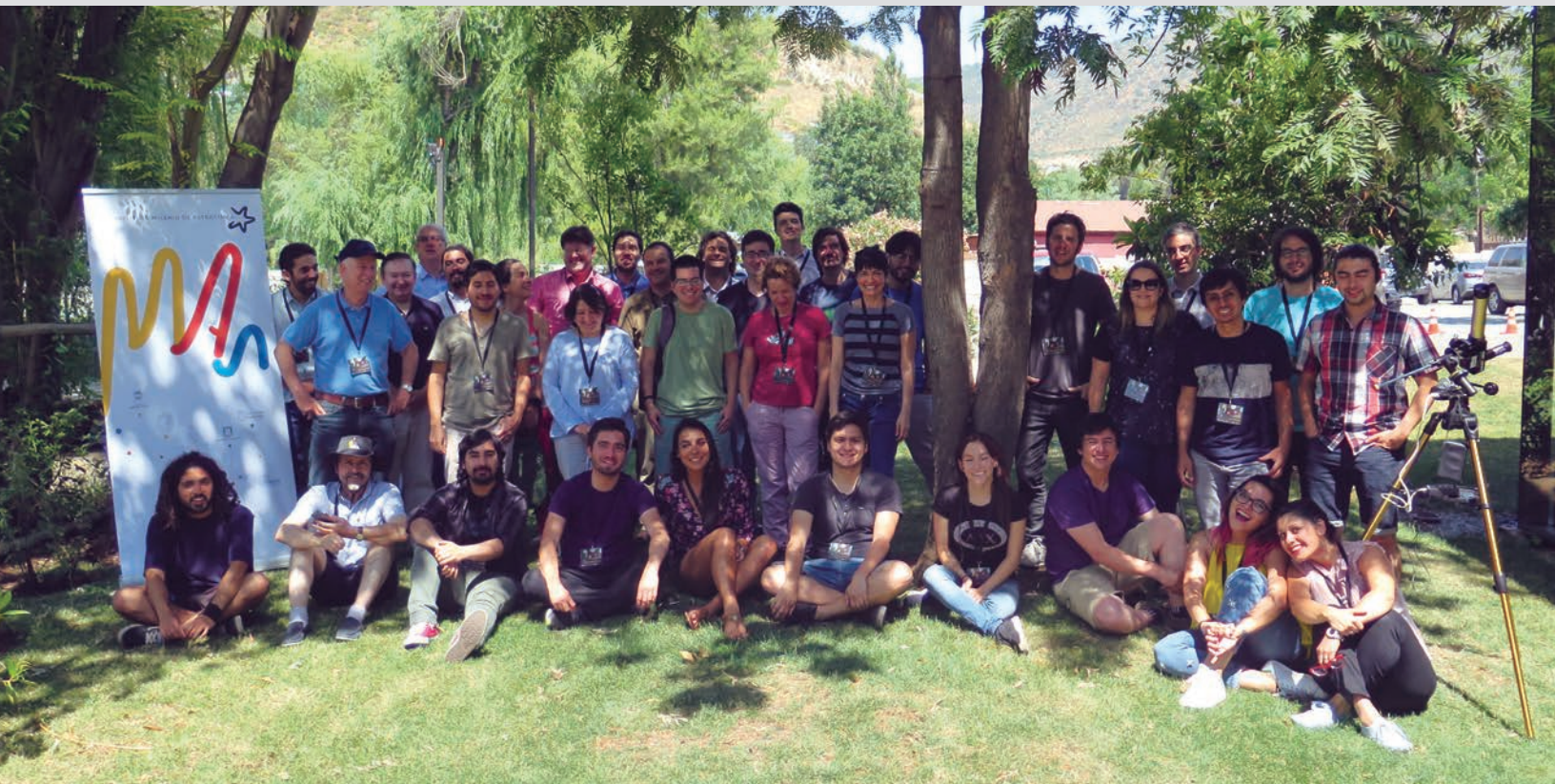




INSTITUTO
MILENIO DE
ASTROFÍSICA

Newsletter

Número 10 / Año 3 / Marzo 2018



Por cuarto año consecutivo y por dos días, investigadores, postdoc, alumnos de postgrado e incluso de pregrado pertenecientes al MAS se reunieron en el workshop anual del Instituto Milenio de Astrofísica. Esta vez, las dos jornadas sirvieron para conocer los avances de las cuatro líneas de investigación que forman la institución, además de su programa de outreach y como siempre fue una oportunidad perfecta para establecer nuevos caminos de colaboración entre los miembros de la comunidad MAS.

For fourth year in a row, MAS researchers, postdoc, graduated students and even undergraduate students gathered during two days in their annual workshop of the Millennium Institute of Astrophysics. This time, these two days allowed the researchers to learn more about the progress of MAS' four research lines, its outreach program and, as usual, to create a perfect opportunity to build new collaborations between MAS members.



Comenzamos el 2018 y nuestro Instituto está próximo a entrar a su quinto año de funcionamiento, por lo tanto, nos corresponde realizar la renovación de los cinco años siguientes, proceso coordinado por la Iniciativa Científica Milenio. Durante estos años, el MAS se ha consolidado como un centro de investigación en astrofísica de excelencia, siendo reconocido por su productividad científica, la formación de jóvenes investigadores, sus actividades de divulgación al medio externo y la correcta administración de sus recursos.

El año recién pasado, por ejemplo, el número de publicaciones fue de 164 papers, 135 de los cuales son ISI. Muchos de estos resultados fueron destacados en importantes medios nacionales e internacionales, nuestros investigadores se convirtieron en referentes para algunos medios de comunicación, que acuden a ellos para ser asesorados en fenómenos astronómicos, permitiéndole al público acceder y valorar información con contenidos científicos de calidad.

Hemos creado un programa de divulgación y extensión "ObservaMAS" del cual nos sentimos orgullosos y que cada día amplía su alcance e impacto en la comunidad. El año 2017 organizamos más de veinte actividades propias, y elaboramos dieciocho nuevos productos de divulgación, generando un alto interés del público en todas nuestras actividades presenciales y en redes sociales. Conseguimos nuevas alianzas estratégicas con actores relevantes, como por ejemplo con "El Mostrador", quienes publicaron la serie de cómics "ToMAS y el Cosmos". Un sincero reconocimiento al "Comité MASCreativo" de parte de todos! quienes trabajaron apasionadamente el 2017 en el diseño, ejecución y evaluación de "ObservaMAS". Asimismo, gracias a los estudiantes, post doctorados, jóvenes e investigadores que han participado en estas actividades.

Nos espera un año intenso, pero sabemos que la Comunidad MAS se encuentra preparada para enfrentar exitosamente un proceso de evaluación externo. Los invitamos a todos a participar activamente en sus investigaciones y colaboraciones científicas, así como en las distintas actividades de divulgación del "Programa ObservaMAS". Vamos por esos cinco años MAS!

Denise Gómez Zarzar

*Directora Ejecutiva
Instituto Milenio de Astrofísica*



We begin 2018 and our Institute is close to entering its fifth year of operation, hence, it is our responsibility to carry out the renewal process for the following five years, a process coordinated by the Millennium Science Initiative. During the last years, MAS has been recognized as a research center of excellence for its scientific productivity, young researchers training, its outreach activities for the general public and the impeccable administration of its resources.

Last year, for example, the number of publications was 164 papers, 135 of which are ISI. Many of these results appeared in important national and international media, our researchers became important figures for some media, which constantly turn to them for advice in astrophysics phenomena, allowing the public to access and appreciate real quality scientific contents.

We are extremely proud of the outreach program that we created, called "ObservaMAS." This reaches more and more people and generates more impact in the community everyday. We organized about twenty activities; we have at least 18 new outreach products and all of this with excellent reception from our audience that follows us both in social media and in our activities. We built new strategic alliances with relevant actors, such as "El Mostrador", which published the comic book series "ToMAS y el Cosmos". A sincere recognition to the "MASCreative Committee" from all of us! Everybody worked passionately on the design, execution and evaluation of "ObservaMAS" in 2017. Also, thanks to the students, postdocs, young researchers and the rest of the MAS researchers who have participated in these activities.

We have a busy year ahead of us, but we know that the MAS Community is prepared to successfully face an external evaluation process. We invite you all to participate actively in your research and scientific collaborations, as well as in the different outreach activities of our program "ObservaMAS." Here we go for five more years!

Denise Gómez Zarzar

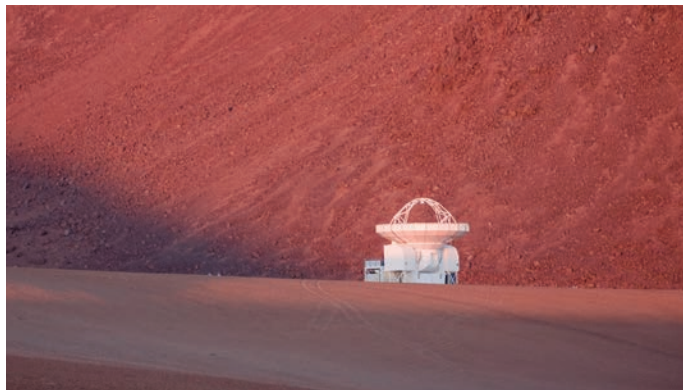
*Executive Director
Millennium Institute of Astrophysics*



Índice - Index

04 - 15 Nuevas Publicaciones / **New Papers**

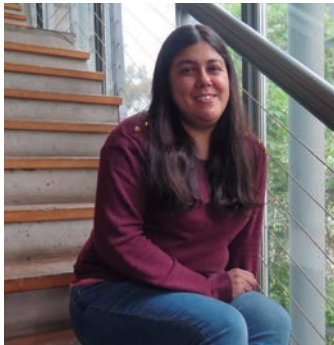
02 Editorial / **Editorial**



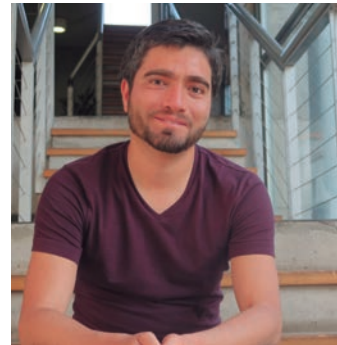
16 - 17 MAS Publicaciones / **MAS Papers**



18 - 20 Destacado
Highlights



21 - 25 Comunidad MAS
MAS Community



26 - 27 Conociéndonos MAS
MAScoop



28 - 33 Extensión
Outreach



34 MAS Información
MAS Information



35 Agenda



Astrónomos detectan por primera vez una “kilonova”

La investigación sugiere que este objeto único es el resultado de la fusión de dos estrellas de neutrones y es la primera contraparte electromagnética encontrada de la detección de ondas gravitacionales.

