamos diferentes objetos del sistema solar y fenómenos astrofísicos de las estrellas, y recibimos la colaboración de un redactor especial que nos cuenta su historia en primera persona. Ojalá que la disfruten tanto al leerla como nosotros al realizarla.

Dra. Estefanía Coluccio Leskow

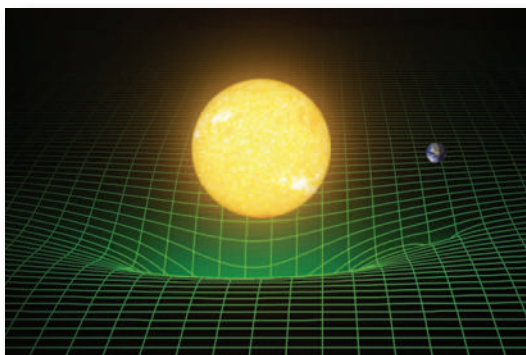
Gerente Operativa del Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



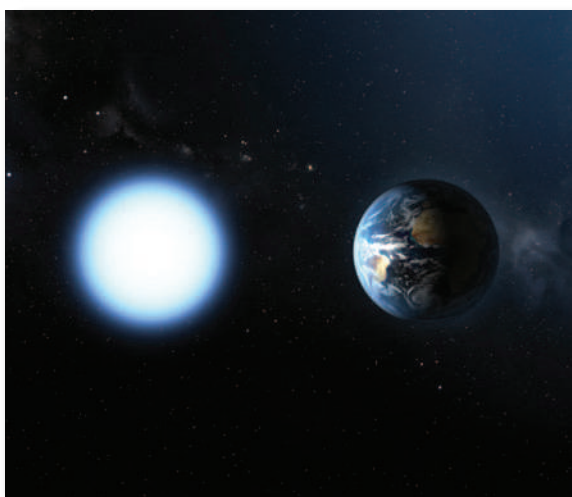
Código QR



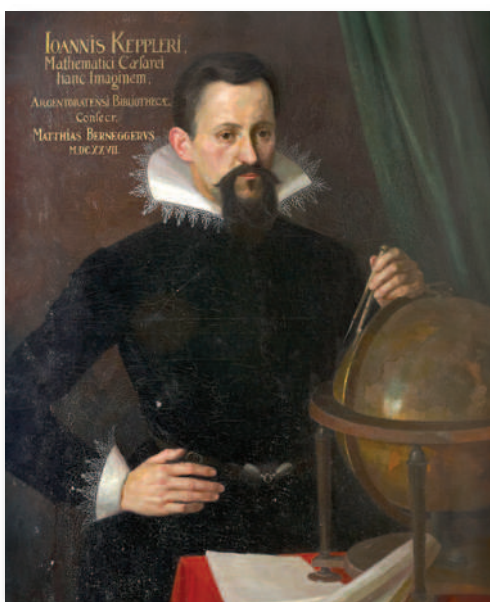
Página web / Correo electrónico
www.planetario.gob.ar
planetario@buenosaires.gob.ar



11 Física. ¿Qué es la gravedad?



15 Astrofísica. Enanas blancas.



28 Memorias: Johannes Kepler.

SUMARIO

03 Editorial.

06 Libros.

07 Anagramas.

08 Cometas.

10 Actividades: la ESA y la CONAE en el Planetario.

11 Física. ¿Qué es la gravedad?

15 Astrofísica. Enanas blancas.

21 2 de octubre: eclipse anular de Sol.

23 100 años del instrumento planetario.

26 Galería astronómica.

28 Memorias: Johannes Kepler.

36 Grandes relevamientos astronómicos.

41 Fornax: estamos en el horno.

43 Sistema solar: Mercurio.



43 Sistema solar: Mercurio.

Algunos desafíos actuales

LA ERA DE LOS GRANDES RELEVAMIENTOS ASTRONÓMICOS

Autor: Rodrigo Haack, licenciado en Astronomía en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata, estudiante de Doctorado en el Instituto de Astrofísica de La Plata. Docente, extensionista universitario y guía de visitas en el Observatorio de La Plata.