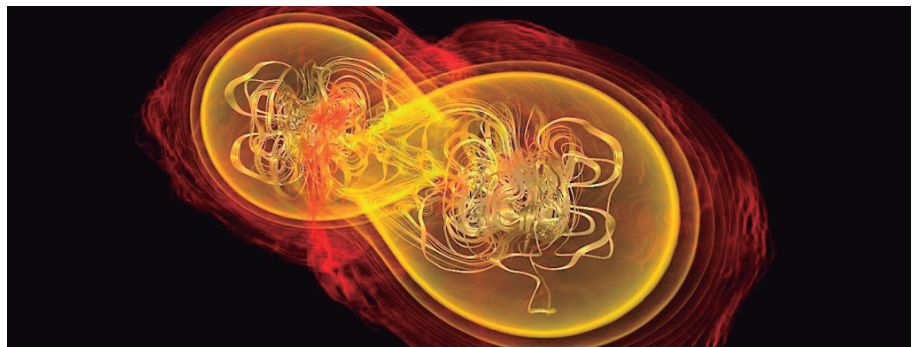
Nuevas Publicaciones

Un grupo de astrónomos, en los que participan los investigadores del Instituto Milenio de Astrofísica, **Franz Bauer**, quien además forma parte del Instituto de Astrofísica UC y el Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines CATA, además de Giuliano Pignata y Claudia Agliozzo, quienes también pertenecen a la Universidad Andrés Bello, detectaron por primera vez un objeto estelar resultado de la fusión de dos estrellas de neutrones. Se trata de la secuela cataclísmica de este tipo de fusión - que hasta la fecha sólo había sido predicha teóricamente - conocidas como kilonova. Esta investigación es destacada por la prestigiosa Revista Nature.

En agosto de 2017 The Advanced Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) en Estados Unidos y The Advanced

Virgo Interferometer en Italia observaron la onda gravitacional llamada GW170817 – proveniente de la fusión de las estrellas de neutrones- y algunos segundos después dos observatorios espaciales, el Internacional Gamma Ray Astrophysics Laboratory (INTEGRAL) de ESA y el telescopio espacial de la NASA Fermi Gamma-ray detectaron una ráfaga de rayos gamma de corta duración en la misma región del cielo, entregando

evidencia por primera vez de la relación que existe entre la fusión de estrellas de neutrones y una ráfaga de rayos gamma. Medio día después los científicos se asombraron con una contrapartida electromagnética de la fusión– llamada kilonova- lo que según los investigadores “finalmente verifica nuestro entendimiento básico de la física de estos eventos y nos dan un atisbo de la ciencia que podemos realizar combinando ondas gravitacionales y estudios de electromagnetismo”, señalan.



Crédito imagen: LISA L. Rezzolla (AEI) & M. Koppitz (AEI/ZIB)



Nuevas Publicaciones

A través del extended *Public ESO Spectroscopic Survey of Transient Objects* (ePESSTO), al que pertenecen Bauer, Pignata y Agliozzo, cuyos resultados son los que aparecen en *Nature*, se sugiere además que con el estudio espectroscópico de estos eventos se detecta la presencia de cesio y telurio dispersado a través de la fusión de las estrellas de neutrones, lo que supondría la formación de elementos más pesados que el hierro a través de reacciones nucleares entre objetos estelares de alta densidad algo que hasta ahora sólo se había teorizado.

“La evolución temporal de la kilonova fue muy rápida desapareciendo del umbral de detección en menos de una semana en la luz visible. La aparición de estos transientes de corta duración destaca la importancia de monitorear el cielo con una frecuencia cada vez

más alta, algo que los investigadores del MAS están llevando a cabo liderando o participando en *surveys* que procesan cantidades enormes de imágenes en tiempo real en búsqueda de todo tipo de transientes”, afirma Pignata.

Por su parte, Bauer precisa: “La emisión de la kilonova fue inicialmente relativamente azul durante el primer día, pero en su peak rápidamente cambió hacia el rojo y luego a longitudes de onda en el infrarrojo cercano. Así el estudio de la luz en el infrarrojo ha sido absolutamente crítico para el estudio de sus propiedades temporales y espectrales”, asegura.

Asimismo, la aparición de la kilonova entregó una oportunidad única para el estudio, seguimiento y entendimiento de este objeto, por ejemplo, a través de instrumentos instalados en

Chile, pertenecientes a la European Southern Observatory ESO. Uno de ellos es el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) que fue utilizado por otro grupo del trabajo en el que participa Bauer, liderado por el investigador de la Universidad Católica Sam Kim, cuyos resultados aparecerán en la revista *Astrophysical Journal*.

“Los resultados que obtuvimos con el uso de ALMA, que fueron aproximadamente observaciones entre 5 y 6 días que se desarrollaron entre 1 a 44 días después del evento, son consistentes con las expectativas teóricas, mientras que las detecciones tardías sugieren que estamos viendo la emisión de su resplandor asociado con un chorro en expansión. Esto vuelve a confirmar la relación entre los eventos de ondas gravitacionales, la fusión de estrellas de neutrones y las explosiones de rayos gamma cortos”, concluye Bauer.



Astronomers detect for the first time a “Kilonova”

This research suggests that this unique object is the result of the merger of two neutron stars and it is the first electromagnetic counterpart found in the gravitational waves detection.

New Papers

A team of astronomers, in which participate researchers from the Millennium Institute of Astrophysics MAS: **Franz Bauer**—who is also part of the UC Institute of Astrophysics and the Center for Excellence in Astrophysics and Associated Technologies CATA—, along with Giuliano Pignata and Claudia Agliozzo —who are part of the Universidad Andrés Bello—, detected, for the first time, a stellar object that is product of the merger of two neutron star. It is the cataclysmic consequence to this type of merger —which to this date had only been predicted theoretically— known as kilonova. This study is now highlighted in the prestigious Nature Magazine.

In August of 2017, The Advanced Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

(LIGO) in USA and The Advanced Virgo Interferometer in Italy observed the gravitational wave called GW170817 —which came from the merger of neutron stars— and a few seconds later, two space observatories: ESA’s The International Gamma Ray Astrophysics Laboratory (INTEGRAL) and NASA Space Telescope Fermi Gamma-ray detected a short gamma-ray burst in the same region of the sky, providing for the first time evidence about the connection

between the merger of neutron stars’ and a gamma-ray burst. 12 hours later, scientists were amazed with an electromagnetic counterpart of the merger —called Kilonova— which according to researchers “it finally verify our basic understanding of the physics behind these events and give us a glimpse of what we can do by combining gravitational waves and studies of electromagnetism,” they state.

Through the extended Public ESO Spectroscopic Survey of Transient

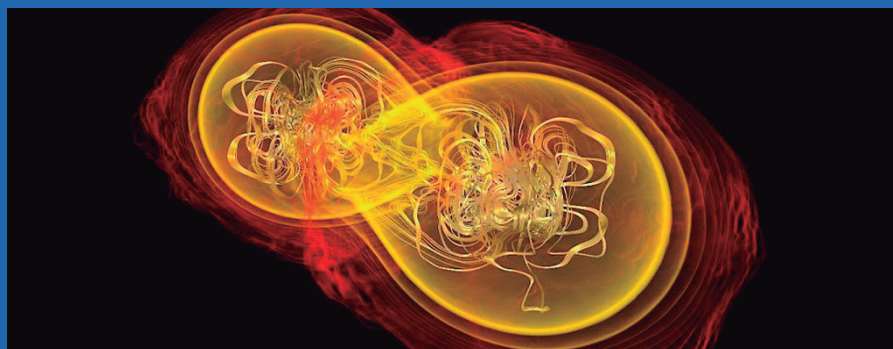


Image credit: LISA L. Rezzolla (AEI) & M. Koppitz (AEI / ZIB)



New Papers

Objects (ePESSTO) –project that include the participation of Bauer, Pignata and Agliozzo and whose results are published in Nature– suggests that with the spectroscopic study of these events, the presence of cesium and tellurium dispersed through the neutron stars merger can be detected, which would indicate the formation of elements heavier than iron through nuclear reactions between high-density stellar objects, something that until now had only been theorized.

“The kilonova’s temporal evolution was quite fast, disappearing from the detection threshold in less than a week in visible light. The presence of these transients of short life shows the importance of monitoring the sky with an increasingly higher frequency,

something that MAS researchers are carrying out by leading or participating in surveys that process huge amounts of images in real time to look for all kinds of transients,” Pignata states.

For his part, Bauer specifies: “The kilonova’s emission was initially relatively blue during the first day, but shifted to very red at its peak and then to wavelengths in the near infrared. In this way, the study of light in the infrared has been absolutely critical for the study of its temporal and spectral properties.”

Additionally, the appearance of the kilonova gave a unique opportunity to study, follow-up and understand this type of object, for example, through instruments located in Chile, part of the European Southern Observatory ESO. One of them is the Atacama

Large Millimeter /Submillimeter Array (ALMA.) This was used in the study of another team, in which Bauer participates and Sam Kim – Universidad Católica– is the PI, the results of this study will be published in the Astrophysical Journal.

“The results we obtained thanks to ALMA, which represents 5 to 6 days of observations that were carried out 1 to 44 days after the event, are consistent with the theoretical expectations, while the late detections suggest that we are observing the emission of its light associated with an expanding stream. This again confirms the relation between gravitational wave events, neutron star merger and short gamma-ray burst,” Bauer concludes.



INVESTIGADOR DEL MAS

es parte de estudio pionero que encontró formación estelar en la periferia de la Gran Nube de Magallanes

Nuevas Publicaciones

Científicos de universidades nacionales e internacionales estudiaron estrellas de una de las galaxias satélites de la Vía Láctea, buscando indicios de formación estelar en zonas de baja densidad de gas.

Un grupo de astrónomos, entre ellos el investigador del Instituto Milenio de Astrofísica René Méndez, ha descubierto estrellas jóvenes en la periferia de la Gran Nube de Magallanes (LMC, por sus siglas en inglés), lo que indica que la formación estelar en la zona es producto de mecanismos no convencionales. La investigación fue publicada en la prestigiosa revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

“Quisimos averiguar cuán lejos, más allá del disco aparente de la Gran Nube de Magallanes, se podían formar estrellas debido a la interacción con otra galaxia satélite de la Vía Láctea, la Pequeña Nube de Magallanes”, comenta René Méndez, quien también es académico del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile.

El astrónomo explica que la interacción gravitacional entre estas galaxias, junto con la interacción de ambas con la Vía Láctea, ha generado ondas de presión que se desplazan a través del espacio y que comprimen el material en algunas zonas. Esto aumentó transiente y sustancialmente la densidad en la periferia de la Nube Grande de Magallanes y produjo formación estelar en la región, no por colapso gravitacional de una zona de alta densidad de gas, que es el mecanismo convencional, si no que como producto de la interacción.

Para concluirlo, el equipo científico trabajó con 31 estrellas jóvenes extraídas desde una muestra de seis mil. Finalmente, luego de medir sus velocidades radiales, parámetros estelares, distancias y edades, determinaron que seis pertenecían a la periferia de la LMC.

“Lo interesante es que estas estrellas están muy lejos del centro, mucho más allá de dónde se han descubierto objetos de tipo temprano, pero, dadas sus velocidades y dispersiones de velocidades, tienen que haber nacido en ese lugar”, resalta el astrónomo. Agrega que si estas estrellas se hubieran creado en el disco y luego hubiesen sido expulsadas, tendrían una velocidad relativa muy alta, lo que no concuerda con las mediciones realizadas por los investigadores.





Gran Nube de Magallanes.
Crédito: Yuri Beletsky (ESO)

Nuevas Publicaciones

“Su cinemática es totalmente consistente con un movimiento regular en el disco de la Gran Nube de Magallanes. Es decir, son objetos del disco y no se están escapando desde el centro”, puntualiza Méndez.

La densidad del gas donde se encuentran estas estrellas es muy baja en comparación con las regiones donde usualmente se crean estrellas, dado que la interacción gravitacional es la causante de la formación estelar en la zona. “Esto es extraordinario porque nos da pistas sobre cómo ha sido la interacción entre la nube grande y la nube chica, y, además, es la primera vez que se descubren estrellas de este tipo en la periferia de la Gran Nube de Magallanes”, subraya el investigador.

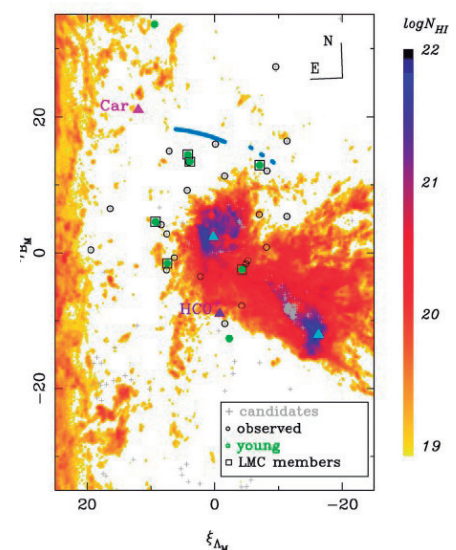
Trabajo futuro

Luego de esta investigación el equipo publicó otro artículo, esta vez en el *Astrophysical Journal Letters*, en el que, a partir de observaciones realizadas

utilizando los telescopios Magallanes del Observatorio Las Campanas, en Chile, se determinó el patrón de abundancias químicas de las seis estrellas, lo que reafirmó las conclusiones de la primera investigación.

“Cada galaxia tiene su propio historial de enriquecimiento químico. Estas estrellas siguen un patrón de abundancias similar al de la Gran Nube de Magallanes, lo que quiere decir que efectivamente fueron formadas a partir del mismo material primigenio”, sostiene René Méndez.

El astrónomo cuenta que el equipo obtuvo más tiempo de observación tanto en telescopios en Chile como con el Hubble Space Telescope para estudiar otras estrellas del catálogo inicial, con el fin de ampliar la muestra y así analizar con mayor profundidad la distribución aparentemente circular que exhiben estas estrellas alrededor del centro de la Gran Nube de Magallanes.



Descripción figura

En la figura se utiliza un sistema de coordenadas creado para el sistema Magallánico. Los triángulos, muy cerca del (0,0), muestran el centro de la Gran Nube de Magallanes. El triángulo que está más abajo muestra el centro de la Pequeña Nube de Magallanes. Los cuadrados representan las seis estrellas identificadas como parte de la periferia de la LMC y todos describen un círculo en torno del centro de la galaxia. Se puede apreciar que la densidad del gas (columna vertical a la derecha) es sustancialmente menor en las zonas donde el equipo en el que participa Méndez ha detectado formación estelar reciente, muy posiblemente como producto de la interacción entre ambas galaxias.



MAS RESEARCHER IS PART

of pioneer study that found star formation in the periphery of the Large Magellanic Cloud

New Papers

Scientists from national and international universities studied stars from one of the Milky Way's satellite galaxies, looking for signs of star formation in areas of low gas density.

A group of astronomers, among them the researcher of the Millennium Institute of Astrophysics René Méndez, has discovered young stars in the periphery of the Large Magellanic Cloud (LMC,) which indicates that the star formation in the area it is the product of unconventional mechanisms. The research was published in the prestigious journal: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

“We wanted to find out how far, beyond the apparent disk of the Large Magellanic Cloud, stars could form due to the interaction with another Milky Way's satellite galaxy, the Small Magellanic Cloud,” René Méndez says, who is also professor of the Department of Astronomy of Universidad de Chile.

The astronomer explains that the gravitational interaction between these galaxies, along with the interaction of both with the Milky Way, has generated pressure waves that travel through space and compress the material in some areas. This increased transient and substantially the density in the periphery of the Large Cloud of Magellan and produced star formation in the region, not because of gravitational collapse of a high-density gas zone, which is the conventional mechanism, but as a product of the interaction.

To achieve this, the scientific team worked with 31 young stars extracted from a sample of 6,000. Finally, after measuring radial velocities, stellar parameters, distances and ages, they determined that 6 belonged to the periphery of the LMC.

“The interesting thing is that these stars are very far from the center, far beyond where early objects have been discovered before, however, given their speeds and dispersions of velocities, they must have been born in that place,” the astronomer points out. He adds that if these stars had been created in the disk and then they had been ejected, they would have a very high relative velocity, which does not agree with the measurements made by the researchers.



Photo description: Large Magellanic Cloud
Credit: Yuri Beletsky (ESO)

New Papers

“Its cinematic is totally consistent with a regular movement in the disk of the Large Magellanic Cloud. That is to say, they are objects of the disc and they are not escaping from the center,” Méndez states.

The density of the gas where these stars are located is very low compared to the regions where stars are usually created, since gravitational interaction is the cause of star formation in that area. “This is extraordinary because it gives us clues about how the interaction between the big cloud and the small cloud has been, and, plus, it is the first time that stars of this type have been discovered in the periphery of the Large Magellanic Cloud,” the researcher says.

Future work

After this research, this team published another article, this time in the *Astrophysical Journal Letters*, in which, based on observations made using

the Magellan telescopes of the Las Campanas Observatory in Chile, the chemical abundance pattern of the 6 stars was determined, which reaffirmed the conclusions of the first research.

“Each galaxy has its own history of chemical enrichment. These stars follow a pattern of abundances similar to that of the Large Magellanic Cloud, which means that they were actually formed from the same primitive material,” René Méndez states.

The astronomer says that the team obtained more observation time both in telescopes in Chile and the Hubble Space Telescope to study other stars in the initial catalog, in order to expand the sample and analyze in greater depth the apparently circular distribution exhibited by these stars around the center of the Large Magellanic Cloud.

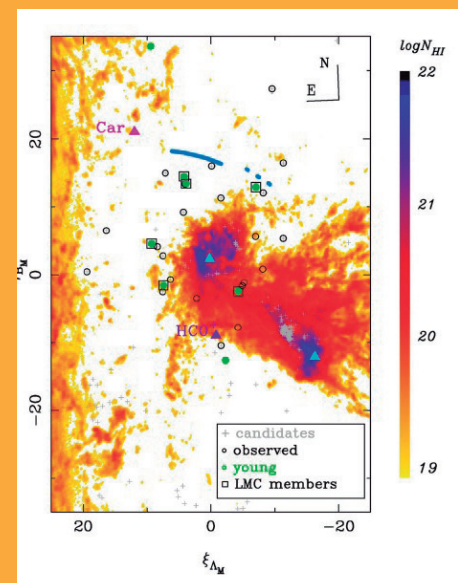


Figure description

In the figure, a coordinate system created for the Magellanic system is used. The triangles, very close to (0,0), show the center of the Large Magellanic Cloud. The triangle below shows the center of the Small Magellanic Cloud. The squares represent the 6 stars identified as part of the periphery of the LMC and all describe a circle around the center of the galaxy. We can see that the gas density (vertical column to the right) is substantially lower in the areas where the team—in which Méndez participates—has detected recent star formation, very likely as a result of the interaction between both galaxies.





Crédito foto:
Nick Hall Photography

Nuevas Publicaciones

internacional porque demoraba tres minutos en procesar las imágenes y crear las alertas. Cabrera indica que ese trabajo fue clave para el nacimiento de ALERCE.

El tiempo que demore la clasificación de estas alertas depende de los algoritmos utilizados pero se espera que sea del orden de minutos, aunque, según Cabrera, esto no se sabrá con certeza hasta que se tengan los datos reales ya que también depende, entre otras cosas, del hardware, de la conectividad y de las bases de datos que se consulten para saber si la alerta es interesante o no.

“La clasificación debería ser instantánea, pero su urgencia depende de la cadencia, es decir, del tiempo entre observaciones del instrumento. Si estás trabajando con un instrumento que observa cada dos minutos la misma región del cielo, tienes que realizar la clasificación en una escala de tiempo similar. Pero si tienes un telescopio que observa cada tres noches, como lo hará típicamente el LSST, probablemente no será tan

urgente hacer una clasificación tan rápida. El mayor desafío será realizar la clasificación de los llamados *deep drilling fields*, aquellos con cadencias más rápidas”, agrega Förster.

Parte importante de ALERCE es el uso de herramientas de *machine learning*, es decir, trabajar con algoritmos que aprendan automáticamente identificando patrones desde grandes volúmenes de datos. Una forma de lograr esto es a través del uso de metodologías de *deep learning*. “Esto se construye básicamente a partir de redes neuronales. En los seres vivos si juntamos neuronas armamos un sistema nervioso, entonces se puede hacer eso mismo, matemáticamente, programando una neurona y conectándola con otras. Usando estas neuronas se pueden armar distintas arquitecturas y a partir de ellas lograr que el computador identifique patrones dentro de los datos”, explica Guillermo Cabrera.

El equipo detrás de ALERCE, en el que destacan los también investigadores del MAS Pablo Estévez (Universidad de Chile), Giuliano Pignata (Universidad Andrés Bello), Karim Pichara (PUC) y

Pablo Huijse (Universidad de Chile), además de generar este ranking de alertas para la comunidad científica, desea realizar seguimiento de algunos objetos, aprovechando la posición privilegiada de Chile debido al 10% de tiempo de telescopio exclusivo.

“Lo obvio es que tenemos acceso a muchos instrumentos de *follow up*, pero otra cosa importante es que tendremos el *data center* del LSST en La Serena por lo que, potencialmente, podríamos tener acceso a los datos casi instantáneamente y antes que en Estados Unidos. Aunque en el caso del LSST la cadencia típica será de tres días, existirán campos de cadencia muy cortas donde esto puede llegar a ser una ventaja. Con la siguiente generación de cámaras ultra rápidas esto será una ventaja muy importante.”, recalca Förster.

Los investigadores responsables esperan tener un prototipo del sistema de ranqueo en marcha en 2018. “El objetivo es poder desarrollarlo con mayor profundidad para cuando el LSST esté funcionando”, concluye Cabrera.