01



Desde tiempos inmemorables, la humanidad ha alzado la mirada hacia el cielo. Apostando al desarrollo científico, hemos ampliado nuestra capacidad tecnológica para observar el universo, y los telescopios han representado una de nuestras herramientas más poderosas para investigar los objetos celestes. Actualmente hay telescopios de todos los colores, olores y sabores, pero... ¿Todos observan de la misma forma? ¿Qué son los grandes relevamientos astronómicos? ¿Quiénes acceden a sus observaciones?

Los telescopios modernos con metodología de observación “clásica” son aquellos que cuentan con sus turnos meticulosamente planificados y cuidadosamente coordinados. Representan un hito en la capacidad humana para estudiar e intentar explicar el universo. Sin embargo, esta metodología también implica que gran parte de las personas dedicadas a la astronomía observacional deben competir por la asignación de tiempo de

01 El cúmulo de Fornax, la mayor concentración de galaxias en un radio menor a 20 Mpc (megapársecs) de nuestra galaxia, después del cúmulo de Virgo. Muestra subestructuras: el subcúmulo principal está centrado en NGC 1399, mientras que un subcúmulo que incluye NGC 1316 (Fornax A) está centrado 3° al suroeste. Fornax A fue identificada como una radio fuente. Aunque está aún en discusión, todo parece indicar que el subcúmulo de Fornax A está cayendo hacia la estructura principal. El cúmulo está centrado, aproximadamente, en $\alpha \sim 3^h 35^m$ y $\delta \sim -35,7^\circ$.

observación, lo cual, en muchos casos, puede determinar el curso de sus investigaciones. En general, el tiempo de observación total disponible es proporcional a lo que los países, proyectos e instituciones aporten. Por lo tanto, decidir no formar parte de observatorios implica no tener siquiera la posibilidad de competir por dicho tiempo. Un ejemplo más entre tantos otros que evidencia una realidad indiscutible: no invertir en ciencia representa no fomentar el pensamiento crítico, interrumpir la producción científica y renunciar a un país autónomo y soberano.

A diferencia de los métodos tradicionales de observación, los relevamientos astronómicos se centran en explorar grandes áreas del cielo de manera sistemática y eficiente. En lugar de apuntar hacia un objeto específico durante horas, estos proyectos emplean telescopios modernos y sofisticados que escanean vastas regiones del cielo de manera automatizada y programada. Este cambio en la metodología ha revolucionado nuestra comprensión del universo y ha permitido realizar descubrimientos sorprendentes a una escala sin precedentes.

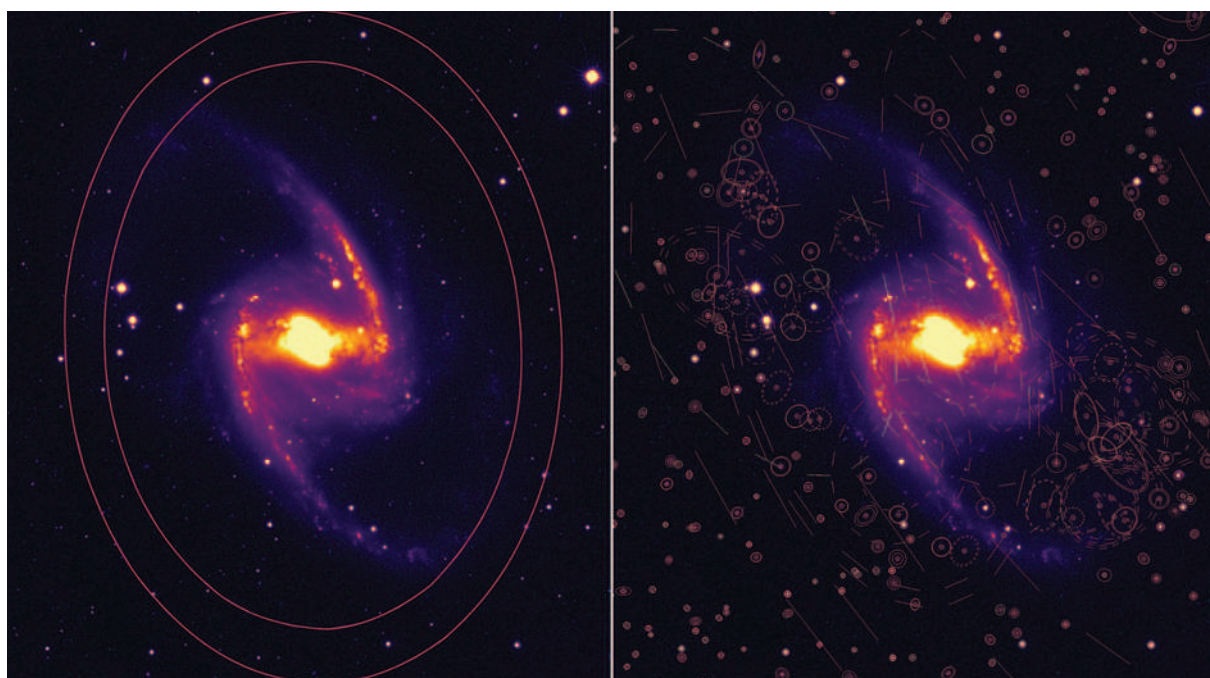
El volumen de datos generado por estos relevamientos es monumental, con miles de terabytes de información recopilada en un corto período de tiempo. Esta velocidad de adquisición de datos, combinada con su acceso público, ha democratizado la astronomía y ha permitido que investigadores e investigadoras de todo el mundo utilicen estos datos para sus propios estudios. Además de ofrecer datos en bruto, los grandes relevamientos astronómicos generan y proveen catálogos detallados, imágenes calibradas y espectros de alta y baja resolución de una amplia variedad de objetos celestes. Estos recursos son fundamentales para la astronomía moderna, ya que permiten no solo desarrollar sino proyectar investigaciones desde la búsqueda de exoplanetas, estudios estelares, el