Más información: <http://alerce.science/>



MAS researchers lead alert processing system creation

An international and interdisciplinary team of scientists from different universities, led by researchers from the Millennium Institute of Astrophysics, are working on the ALeRCE Project, a system capable of classifying and characterizing alerts generated by large tracking telescopes

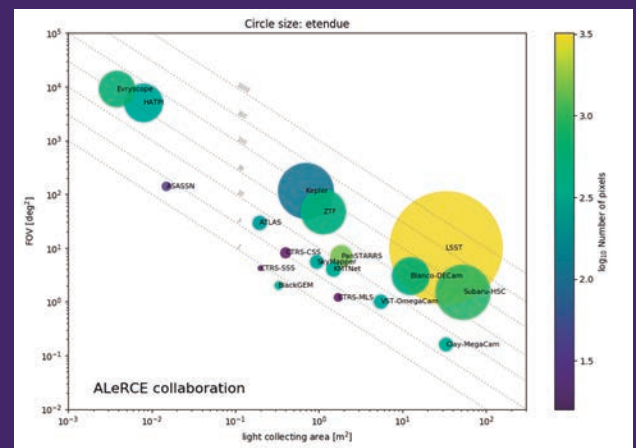
New Papers

Big astronomical projects are being executed in Chile, in the next few years our country will concentrate more than 70 percent of the world's observation capacity. One of these projects is the LSST (Large Synoptic Survey Telescope), a tracking telescope that will examine the entire visible sky from its position every three days, generating alerts when it detects new objects related to previous observations. Thinking about this, an interdisciplinary team of scientists, led by Chilean astronomers and engineers from the Millennium Institute of Astrophysics and in collaboration with researchers from Caltech, Harvard and Washington universities, created the project ALeRCE (Automatic Learning for the Rapid Classification of Events), whose purpose is to classify these alerts and characterize them, as well as the alerts generated by other tracking telescopes that observe a wide sky area.

ALeRCE is a system that will access and process telescopes alerts and produce ranked and classified new ones. Thus, the community could have an estimate of which are most interesting for to follow up according to their scientific interests.

"We want access to these alerts to understand their nature and to react to them, following them with other telescopes to take more images or spectra. This must be fast, especially in transients objects, which live a short period of time, such as supernovas," Francisco Förster emphasizes, researcher from MAS and the Center for Mathematical Modeling.

Guillermo Cabrera, MAS researcher and professor of the Computer Science Department of Universidad de Concepción, comments that ALeRCE will also carry out an alert curatorship process. "Alerts can bring anything and I think many of that will be garbage. So,



the first thing is clean them and keep the relevant ones. For example, LSST will generate 10 million alerts per night and, of course, it will not be possible to follow all of them. The important thing is that from these 10 million alerts we select the most relevant ones according to the scientific problem that we want to address," the researcher says.

Led by Förster, scientists behind ALeRCE previously worked creating algorithms capable of generating alerts and identifying their nature from HiTS survey (The High Cadence Transient Survey). That project had international visibility because it took it three minutes in to process images and to create alerts. Cabrera indicates that this work was key in the creation of ALeRCE.



Main photo credit:
Nick Hall Photography

New Papers

The time it takes the alerts classification depends on the algorithms used, but it is expected to be minutes, although, according to Cabrera, this will not be known with certainty until the real data will be available. It also depends, among other things, on hardware, connectivity and databases that will be consulted to know if one alert is interesting or not.

“Classification should be immediate, but its urgency depends on the cadence, that is, time between instrument observations. If you are working with an instrument that observes the same sky region every two minutes, you have to perform the classification on a similar time scale. But if you have a telescope that observe every three nights, as LSST will do, it will probably not be urgent to do a quick classification. The biggest challenge will be to classify the so-called deep drilling fields, those with faster rates,” Förster adds.

An important part of ALerCE is the use of machine learning tools, that is, working with algorithms that automatically learn by identifying patterns from large data volumes. One way to achieve this is through of deep learning methodologies. “This is basically built from neural networks. In living beings, if we put together neurons, we build a nervous system, so we can do that here, mathematically, programming a neuron and connecting it with others. Using these neurons, different architectures can be assembled and from them, the computer can identify patterns within the data,” Guillermo Cabrera explains.

The team behind ALerCE –which also includes MAS researchers like Pablo Estévez (Universidad de Chile), Giuliano Pignata (Universidad Andrés Bello), Karim Pichara (PUC) and Pablo Huijse (Universidad de Chile)– in addition to generating alerts ranking for the scientific

community, they want to track some objects, taking advantage of the privileged position of Chile due to 10% exclusive telescope time. “We obviously have access to many follow up tools, but another important thing is that we will have the LSST data center in La Serena, so we could potentially access the data almost instantaneously and even before than the United States. Although in the case of the LSST the typical cadence will be three days, this can be an advantage in the case of very short cadence fields. This will be a very important advantage with the next generation of ultra fast cameras,” Förster emphasizes.

Responsible researchers hope to have a ranking system prototype in 2018. “The objective is to be able to develop it in greater depth for when LSST is working,” Cabrera concludes.

More information: <http://alerce.science/>





MAS Publicaciones

September to December 2017

- Abundances of disk and bulge giants from hi-res optical spectra: II. O, Mg, Ca, and Ti in the bulge sample
- Triggered massive star formation associated with the bubble Hii region Sh2-39 (N5)
- Cosmic evolution and metal aversion in super-luminous supernova host galaxies
- “SN 2016jhh at redshift 0.34: extending the Type II supernova Hubble diagram using the standard candle method”
- The Araucaria Project. The Distance to the Sculptor Group Galaxy NGC 7793 from Near-infrared Photometry of Cepheid Variables
- Galactic bulge population II Cepheids in the VVV survey: period-luminosity relations and a distance to the Galactic centre
- Near-IR period-luminosity relations for pulsating stars in ω Centauri (NGC 5139) (Corrigendum)
- VIRAC: The VVV Infrared Astrometric Catalogue
- The Emergence of the Infrared Transient VVV-WIT-06
- New VVV Survey Globular Cluster Candidates in the Milky Way Bulge
- Characterizing the astrometric precision limit for moving targets observed with digital-array detectors
- Effects of the selection function on metallicity trends in spectroscopic surveys of the Milky Way
- The MUSE view of the host galaxy of GRB 100316D
- Extinction ratios in the inner Galaxy as revealed by the VVV survey
- Proper motions in the VVV Survey: Results for more than 15 million stars across NGC~6544
- VVV Survey Microlensing Events in the Galactic Center Region





MAS papers

- New Metal-poor Globular Clusters in the Galactic Bulge: The Elephant Graveyard
- Erratum: “The ACS Fornax Cluster Survey. XI. Catalog of Globular Cluster Candidates” (ApJS, 221, 13)
- Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger
- A kilonova as the electromagnetic counterpart to a gravitational-wave source
- Deepest View of AGN X-Ray Variability with the 7 Ms Chandra Deep Field-South Survey
- The ALMA Frontier Fields Survey III. 1.1 mm emission line identifications in Abell 2744, MACSJ 0416.1-2403, MACSJ 1149.5+2223, Abell 370, and Abell S1063
- ALMA and GMRT Constraints on the Off-axis Gamma-Ray Burst 170817A from the Binary Neutron Star Merger GW170817
- BAT AGN Spectroscopic Survey. V. X-Ray Properties of the Swift/BAT 70-month AGN Catalog
- The long-term optical evolution of the black hole candidate MAXI J1659-152
- SNe 2013K and 2013am: observed and physical properties of two slow, normal Type IIP events
- The Structure of the Young Star Cluster NGC 6231. II. Structure, Formation, and Fate
- The 13th Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the SDSS-IV Survey Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory
- Observational calibration of the projection factor of Cepheids. IV. Period-projection factor relation of Galactic and Magellanic Cloud Cepheids
- The Araucaria Project: The Distance to the Fornax Dwarf Galaxy from Near-infrared Photometry of RR Lyrae Stars
- Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger
- What is the Milky Way outer halo made of? High resolution spectroscopy of distant red giants





Destacados - Highlights

MAS vive su IV workshop anual

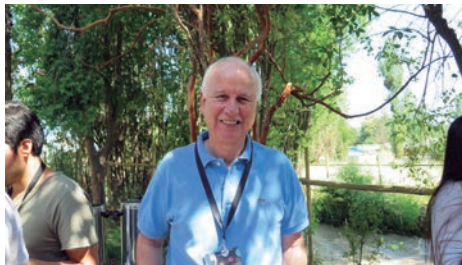
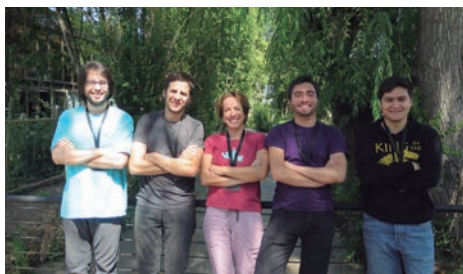
Centrado en los avances de sus cuatro líneas de investigación, se vivió la cuarta versión del workshop anual del MAS. En dos jornadas, nueve de los 12 investigadores asociados junto a sus equipos de investigadores postdoctorales, de doctorado y magister, además de investigadores jóvenes y adjuntos, mostraron los desarrollos que lograron en 2017 al resto de la comunidad MAS, no sólo como muestra de resultados sino que también para buscar retroalimentación del resto de los investigadores, además de posibles caminos de colaboración.

La oportunidad también sirvió para resumir un exitoso año 2017 del Programa de Extensión ObservaMAS y terminó con una visita de un grupo de asistentes a la ciudad minera Sewell, Patrimonio de la Humanidad declarada por la Unesco en el año 2006.





Destacados - Highlights





Destacados - Highlights

MAS celebrates its IV annual workshop

Focused on the progress of its four research lines, MAS celebrated its fourth version of its annual workshop. In two days, nine out of twelve MAS Associated Researchers, along with their teams of postdoctoral researchers, doctorate and master students, plus MAS Young and Adjunct researchers, presented in front of our MAS Community the advances that they achieved in 2017, not only to talk about their results but also to seek feedback from the rest of the researchers, which can lead to new potential collaborations.

Furthermore, in this opportunity we could show the successful year for our outreach program: ObservaMAS, celebrating it with a visit to the mining town Sewell, UNESCO World Heritage since 2006.

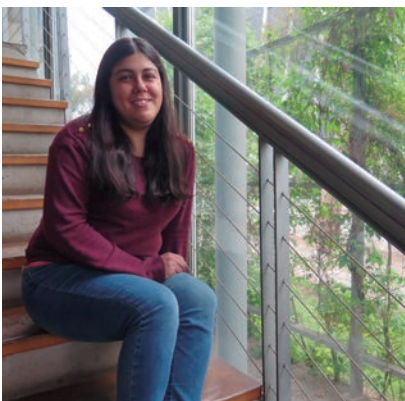


ASTRÓNOMA MAS OBTIENE

premio L'Oréal Chile - UNESCO for
Woman in Science por sus estudios de
"arqueología galáctica"

Camila Navarrete es estudiante de doctorado del Instituto de Astrofísica de la Universidad Católica además de investigadora del Instituto Milenio de Astrofísica, en donde ha centrado su estudio en los restos fósiles del Universo que nos cuentan la historia de nuestra galaxia.

Comunidad MAS - MAS Community



Por décimo año, estudiantes de doctorado e investigadoras postdoctorales son distinguidas con el premio L'Oréal Chile - UNESCO for Woman in Science, un reconocimiento internacional que destaca el trabajo científico de investigadoras nacionales en áreas de Ciencias de la Vida, de la Materia y Matemáticas y es impulsado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Conicyt.

Este año, esta distinción en la categoría estudiantes fue otorgada a Camila Navarrete, estudiante de doctorado del IA UC además de investigadora del Instituto Milenio de Astrofísica y del Centro de Astrofísica de Tecnologías Afines CATA. Según señala Camila, recibe este premio como un gran honor: "Creo que el jurado consideró mis antecedentes académicos

desde pregrado al doctorado, mi trayectoria en la investigación, mis publicaciones científicas y mi proyecto de tesis actual. Asimismo, creo que también se valoró mi historia personal, ya que realicé mi doctorado y lo complementé con la maternidad, lo que es un tanto excepcional en este campo. Finalmente, creo que logré transmitir la pasión que entregué al desarrollo de mi carrera y mis ganas de seguir creciendo como científica", explica.

La experta centra su investigación en la búsqueda y estudio de los remanentes o restos estelares de los episodios más tempranos de la formación de la Vía Láctea, buscando reconstruir la historia de nuestro hogar en el Cosmos, gracias a los restos fósiles que se pueden identificar de ella. "Estos restos o remanentes se identifican como un exceso de estrellas en una cierta zona del cielo respecto al número de estrellas esperadas en dicha zona, o como corrientes o "colas" de estrellas pertenecientes a proto-galaxias asimiladas durante las etapas tempranas de la formación de la Galaxia, y que fueron extraídas de ellas debido a la atracción gravitacional de la Vía Láctea. En mi tesis, estudio estos sistemas observando el hemisferio sur celeste, visible desde Chile, que hasta hace poco se había mantenido inexplorado".

Ciencia en Chile y el papel de las mujeres

"Chile es un lugar privilegiado para desarrollar la astronomía por la calidad de sus cielos y

las instalaciones astronómicas disponibles. Los astrónomos chilenos estamos aportando significativamente al desarrollo y difusión de esta ciencia en nuestro país, convirtiéndolo en uno de los líderes en Latinoamérica en cuanto a observación e investigación astronómica. Sin embargo, la ciencia en general, tanto en Chile como en Latinoamérica, aún no se ha desarrollado con todo su potencial. Esto se debe principalmente a la bajísima inversión de los gobiernos en proyectos científicos y a la baja difusión de la labor e importancia de la ciencia en nuestra vida y desarrollo como humanidad", señala Camila.

No obstante, reconoce que lentamente los científicos están ganando un espacio importante, lo que, según cree, se puede ver potenciado con la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Una tarea pendiente además es seguir incentivando el papel de la mujer en el mundo científico. "El rol de la mujer en la ciencia es fundamental ya que la enriquece con su aporte. En general, la diversidad de personas en la ciencia hace que ésta se beneficie enormemente y, por tanto, es necesario que sea inclusiva y accesible para todos por igual. Sin embargo, todavía las mujeres que desarrollan una carrera en ciencia en Chile o Latinoamérica son una minoría por lo que es necesario incentivar su participación. Siento que se está avanzando en esta materia a través de la visualización de mujeres en ciencia con premios como este, así como por iniciativas de particulares para fomentar la participación de niñas y jóvenes en ciencia y tecnología, pero aún queda mucho por hacer", concluye la investigadora.



MAS ASTRONOMER AWARDED

with L'Oréal Chile – UNESCO for Woman in Science for her contribution to the study of “galactic archeology”

Camila Navarrete is a doctorate student of Universidad Católica's Institute of Astrophysics and also researcher of the Millennium Institute of Astrophysics, where she has focused her study on Universe's fossils, which can tell us the history of our galaxy.

Comunidad MAS - MAS Community



For the tenth consecutive year, female doctorate students and postdoctoral researchers are honored with the L'Oréal Chile – UNESCO for Woman in Science, an international award that encourage the scientific work of national researchers involved in the fields of Sciences of Life, Matter and Mathematics. This award is supported by the National Commission for Scientific and Technological Research, Conicyt.

This year, the award for students went to Camila Navarrete, doctorate student of IA UC and researcher of the Millennium Institute of Astrophysics, MAS and the Center for Excellence in Astrophysics and Associated Technologies, CATA. According to Camila, it's a great honor to receive this award: “I think the jury

took into consideration my academic background from my undergraduate studies until my doctorate, my career in research, my papers and my current thesis project. Additionally, I believe that they considered my personal history, since I balance my doctorate and my role as a mother, something quite unusual in this field. Finally, I think I managed to communicate the passion I feel for my career and my desire to continue growing as a scientist,” she explains.

The expert focuses her research on the search and study of the stellar remains of the earliest episodes of the Milky Way formation, seeking to reconstruct the history of our home in the Cosmos thanks to the fossils remains. “These remains are identified as an excess of stars in a certain area of the sky with respect to the number of stars expected in that area, or as stars' tails that belong to proto-galaxies assimilated during the early stages of the galaxy formation and which were extracted from them due to the gravitational attraction of the Milky Way. In my thesis, I study these systems observing the southern celestial hemisphere, observable from Chile, which until recently had remained unexplored.

Science in Chile and the role of women

“Chile is a privileged place to do astronomy thanks to the quality of its skies and the available astronomical facilities. Chilean

astronomers are contributing significantly to the development and outreach of this science in our country, making Chile one of the leaders in Latin America in terms of observation and astronomical research. However, science in general, both in Chile and Latin America, has not yet reached its full potential. This is mainly because of the Government's very low investment in scientific projects and outreach of this science and its significance in our lives and the humanity's development,” Camila states.

Nevertheless, she acknowledges that scientists are slowly gaining an important place in Chile, which, she believes, can be foster thanks to the creation of the Ministry of Science and Technology. Also, a pending task is to continue encouraging the role of women in the scientific world. “The role of women in science is essential since it enriches it with their contribution. In general, people's diversity in science makes this discipline to benefit enormously and, therefore, it needs to be inclusive and accessible to all equally. However, women who work in science in Chile or Latin America are still a minority, so it is necessary to encourage their participation. I feel that progress is being made in this field through the visibility of women in science thanks to awards like this one, as well as initiatives carried out by the private sector to encourage the participation of girls and young women in science and technology. But there is still so much to be done,” she concludes.



Comunidad MAS - MAS Community

Experto internacional dicta workshop sobre uso de herramientas para el trabajo con grandes bases de datos

En la llamada era del Big Data el análisis de gran cantidad de información es uno de los desafíos más importantes de la astrofísica moderna. Es por eso que es relevante que las nuevas generaciones de expertos estén familiarizados con herramientas que les permitan trabajar con esta nueva realidad.

En ese contexto se realizó un workshop dictado por el investigador Martin Altmann, experto del Centro de Astronomía de Heidelberg, en Alemania. Este taller fue organizado por el Instituto Milenio de Astrofísica y sus investigadores René Méndez y Márcio Catelan, quienes además pertenecen a la Universidad de Chile y Católica respectivamente.

“Este fue un taller práctico cuyo objetivo fue presentar y familiarizarse con aspectos clave del uso de herramientas que permiten, por un lado acceder a una variedad de grandes bases de datos astronómicos, y por otra realizar búsquedas, selección y análisis sobre estos datos, tanto en los servidores remotos (usando ADQL) como localmente (usando TOPCAT y STILTS)”, explica René Méndez.

Agrega: “Una parte importante de los nuevos proyectos astronómicos involucran la generación de muy grandes bases de datos alojadas en servidores remotos, las cuales es inconveniente o directamente imposible de descargar localmente. Entonces, se hace cada vez más relevante poder utilizar herramientas desarrolladas en el contexto del Observatorio Virtual para poder realizar búsqueda de objetos de manera remota sobre estas bases de datos, sujetos a ciertas restricciones o criterios de selección”.

El taller estuvo dirigido a estudiantes e investigadores de astronomía, ingeniería y estadística, interesados en el uso de este tipo de software. “Los talleres prácticos son muy relevantes para la educación y formación de jóvenes científicos, sobre todo estudiantes de postgrado y postdoctorandos, pues la astronomía del futuro apunta justamente al uso de estas herramientas”, concluye Méndez.

Cabe destacar que al finalizar la actividad se desarrolló una encuesta de satisfacción entre los participantes, quienes señalaron en un 94,74% que se sentían satisfechos o muy satisfechos con el workshop realizado.

International expert instructs workshop about the uses of tools for work with large databases

In the so-called Big Data era, the analysis of large amount of information is one of the most important challenges of modern astrophysics. That is why it is relevant that new generations of experts can be familiarized with tools that allow them to work with this new reality.

In this context, **researcher of Heidelberg’s Center for Astronomy, Martin Altmann instructed a workshop, which was organized by the Millennium Institute of Astrophysics and its researchers René Méndez and Márcio Catalan, who are part of the Universidad de Chile and Universidad Católica, respectively.**

“This workshop’s main goal was to introduce and teach key aspects to use tools that allow us, on one hand to access a variety of large astronomical databases and on the other hand to carry out surveys, selection and analysis of these data, both on remote servers (using ADQL) as local servers (using TOPCAT and STILTS)”, René Méndez explains.

He adds; **“An important part of the new astronomical projects involve the generation of large databases hosted on remote servers, which are inconvenient or virtually impossible to download locally. Therefore, it becomes increasingly relevant to be able to use tools developed in the context of the Virtual Observatory in order to look for objects remotely on those databases, subject to certain restrictions or selection criteria.”**

This workshop was addressed to students and researchers of astronomy, engineering and statistics, who are interested in the use of this type of software. “Workshops like this are relevant for education and training of young researchers, especially postgraduate student and postdoctoral researchers, since future astronomy aims at the use of these tools”, Méndez concludes.

It should be noted that at the end of this activity, MAS carried out a satisfaction survey for the participants and 94,74% indicated that they felt satisfied or very satisfied with this workshop.





Foto- Photo:
Laura Flores

Comunidad MAS - MAS Community

Exitosa expedición

al Desierto de Atacama recupera más de 600 fragmentos de meteoritos.

La expedición fue liderada por la geóloga Millarca Valenzuela, quien actualmente forma parte del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) donde trabaja en la creación de un repositorio oficial de meteoritos de nuestro país.