seguimiento de eventos transitorios (asteroides, novas, supernovas, entre otros), la formación y evolución de galaxias y hasta la estructura a gran escala del universo.

Si bien todo parece favorable para los relevamientos astronómicos, esto no es tan así: mapear el cielo de manera sistemática y automatizada implica la necesidad de tomar estrategias de observación muy generales. Al observar distintas regiones del cielo en una noche y distintos tipos de objetos (por ejemplo: estrellas y galaxias) simultáneamente, los telescopios operan bajo configuraciones fijas. En ciertos escenarios estas configuraciones generales están lejos de ser óptimas para la detección de algún tipo de objeto en particular. Vale mencionar que esta problemática no sucede en la metodología “clásica” de observación, pues la asignación de tiempo está vinculada directamente con la rigurosidad de la planificación y optimización de detalles específicos en la observación propuesta.

Algunos pocos relevamientos cuentan con estrategias de observación intercambiables según el tipo de objeto que se desea observar. Otros solo buscan observar tipos específicos de objetos (por ejemplo: la misión TESS, *The Transiting Exoplanet Survey Satellite*, busca exclusivamente exoplanetas en tránsito por delante de su estrella). Pero la gran mayoría utiliza estrategias generales y cuenta con objetivos tanto galácticos como extragalácticos.

02 *Ejemplo de subdivisión o desdoblamiento sobre la galaxia espiral NGC 1365, en Fornax. Cada dupla de elipses concéntricas corresponde a una detección. En la imagen izquierda se evidencia una buena detección como un único objeto, mientras que, en la imagen derecha, una deficiente detección separa excesivamente la galaxia en varios objetos.*