Casi una veintena de expertos, nacionales y extranjeros, formaron parte de la expedición que el pasado noviembre recorrió el Desierto de Atacama en la búsqueda de meteoritos. La zona es una mina de oro para la búsqueda de estos objetos, por lo que constantemente los investigadores se reúnen ahí para rastrearlos.

La expedición estuvo liderada por la investigadora Millarca Valenzuela, quien se acaba de unir al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) para trabajar en la creación del repositorio oficial de meteoritos que permita conservar para estudios estas importantes rocas extraterrestres. Co-liderando la expedición estuvo su colaborador francés Jérôme Gattacceca, científico investigador del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), además de otros 17 expertos de Francia, Irán, Gran Bretaña, Italia, Argentina, México y Chile, incluidos estudiantes chilenos que realizan su memoria en meteoritos.

“El objetivo de la expedición era encontrar muchos meteoritos, lo que se cumplió con creces, al ser una expedición muy numerosa. Se buscó en una nueva área densa de recolección, y resultó ser muy buena, por lo que en los próximos años seguiremos buscando ahí y en las que ya conocemos. El número de meteoritos fue de casi 600 fragmentos. Esperamos que dentro de ellos encontremos algún tipo de meteorito no presente aún en la colección chilena, pero eso se sabrá más adelante cuando las clasificaciones estén listas. El objetivo secundario del viaje fue entrenar en la búsqueda a colaboradores de instituciones chilenas y argentinas, más algunos estudiantes que realizaran memorias en meteoritos”, aseguró Millarca.

Según comenta, parte de los fragmentos encontrados quedó en Chile para su clasificación, incluyendo un condrito ordinario de 3 kilos, con el fin de inaugurar el nuevo repositorio que estará en el SERNAGEOMIN, y la otra parte quedó en el repositorio francés: “en la medida que Chile se vaya consolidando en la temática, cada año seremos más capaces de hacer todo el proceso de clasificación (que requiere técnicas que a veces no están disponibles en Chile), para luego profundizar en estudios de más detalle en los meteoritos más interesantes, esto ayudará a visibilizar parte de nuestro patrimonio natural hacia la comunidad, lo cual puede facilitar el proceso de protección legal que necesitan, dada su vulnerabilidad a ser sacados del país sin ningún obstáculo actualmente”, explica.

Successful expedition

to Atacama Desert recovers more than 600 meteorite fragments

The expedition was led by geologist Millarca Valenzuela, who is currently part of the National Geology and Mining Service (SERNAGEOMIN by its Spanish acronym) where she works on the creation of an official repository of meteorites in our country.

Nearly twenty national and international experts were part of the expedition that last November went through the Atacama Desert in the search for meteorites. That area is a gold mine for these objects, so researchers are constantly meeting there to track them down.

The expedition was led by researcher Millarca Valenzuela, who has recently joined the National Geology and Mining Service (SERNAGEOMIN) in order to work in the creation of an official meteorite repository that will allow these significant rocks from outer space to be preserved for studies. Co-leading the expedition was his French collaborator Jérôme Gattacceca, researcher of the *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)* plus 17 other experts from France, Iran, Great Britain, Italy, Argentina, Mexico and Chile, including Chilean students who are writing their thesis on meteorites.

“As it was a large expedition, the goal was to find many meteorites and we actually met this goal by far. We search in a new and dense collection area and it turned out to be quite good, so in the next few years we will continue searching there and in those areas we already know. We found almost 600 fragments of meteorites. We hope that we can find here some type of meteorite not yet present in the Chilean collection, but we will know that when the classifications are ready. The second objective of this trip was to train collaborators from Chilean and Argentine institutions in this search, plus some students who wrote thesis on meteorites,” Millarca said.

According to the researcher, part of the fragments found stays in Chile for its classification, this includes a 3Kg. ordinary chondrite, in order to inaugurate the new repository that will be at the SERNAGEOMIN headquarters, the other part stays in the French repository: “While Chile consolidates in this field, each year we will become better at the classification process (which requires techniques that are sometimes not available in here,) subsequently we will be able to deepen into more detailed studies on the most interesting meteorites, this will help to show part of our natural heritage to the community, which can facilitate the process of legal protection that they need, given their vulnerability to be taken away from the country without any obstacle these days,” she explains.



Foto- Photo:
Jura Borissova,
Claudio Navarro y
Márcio Catelan

Comunidad MAS - MAS Community

Investigador MAS obtiene su doctorado gracias al análisis de estrellas variables nunca antes estudiadas

Claudio Navarro, investigador del Instituto de Física y Astronomía de la Universidad de Valparaíso y del Instituto Milenio de Astrofísica MAS, obtuvo su doctorado gracias a la detección de 353 estrellas variables en un región cercana al centro de la Vía Láctea. 299 de ellas nunca habían sido estudiadas.

Usando el centro galáctico como un laboratorio estelar para estudiar la formación y evolución de las estrellas en un ambiente violento, Claudio Navarro acaba de obtener su doctorado en Astronomía en la Universidad de Valparaíso, con la tutoría de la investigadora de esa casa de estudios Jura Borissova y el profesor de la Universidad Católica Márcio Catelan, quienes además son investigadores asociados del MAS.

Navarro, quien también es miembro del Instituto Milenio de Astrofísica, institución a la cual agradece el apoyo para realizar este trabajo y las pasantías que pudo cursar gracias a éste, realizó su investigación en la zona cercana al centro de la galaxia, alrededor de los cúmulos Arches y Quintuplet, dos de los que más poseen estrellas jóvenes en la Vía Láctea. El objetivo: tener un censo de la diferente variabilidad de clases de estrellas encontrada en la región y a la vez compararlo con los hallazgos en otras zonas de formación estelar.

“Detecté 353 estrellas variables, 299 que no habían sido estudiadas antes. Esto me permitió complementarlo con otros estudios sobre estrellas variables presentes en la literatura, al incluir objetos más débiles. Además, y por primera vez, se encontró un grupo de candidatas a objetos estelares jóvenes variables en esta región de la Vía Láctea y pude analizar el comportamiento a largo plazo en el infrarrojo de un grupo importante de estrellas gigantes rojas”, explica Navarro. Agrega: “La importancia de este trabajo radica en que ahora podemos comparar la cantidad de objetos jóvenes encontrados con las existentes en otras zonas de formación estelar en nuestra galaxia y así analizar los efectos del entorno en la generación de estrellas. Finalmente, a través del cálculo de distancias para algunas de mis variables, pude comparar los efectos de las diferentes leyes de extinción hacia el centro de la Vía Láctea, lo que contribuye a tratar de resolver una controversia que persiste hasta el día de hoy”.

Según explica, luego de la obtención de su doctorado su investigación postdoctoral se centrará en ampliar este trabajo para el resto del centro galáctico, usando datos del proyecto VVV y su renovación VVVx. “Esto implica, tener que automatizar completamente el proceso de detección de estrellas variables. Por otro lado, la idea es hacer un seguimiento espectroscópico de los objetos más interesantes, con el objetivo de comprender mejor su naturaleza”.

MAS Researcher obtains his doctorate degree for his study on variable stars never studied before

Claudio Navarro, researcher of the Institute of Physics and Astronomy of Universidad de Valparaíso and the Millennium Institute of Astrophysics MAS, obtained his doctorate degree thanks to the discovery of 353 variable stars in a region near the Milky Way's center. 299 of them had never been studied before.

Using the Galactic Center as a stellar laboratory to study the formation and evolution of stars in a violent environment, Claudio Navarro got his Ph.D. in astronomy from the Universidad de Valparaíso under the supervision of professors Jura Borissova—Universidad de Valparaíso—and Márcio Catelan—Universidad Católica—, who are also MAS researchers. Navarro, who is also part of the Millennium Institute of Astrophysics, —institution to which he feels grateful for the support on his work and all the scientific collaboration visits that he could carry out thanks to MAS— conducted his research in the area near to the galactic center, around the Arches and Quintuplet Clusters, two of the clusters with more young stars in the Milky Way. The goal: Carry out a census of the different variability of star classes found in the region and at the same time compare it with the findings in other areas of the star formation.

“I found 353 variable stars, 299 that had never been studied before. This allowed me to complement it with other published studies on variable stars, by including weaker objects. What is more, for the first time, a group of candidates for variable young stellar objects was found in this region of the Milky Way and I was able to analyze the long-term behavior in the infrared of an important group of red giant stars,” Navarro explains. He adds: “The importance of this work is that we can now compare the amount of young objects found with those in other star formation regions in our galaxy and in this way analyze the effects of the environment in star creation. Finally, through distance calculations for some of my variables, I was able to compare the effects of the different laws of extinction towards the center of the Milky Way, which helps to at least try to solve a controversy that persists to this day.”

According to Navarro, after getting his Ph.D he wants to focus his postdoctoral research career on expanding this study to the rest of the galactic center, using data from the VVV and VVVx Project. “This implies, on one hand, having to completely automate the process of detecting variable stars. On the other hand, the idea is to carry out a spectroscopic follow up of the most interesting objects, in order to understand better their nature.”



Álvaro Rojas-Arriagada, investigador
postdoctoral MAS

“Chile es justo el lugar donde un astrónomo quiere estar”

Conociéndonos MAS

Fue su padre el que lo incentivó en la lectura y el conocimiento. Tanto que hoy confiesa no tener espacio en su casa para almacenar tantos libros que ha comprado. Precisamente fue por este medio que, Álvaro Rojas-Arriagada, investigador postdoctoral del MAS, descubrió la astronomía gracias a un pequeño libro ajado escrito en los 70s que encontró en su casa, que entre sus hojas de papel roneo tenía coloridas imágenes del Universo. Eso lo cautivó. “Supe que quería estudiar astronomía, pero no sabía cómo se hacía”, recuerda Álvaro.

Fue su padre también quien le compró su primer telescopio, el que aún conserva, con el que subía al techo de su casa a mirar las estrellas. Un científico en potencia sin duda. “En el colegio siempre tuve inquietudes científicas. No me faltaron los problemas por eso, porque aunque no hacía travesuras, a veces los experimentos se salían de control”, cuenta entre risas.

El colegio que tuvo que permitir tanta curiosidad científica fue el Santo Cura de Ars de su natal San Miguel y luego el Liceo N° 6 de hombres de la misma comuna, establecimiento emblemático por haber visto crecer musicalmente a Los Prisioneros y de alguna manera también a Álvaro, que hoy aparte de la astronomía incursiona en el canto lírico y en algunos instrumentos. Ya para cuando salió de la Enseñanza Media tenía claro los pasos a seguir para

ser astrónomo. Ingresó a la Licenciatura en la Universidad Católica y luego al magíster en la misma Casa de Estudios, momento en que empezó a trabajar con quien es ahora su tutora, la directora del MAS Manuela Zoccali. “Opte por este camino porque no estaba seguro de estar preparado para el doctorado y tampoco si me quería ir de Chile, netamente por temas familiares”.