02

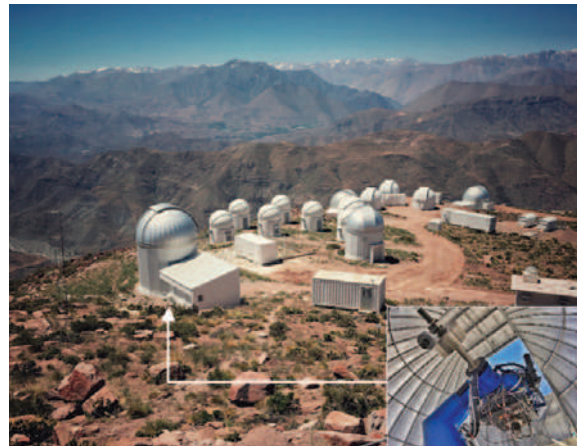
Rodrigo F. Haack

Algunas soluciones: la pelota siempre al 10

Motivados por ello, junto con el grupo *Astrophysics with Large Astronomical Surveys* (ALAS), del Instituto de Astrofísica de La Plata (IALP), en los últimos años hemos intentado resolver la problemática, considerando inicialmente como objeto de estudio el cúmulo de Fornax (figura 01), el segundo cúmulo de galaxias más numeroso e importante dentro de una distancia menor a 20 Mpc (megapársecs) después del cúmulo de Virgo (20 Mpc equivale a 6.5×10^7 años luz o 6.2×10^{20} km). Utilizando imágenes del *Southern Photometric Local Universe Survey* (S-PLUS) notamos que algunas galaxias enanas y brillantes que son miembros espectroscópicamente confirmados del cúmulo, no estaban incluidas en los catálogos proporcionados por el relevamiento. Y no solo eso, sino que algunas galaxias espirales o irregulares están subdivididas en más de un objeto, es decir, distintas partes de una galaxia aparecen como objetos separados e independientes dentro de los catálogos (figura 02). Ambos casos, la no detección o la subdivisión/desdoblamiento, son claros ejemplos de datos defectuosos que potencialmente producirán errores en estudios que tomen esos datos como insumo de análisis.

Que una galaxia esté espectroscópicamente confirmada significa que se cuenta con su espectro (radiación en función de la longitud de onda), del cual pueden obtenerse velocidades radiales midiendo el desplazamiento de líneas espectrales. A escala extragaláctica, este desplazamiento siempre será hacia el rojo del espectro electromagnético. Esto quiere decir que las galaxias se alejan de quien observa. A estas se las conocen como velocidades de recesión y es la primera evidencia observacional de que el universo se está expandiendo. Una vez que contamos con las velocidades de recesión (V_r), podemos estimar distancias (D) gracias a la ley de Hubble-Lemaître, $V_r = H_0 \times D$, donde H_0 es una constante. Se considerarán galaxias miembros del cúmulo aquellas que estén en la misma dirección y a una distancia cercana a la estimada para el cúmulo. Muchas veces, delimitar esta cercanía no es tarea sencilla.

Con la intención de detectar y obtener la fotometría (medición de la intensidad lumínica que llega desde una fuente) adecuadamente de estas galaxias problemáticas, hemos encontrado tres conjuntos diferentes de parámetros de *SExtractor*, un software utilizado por la gran mayoría de los relevamientos fotométricos para medir la posición, el tamaño, flujo y magnitudes de las fuentes astronómicas directamente sobre las imágenes. Básicamente, el primer conjunto



Mendes de Oliveira et al., 2019.

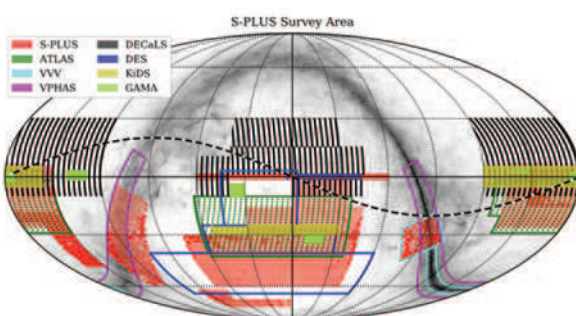
de parámetros encontrado nos permite detectar las galaxias enanas o débiles en las cercanías de las galaxias más masivas y brillantes. El segundo conjunto de parámetros permite caracterizar correctamente las galaxias de tamaño intermedio y brillantes. Mientras que el tercero detecta y mide las galaxias más masivas y extendidas de todas.

Para realizar las ejecuciones de *SExtractor* desarrollamos un *pipeline*, es decir, un código programado con una serie de etapas que los datos recorren desde su adquisición inicial hasta su análisis y visualización, el cual nos permite automatizar todo el proceso, desde la descarga de las imágenes, la ejecución de *SExtractor*, hasta la estandarización de un catálogo final. Esto resulta indispensable por el gran volumen de datos considerados. Nombramos al *pipeline* M.E.S.S.I., por sus siglas en inglés: *Measurement and Extraction with SExtractor on Surveys Images*. Quizá sea demasiado para un código tan simple cargar con semejante nombre, pero seguro que es más sencillo construir el acrónimo con Messi que con Maradona.

A partir de estas ejecuciones, obtuvimos catálogos con fotometría homogénea en la dirección del cúmulo de Fornax. Posteriormente, también de los cúmulos de Antlia

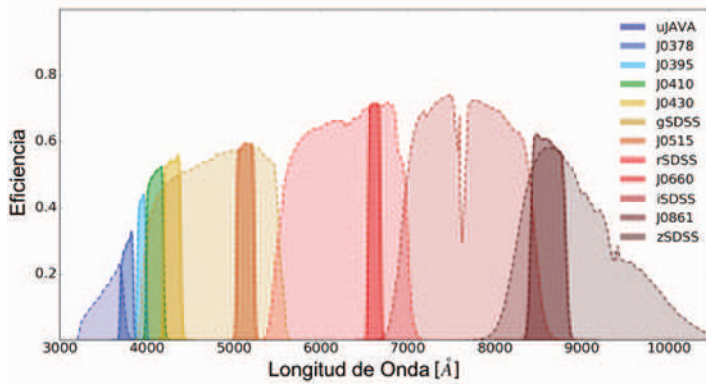
03

Mendes de Oliveira et al., 2019.



03 Diagrama en coordenadas ecuatoriales que muestra la cobertura de algunos de los principales relevamientos ópticos y en el infrarrojo cercano del hemisferio sur celeste. Para los relevamientos ópticos, ATLAS se muestra en verde sombreado, VPHAS+ es el contorno rectangular rosa sobre el bulbo y el disco de la galaxia. DECaLS está en negro sombreado y DES se muestra en contornos azules. KiDS en amarillo relleno y GAMA en áreas verdes rellenas. El único relevamiento en el infrarrojo cercano que se muestra en esta figura es VISTA-VVV, en contornos azul claro, principalmente sobre el bulbo galáctico, solapándose con S-PLUS. El área cubierta por S-PLUS se muestra en rojo. La línea negra representa la eclíptica. La imagen de fondo es el mapa de extinción de Schlegel et al. (1998).

04 El T80S se encuentra en Cerro Tololo, Chile, junto a los telescopios PROMPT. En esta foto, tomada en octubre de 2017, T80S es la cúpula más grande de la izquierda.



e Hydra, y en la zona de Stripe-82. Esta última es una región ecuatorial del cielo que sirve como zona de intersección y calibración para ambos hemisferios, y ha sido observada por muchísimos relevamientos, entre ellos el histórico *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS). Últimamente hemos extendido nuestro análisis a otros relevamientos fotométricos, como *Dark Energy Camera Legacy Survey* (DECaLS), *Javalambre-Photometric Local Universe Survey* (J-PLUS) y *Mini Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey* (MiniJ-PAS), es decir, probar M.E.S.S.I. en imágenes con características diferentes a las de S-PLUS. Hemos evidenciado que la problemática original no es únicamente de S-PLUS, sino que también está presente en los catálogos de DECaLS y J-PLUS. Además, nuestros conjuntos de parámetros propuestos para resolver el problema funcionan óptimamente sobre las imágenes de DECaLS, J-PLUS y MiniJ-PAS. En ese sentido, advertimos de la problemática en cada relevamiento y a sus usuarios y usuarias. Además, compartimos públicamente los catálogos, conjuntos de parámetros y el *pipeline* para que sean utilizados y replicados por la comunidad astronómica en general. Podríamos decir que hemos proporcionado tanto la receta como el postre para quien desee probarlo o cocinarlo por su cuenta.

Gracias al impacto del trabajo, estos catálogos están siendo utilizados para seleccionar objetos a observar por parte del relevamiento espectroscópico CHANCES (*Chilean Cluster Galaxy Evolution Survey*) de la colaboración 4MOST (*4-metre Multi-Object Spectroscopic Telescope*). Actualmente me encuentro realizando una comparación de cúmulos de galaxias cercanos (Fornax, Hydra, Antlia y otros grupos menores) bajo dos focos principales. Por un lado, analizando parámetros morfológicos, entre ellos: tamaños, proporción entre el bulbo y el disco, e índices de Sérsic (parámetro de forma que mide la curvatura del perfil de luz de la galaxia, fuertemente correlacionado con la masa y el tamaño) para cada galaxia. Por otro lado, utilizando ajustes de distribución espectral de energía (SED-Fitting), buscamos estimar y comparar: *redshifts* fotométricos (medida indirecta de distancias), masas estelares, edades, metal-