La oportunidad de dejar el país llegó un par de años después cuando viajó a Niza para hacer el doctorado, donde estuvo cuatro años, pero sin perder el vínculo con Chile tanto en lo personal como en lo académico. “Estuve trabajando en el análisis de datos del bulbo del Gaia ESO Survey, un proyecto espectroscópico que partió en 2011. Cuando llegué a Niza, los datos estaban recién saliendo, así que empezamos a trabajar con ellos e hicimos de ellos nuestro nicho. Fue muy bueno pues los papers del survey publicados con los datos bulbo salieron casi todos de nuestro grupo”, explica.

Y aunque conoció y trabajó con mucha gente en Francia, con los que aún sigue en contacto, Chile fue nuevamente la opción para el desarrollo de la próxima etapa de su carrera. “Las ganas de volver tienen que ver con una mezcla de cosas. Lo familiar pesó mucho, pero también porque acá hay más oportunidades para los astrónomos, que es lo que hace a nuestro país atractivo también para todos los extranjeros que vienen a radicarse en Chile. Es justo el lugar donde un astrónomo quiere estar”, asegura.

De vuelta en nuestro país se consolidó su



trabajo con Manuela Zoccali, ingresó al MAS como postdoc y aunque también continúa trabajando en la última etapa del ESO Gaia Survey, mezcla esos datos con los de VVV Survey. “Mis desafíos principales ahora tienen que ver con el término del Gaia ESO Survey, y lo que estoy haciendo con mi compañero Rodrigo Contreras de juntar los datos espectroscópicos que vienen del Gaia ESO survey con la astrometría que viene del VVV, los que se complementan perfectamente. Además estamos involucrados en el proyecto APOGEE, otro survey espectroscópico que nos dará la oportunidad de cartografiar químicamente estrellas en un volumen de la Galaxia sin precedentes, y obviamente vamos seguir explotando mucho más los datos del VVVx. Hay mucho que hacer en términos de estructura galáctica. Estamos también trabajando con las estrellas variables del VVV, yo en particular con las llamadas Miras. Al final más que un objetivo particular hay una serie de objetivos puntuales con respecto a la estructura y evolución de la Vía Láctea que podemos desarrollar”

Agrega: “El MAS está un poco sobre la base de estos proyectos. Uno de sus objetivos es que nos preparemos para la era del Big Data y eso es justamente lo que estamos haciendo, aprender a cómo lidiar con un volumen de datos que no hace más que crecer y aprovechar al máximo lo que ellos nos puedan contar”, concluye.

Un importante trabajo que se une a la labor de difusión que realiza, donde se conecta directamente con los nuevos potenciales científicos, que quizá como él quieren ser astrónomos, pero no saben muy bien cómo.

Álvaro Rojas-Arriagada, MAS postdoctoral researcher

“Chile is the place where an astronomer wants to be.”

MA Scoop

It was his father who encouraged him to vigorously read and learn about everything. To such degree that, today, he confesses that he has no room to store all of his books. It was precisely thanks to this that Álvaro Rojas-Arriagada, postdoctoral researcher at MAS, discovered astronomy; through an old book, written in the 1970s, that he found in his home. Among its roneo sheets had colorful images of the Universe that captivated him. “I knew I wanted to study astronomy, but I didn’t know how to do it”, Álvaro remembers. It was also his father who gave him his first telescope. He used to take it up to the roof of his house to look at the stars; he actually still owns it. No doubt, he had potential. “I was always interested in science at school. I got into trouble because of that, because even though it wasn’t playing tricks, sometimes the experiments got out of control,” he laughs. The school that had to keep up with so much scientific curiosity was Santo Cura de Ars, in San Miguel, and then Liceo N°6 of men in the same neighborhood, an emblematic high school because of the music band Los Prisoneros and in some way also because of Alvaro, who today apart from astronomy, explores lyrical singing and some instruments. By the time he finished high school, he was clear about the steps he had to

follow to be an astronomer. He got into the Bachelor’s degree at Universidad Católica and then the Master’s degree at the same university; at that time he began to work with his tutor, MAS Director Manuela Zoccali. “I went for this option since I wasn’t sure I was ready to do my Ph.D. and I didn’t know if I wanted to leave Chile, purely because of family issues.” The opportunity to leave the country came a couple of years later when he traveled to Nice to do his doctorate, he stayed four years there, but without losing his personal and academic links with Chile. “I was working on the analysis of data of the bulge from the Gaia-ESO Survey, a spectroscopic project that started in 2011. When I arrived in Nice, the data was just coming out, so we started working with it and we made it our niche. It was really good, since the survey papers with the bulb data from our group were published almost all of them,” he explains. And although he met and worked with many people in France, with whom he is still in touch, Chile was again the option for the development of the next stage of his career. “The urge to come back has to do with a mixture of things. The familiar aspects were crucial, but also because here in Chile there are more opportunities for astronomers, which is what makes our country attractive also for all foreigners who come to settle here. It’s the place where an astronomer wants to be,” he says.

Back in our country he consolidated his work with Manuela Zoccali and joined MAS as a postdoc researcher; he also continues working in the last stage of the Gaia-ESO Survey, he mixes these data with those of VVV Survey. “My main challenges right now have to do with the end of the Gaia-ESO Survey, and what I am doing with my colleague Rodrigo Contreras that is to combine the spectroscopic data from the Gaia-ESO survey with the VVV’s astrometry, which perfectly complement each other. We are also involved in the APOGEE project, another spectroscopic survey that will give us the opportunity to chemically map stars in an unprecedented Galaxy volume, and obviously we will continue to make the most use of the VVVx data. There is much to be done in terms of galactic structure. We are also working with variable stars of VVV, in my case with the so-called Miras. At the end, more than a particular objective, there are a series of specific objectives in relation with the structure and evolution of the Milky Way that we can expand on.” He adds: “MAS has to do in some degree with the foundation of these projects. One of its goals is that we can find ourselves prepare for the Big Data era and that is exactly what we are doing, learning how to deal with a volume of data that only grows and how to make the most of what it can tell us,” he concludes. An important job that connects to the outreach work he carries out, where he bonds directly with new potential scientists, who perhaps, just like him when he was a kid, want to be astronomers, but do not know how.



LANZAN LIBRO ILUSTRADO para niños para explicarles los misterios del Universo

A través del humor, y de la historia de Bruno y su amigo Bowi, el astrónomo Rodrigo Contreras Ramos y la artista Carolina Undurraga introducen a los menores en el mundo de la física y la astronomía.



Mezclar arte con ciencia, esa es la fórmula que ocupa “Bruno y el Big Bang”, un libro ilustrado que a través del humor intenta desmitificar en los pequeños la idea de que las ciencias, específicamente las matemáticas y la física son aburridas o solamente legibles por personas con alguna especie de don especial.

El libro del astrónomo Rodrigo Contreras Ramos, investigador del Instituto Milenio de Astrofísica MAS y la artista y profesora de arte Carolina Undurraga, fue lanzado en el marco de FILSA 2017, y cuenta con el patrocinio de MAS, a través del Proyecto de Proyección al Medio Externo de la Iniciativa Científica Milenio.

Según Rodrigo Contreras, “el proyecto busca incentivar la curiosidad en los niños por la ciencia y despertar la capacidad de asombro en ellos. Ambos autores somos padres y hemos visto cómo nuestros niños y los jóvenes en general, han ido perdiendo cada vez más la capacidad de asombro y conexión con el mundo que los rodea. La misma tecnología, si bien ha ayudado en muchas áreas, por otro lado está forzando a nuestros hijos a la desconexión (a veces incluso entre ellos) y al mismo tiempo a no darse el tiempo para admirar y preguntarse algunas preguntas fundamentales sobre nuestra existencia”, explica.

“Bruno y el Big Bang” cuenta la historia de Bruno – nombre inspirado en Giordano Bruno–, un niño al que no le apasionan las ciencias, pero con una curiosidad innata. Junto a su mascota – un camaleón llamado Bowi, en honor a David Bowie– viven muchas aventuras gracias a que conocen a Hidrógenos, un átomo de hidrógeno, aventuras que les permiten descubrir la historia del Cosmos y con ello conceptos básicos de física y astronomía.

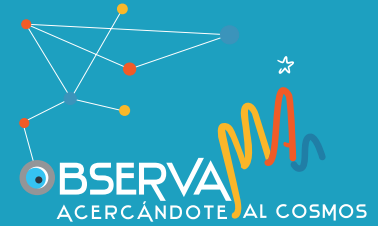
“Sabemos que no es tarea fácil involucrar a los niños con las nociones de la ciencia. Muchos de ellos muestran una respuesta de rechazo al darse cuenta que el lenguaje utilizado para enseñarles estas materias es bastante críptico y a veces hasta aburrido. Por eso creemos en lo importante cambiar el paradigma y mostrar las ciencias de una manera simple y entendible, que incentive la curiosidad e impulse las ganas de seguir conociendo y entendiendo nuestro rol en el Universo”, señala Contreras Ramos.

En su primera edición el libro cuenta con mil copias, las que serán distribuidas por el MAS en colegios vulnerables de distintas regiones del país. Además, según cuentan los autores ya se está preparando una nueva entrega que se llamará “Bruno y la Luz”.

En la foto principal: Dante Minniti, subdirector MAS; Carolina Undurraga, autora; Virginia Garretón, Directora Ejecutiva Milenio; Manuela Zoccali, Directora MAS; Rodrigo Contreras Ramos autor.

“NEW ILLUSTRATED CHILDREN’S book explains the mysteries of the Universe”

Astronomer Rodrigo Contreras and artist Carolina Undurraga tell the story of Bruno and his friend Bowi, who with a hint of humor try to explain the world of physics and astronomy to children.



Mixing art with science, this is the method that “Bruno and the Big Bang”, an illustrated children’s book that through humor tries to demystify the idea that sciences, and specifically mathematics and physics, are boring or that are only for people with some kind of special gift.

This book of the astronomer Rodrigo Contreras Ramos, researcher of the Millennium Institute of Astrophysics MAS and the artist and art teacher Carolina Undurraga was launched at FILSA 2017, and it has the support of MAS, through the General Audience Projection Fund (PME by its Spanish acronym), part of the Millennium Science Initiative.

According to Rodrigo Contreras, “The project seeks to encourage children’s curiosity for science and awaken their ability to be amazed. We both—Carolina and I—have families and are parents, so we have seen how our children, and young people in general, are losing more and more their ability to be amazed and their connection with the world around them. On one hand, technology has helped in many areas, but on the other, it is forcing our children to disconnect (sometimes even between them) and at the same time not taking the chance to admire and ask some fundamental questions about our existence,” he explains.

“Bruno and the Big Bang” tells the story of Bruno —named after Giordano Bruno— a boy who is not passionate about science, but has an innate curiosity. Along with his pet —a chameleon called Bowi, named after David Bowie—, they live many adventures after meeting *Hidrógenes*, a hydrogen atom; all these adventures allow them to discover the history of Cosmos and with that, basic concepts of physics and astronomy.