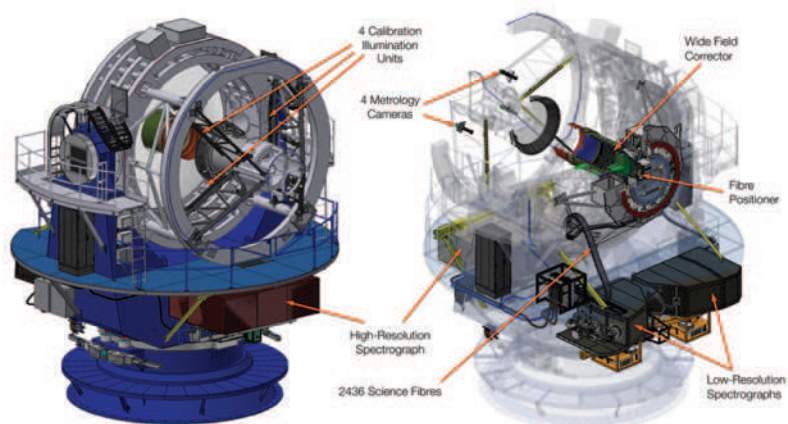
idades, temperaturas y tasas de formación estelar para cada galaxia. Todo ello, utilizando los catálogos ya mencionados con la ambiciosa intención de comprender la formación, evolución y estructura de cada cúmulo, la influencia del entorno y la conexión filamentaria o interacción entre cúmulos. A continuación, mencionamos algunos detalles adicionales sobre S-PLUS y CHANCES, proyectos de los cuales orgullosamente soy parte.

Ciencia desde Latinoamérica, la presencia de relevamientos astronómicos en el sur

El *Southern Photometric Local Universe Survey* (S-PLUS) es una colaboración internacional liderada principalmente por investigadoras e investigadores latinoamericanos, y se encuentra obteniendo imágenes de aproximadamente 9300 grados cuadrados de la esfera celeste (figura 03) utilizando un telescopio robótico de 0,8 m de diámetro, el T80-Sur, en el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, Chile (figura 04). S-PLUS utiliza el sistema de magnitudes de 12 bandas de Javalambre (figura 05). Si bien es un relevamiento con un telescopio de tamaño modesto, su campo amplio de visión (2 grados cuadrados) y su sistema de 12 filtros lo hacen único, sin precedente en el hemisferio sur. Al día de hoy ya se ha mapeado un 80 % de lo planificado originalmente, y muy pronto se hará pública su quinta liberación de datos, incluyendo catálogos e imágenes. Además, se encuentra disponible un nuevo proyecto

05 El sistema Javalambre de 12 filtros que incluye los 5 filtros *ugriz* de banda ancha y 7 filtros de banda estrecha centrados en líneas espectrales: el salto de Balmer/[OII], Ca H + K, H δ , banda G, triplete de Mg b, H α , y el triplete de Ca. El eje vertical muestra la eficiencia total de los filtros S-PLUS, obtenida mediante la multiplicación de las curvas de transmisión media de los filtros, la transmisión atmosférica, la eficiencia de la cámara CCD y las curvas de reflectividad del espejo primario. Los distintos filtros están coloreados según las etiquetas que aparecen en la leyenda de la derecha.

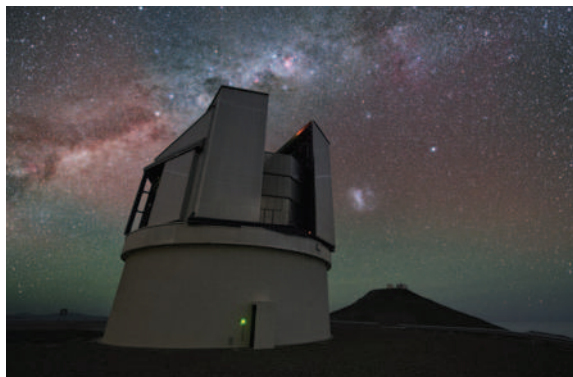
06 Proyecto 4MOST, 4-metre Multi-Object Spectroscopic Telescope.



de ciencia ciudadana: si querés jugar identificando y clasificando asteroides, estrellas, galaxias y objetos exóticos, podés acceder a: zooniverse.org/projects/cfllopes/splus-science-hunters. Por su parte, *Chilean Cluster Galaxy Evolution Survey* (CHANCES) está diseñado para estudiar la evolución de las galaxias en alrededor de 150 de los cúmulos de galaxias más masivos del universo local. Se complementará con la misión de rayos X *eROSITA* y con *4MOST Galaxy Clusters Survey* mediante la obtención de *redshifts* “z” (desplazamientos al rojo) espectroscópicos que confirmen la pertenencia de más de 1000 galaxias por cúmulo. CHANCES proporcionará una cobertura espectroscópica completa de las galaxias de los cúmulos, tanto dentro como más allá del radio virial del cúmulo (este radio está vinculado con la extensión y región de influencia del cúmulo). Esto nos permitirá trazar un mapa detallado de la estructura jerárquica de los cúmulos y medir la importancia del preprocesamiento, es decir, el proceso en el que las galaxias se transforman dentro de grupos y en filamentos de rayos X antes de su llegada a los propios cúmulos. En el caso de los cúmulos locales ($z < 0,07$), CHANCES impulsará los estudios sobre la evolución de las galaxias en cúmulos hasta el régimen de las galaxias enanas (10^8 a 10^9 masas solares), donde se espera que el entorno desempeñe un papel dominante en su evolución. CHANCES también analizará el efecto de los cúmulos en los halos gaseosos de las galaxias miembros obteniendo espectros de cuásares (galaxias recién nacidas o bien aquellas fuentes de energía que se presenta en el agujero negro del centro de dichas galaxias) detrás de cúmulos de $z > 0,35$, para buscar sistemas con absorción de MgII (doblete de magnesio) vinculados a las galaxias. Como ya mencionamos, el relevamiento es parte del proyecto 4MOST, una nueva instalación espectroscópica que se está desarrollando para el telescopio *Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy* (VISTA), de 4 metros de diámetro, ubicado en Cerro Paranal, Antofagasta, Chile. Sus especificaciones claves son: un gran campo de visión de 4,2 grados cuadrados y una gran capacidad de tomar múltiples espectros en simultáneo, bajo 1624 fibras que alimentan dos espectrógrafos de baja resolución, y 812 fibras que transfieren luz al espectrógrafo de alta resolución.

07

Y. Beletsky (LCO)/ESO



ción. Por lo tanto, se podrán tomar 2436 espectros al mismo tiempo (figuras 06 y 07).

Lo que se viene

El Observatorio Vera Rubin, en Antofagasta, Chile, que planea iniciar sus operaciones científicas a fines de 2025, llevará adelante el relevamiento *Legacy Survey of Space and Time* (LSST), que durante diez años explorará todo el cielo del hemisferio sur con un telescopio de 8,4 metros, de movimiento rápido y la cámara digital actual más grande del mundo. Por primera vez revelará millones de objetos desconocidos del sistema solar. Además de brindar la visión más amplia e integral del cielo austral jamás vista, LSST también alertará sobre cambios en el cielo nocturno dentro de 60 segundos de su detección, lo que permitirá el seguimiento de eventos transitorios como novae y supernovas. También pretende medir lentes gravitacionales débiles en el espacio para la detección de materia oscura. Logrará mapear el cielo austral cada 3 días (figura 08).

Otra interesante misión ya en curso es *Euclid*, que en los próximos 6 años mapeará un tercio del cielo. Uno de sus principales objetivos es medir con más detalle que nunca las formas de miles de millones de galaxias a lo largo de gran parte de la historia del universo, con el fin de proporcionar una visión tridimensional de la distribución de la materia oscura en nuestro universo.

En muchos casos, es necesario adoptar nuevas técnicas y herramientas para procesar y estudiar los datos utilizando algoritmos de aprendizaje automático. Si bien solo hemos nombrado un puñado de tantos, no podemos negar que los grandes relevamientos astronómicos ya han revolucionado la astronomía moderna, y lo seguirán haciendo. Esta es una metodología alternativa y, a su vez, complementaria con los turnos de observación, que permite realizar y planificar investigaciones sin precedentes e, incluso, introduce nuevos desafíos a las y los profesionales para analizar volúmenes de datos, ya que se cuenta con más datos que personas para analizarlos. ■

07 Telescopio VISTA, *Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy*.

08 LSST, *Legacy Survey of Space and Time*, en construcción.