“We know that it is not an easy job to involve children with different notions of science. Many of kids show a sign of rejection when they realize that the language used to teach them these subjects is quite cryptic and sometimes even boring. That is why we believe in the importance of changing the paradigm and showing sciences in an easy and approachable way, a way that can encourage their curiosity and their desire to keep learning and understanding our role in the Universe,” Contreras-Ramos states.

A thousand of copies were printed for this book’s first edition. MAS will be in charge of distributing all these copies in vulnerable schools throughout the country. Finally, according to the authors, they are already working on a new chapter of this series called: “Bruno and the Light”

Main photo: Dante Minniti, MAS Deputy Director; Carolina Undurraga, author; Virginia Garretón, ICM Executive Director; Manuela Zoccali, MAS Director; Rodrigo Contreras Ramos, author.



TODO UN ÉXITO RESULTÓ

el espacio interactivo del MAS en
Ciencia al Parque

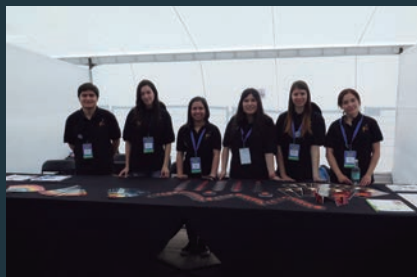


Más de 5.000 personas repletaron la elipse del Parque O'Higgins el pasado 8 de diciembre con motivo de la Feria Científica Ciencia al Parque, organizada por el PAR Explora RM Norte. Fueron 16 presentaciones dinámicas y 18 espacios interactivos los que encantaron al público, con ganas de conocer más de las últimas investigaciones realizadas por los científicos nacionales presentes. En ambas instancias el MAS tuvo una exitosa participación, toda centrada en enseñar a los presentes las propiedades y características de la principal estrella de nuestro Sistema Solar. "Conoce nuestra estrella: Un encuentro a 150 millones de kilómetros" era el nombre del espacio interactivo que MAS dedicó al Sol. Dos telescopios solares, lo que no estuvieron desocupados en ningún momento del día, e infografías y material relativo a nuestra estrella conformaron la instalación.

Por otra parte, se realizó el taller "Pregúntale la hora al Sol", en que los astrónomos Carol Rojas y Julio Olivares enseñaron a los asistentes, que repletaron la carpa morada donde se realizaba la actividad, sobre cómo se usa un reloj solar, las propiedades del Sol que permiten medir la hora, además de un repaso histórico de este instrumento.

Ambas actividades estuvieron a cargo de los monitores del MAS, Tracy Catalán, Claudia González, Katherine Henríquez, Andrea Mejías, además de Carol Rojas y Julio Olivares, quienes sin duda lograron encantar al público con la historia de nuestro principal astro.

MAS CELEBRATES THE HUGE SUCCESS OF ITS INTERACTIVE STAND AT CIENCIA AL PARQUE



More than 5,000 people went to the O'Higgins Park's ellipse on December 8th for Ciencia Al Parque (Science at the Park), a science fair organized by PAR Explora RM Norte. People were thrilled with all 16 dynamic presentations and 18 interactive stands, everyone was eager to learn more about the latest researches in Chile. In both activities, MAS had a strong presence, focusing on teaching the Sun's properties and main characteristics.

MAS' stand was called: "Learning about our star: An encounter at 150 million kilometers." The institute presented many interactive material, infographic images to give away and two solar telescopes that gathered lines and lines of people during the entire day.

In addition, MAS organized a workshop called "Ask the time to the Sun", where astronomers Carol Rojas and Julio Olivares explain to the participants, who packed the purple tent, how to build and use a sundial, the Sun's properties that allow us to measure time and also a history background of this instrument.

Both activities were in charge of MAS stand instructors, Tracy Catalán, Claudia González, Katherine Henríquez, Andrea Mejías, as well as Carol Rojas and Julio Olivares, who, without a doubt, managed to captivate the public's attention with the story of our main star.



DIRECTORA DEL MAS PARTICIPA en encuentro con estudiantes organizado por Fundación Inspiring Girls



Fotos: Gentileza Universidad Diego Portales.



Con el objetivo de incentivar a niñas y jóvenes a seguir una carrera científica, se realizó el segundo **Encuentro Mujeres en Astronomía y Espacio**, organizado por Fundación Inspiring Girls con el apoyo del Núcleo de Astronomía de la Universidad Diego Portales.

En el encuentro 45 niñas de tres colegios de Santiago pudieron compartir con científicas de renombre, plantearles sus inquietudes acerca del desarrollo de la carrera científica en un mundo que es predominantemente masculino y en un país donde la brecha entre hombres y mujeres en ciencia aún es muy importante.

Inspiring Girls es una fundación internacional que nace en Reino Unido, siendo Chile el primer país de Latinoamérica donde se implementa la iniciativa. Su finalidad es conectar a niñas de 10 a 15 años con profesionales que les sirvan de referente, tanto profesional como personalmente, y las inspiren a pensar en el abanico de posibilidades que tienen a su alcance.

En este segundo encuentro de astronomía y espacio participaron la directora del MAS, Manuela Zoccali, la investigadora Millarca Valenzuela, además de las astrónomas Bárbara Rojas Ayala y astrofísica Wanda Díaz Merced.

MAS Director joins meeting with students organized by Inspiring Girls Foundation



Images: Photo credits thanks to Universidad Diego Portales

In order to encourage girls to fulfill a scientific career, the Inspiring Girls Foundation, with the support of The Astronomy Nucleus of Universidad Diego Portales, carried out the second **Meeting of Woman in Astronomy and Space**.

45 girls from three school of Santiago, gathered in this meeting so they could share with important female scientists, ask them how to build a scientific career in a world dominated by men and in a country where the gap between woman and men in science is still quite large.

Inspiring Girls is an international foundation created in the United Kingdom and Chile is the first country in Latin America to implement the initiative. Its purpose is to connect girls aged 10 to 15 with professionals who serve as a reference, both professionally and personally, and inspire them to think about all the possibilities available to them.

In this second astronomy and space meeting participated MAS Director Manuela Zoccali, the geologist Millarca Valenzuela, and also the astronomers Bárbara Rojas Ayala and Wanda Díaz Merced.

MAS REALIZA STAR PARTY en el Observatorio Astronómico Docente de la UC en Hacienda Santa Martina

Fueron unas 60 personas las que durante el mes de octubre pudieron conocer el Observatorio Astronómico Docente del Instituto de Astrofísica de la Universidad Católica en la Hacienda Santa Martina en la comuna de Lo Barnechea. Todo gracias a una iniciativa del Instituto Milenio de Astrofísica MAS y su investigador Alejandro Clochiatti.

Impulsado por el entusiasmo que generó en redes sociales un concurso de la editorial Planeta de Libro que invitaba a una persona a conocer el Observatorio Astronómico Nacional, en Cerro Calán, el investigador del MAS, quien también pertenece al Instituto de Astrofísica UC, pensó que sería una buena idea realizar una actividad paralela para aquellos que más ganas demostraron y que quedarían fuera del premio de dicha editorial.

Es por eso que en dos jornadas, el 6 y 13 de octubre, fueron recibidos en Santa Martina por la astrónoma residente del observatorio Daniela Fernández, quien les hizo un tour por las instalaciones, luego de una charla introductoria de Alejandro Clochiatti. Posterior a ello, se dio paso a la observación del cielo, y además una muestra de cómo funcionan algunos instrumentos en el observatorio.

Una experiencia única para más de media docena de personas entusiastas de la astronomía.



MAS carried out Star Party at the UC Teaching Astronomical Observatory at Hacienda Santa Martina



About 60 people visited the Teaching Astronomical Observatory of the Astrophysics Institute of the Catholic University at Hacienda Santa Martina in October in Lo Barnechea. All thanks to an initiative of the Millennium Institute of Astrophysics MAS and its researcher Alejandro Clochiatti.

Inspired by the enthusiasm generated in social media by a contest organized by publishing house Planeta de Libro that invited a person to visit the National Astronomical Observatory, in Cerro Calán, the researcher of MAS, who also belongs to the Institute of Astrophysics UC, thought it would be a good idea to carry out a parallel activity for those who showed most enthusiasm and were excluded from the publishing house's event.

That's why in two days, on October 6th and 13th, they were welcomed in Santa Martina by the resident astronomer Daniela Fernández, who gave them a tour around the facilities, after an introductory talk by Alejandro Clochiatti. After that, they observed the sky, and were able to see how the instruments work in the observatory.

A unique experience for more than half a dozen astronomy enthusiasts.





MAS Información - MAS Information

Felicitemos a todos nuestros investigadores que obtuvieron fondos para su investigación y celebramos el financiamiento que obtuvimos para seguir haciendo divulgación.

We are really excited for all our MAS members that won funds for their research, as well as our outreach program, congratulation to all of you!

Fondo / Fund	Agencia /Agency	Nombre / Name
Fondecyt Iniciación	Conicyt	Millarca Valenzuela
		Felipe Olivares
Fondecyt Postdoctorado	Conicyt	Álvaro Rojas Arriagada
		Claudia Aguilera
		Rafael Brahm
		Juan Carlos Beamín
Proyección al Medio Externo	Iniciativa Científica Milenio	Animate de Astronomía sobre contaminación Lumínica
		Diagramación e impresión Libro Bruno y el Big Bang
		Taller de Astronomía para jóvenes Fundación Mundo Ideal



Agenda

Outreach Events

Astronomy Day in Chile

March 19 – 23, 2018

www.diadeastronomia.cl

Star Party La Florida

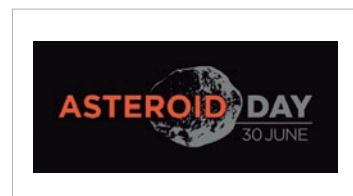
January 19 – March 24, 2018

Centro Cultural de La Florida
20:00 Hrs.

Asteroid Day

June 30, 2018

www.asteroidday.org



¡Conoce nuestras expresiones digitales!
Don't forget to follow us!

www.astrofiscamas.cl



[/AstrofisicaMAS](https://www.facebook.com/AstrofisicaMAS)



[@astrofisicaMAS](https://twitter.com/astrofisicaMAS)



<http://goo.gl/LN733V>



COMITÉ EDITORIAL - EDITORIAL BOARD

Manuela Zoccali - Denise Gómez Zarzar

TEXTOS Y EDICIÓN - TEXT AND EDITING

Makarena Estrella Pacheco

COLABORACIÓN TEXTOS / TEXTS COLLABORATION

Carol Rojas

TRADUCCIÓN - TRANSLATION

Natalia Atencio Menares

DISEÑO - DESIGN

Alejandra Evert

FOTOGRAFÍAS DE FONDO - BACKGROUND PHOTOS

www.eso.org