

## CHILE: UNA VENTANA AL UNIVERSO

“La astronomía se ha ganado un lugar especial en Chile. La visión del cosmos de nuestros ancestros en el norte y sur del país generó teorías y buscó respuestas, descifrando el firmamento e interpretando las constelaciones. Con el tiempo, la llegada de observatorios y el nacimiento de una comunidad científica nacional activó descubrimientos que revelan poco a poco los secretos del Universo, y nos han puesto en un lugar privilegiado. En la próxima década, las preguntas a temas fundamentales sobre nuestros orígenes y destino, serán respondidas desde Chile, con la puesta en marcha de los telescopios más grandes del mundo en el norte de nuestro país”.

MARIO HAMUY, Premio Nacional de Ciencias Exactas (2015), en “Cielos de Chile: desde la Tierra al Universo”. Ministerio del Medio Ambiente, 2018.



ESO/C. Malin, Wikimedia Commons.

Las nubes de Magallanes y las antenas del observatorio ALMA, Región de ANTOFAGASTA.

“Es cierto que a todos nos fascina el cielo, pero con tantos problemas en la Tierra, ¿por qué interesarse por las estrellas? María Teresa Ruiz responde: La humanidad siempre se ha ocupado del Universo. Muchos de los avances han sido posibles por hacerse preguntas “inútiles”, guiadas solamente por la curiosidad. Aunque en absoluto sea la motivación de la astronomía, los nuevos descubrimientos de la astronomía casi siempre tienen una aplicación práctica.

El sistema wifi, la resonancia magnética o la energía nuclear son algunos ejemplos. Incluso el viaje a la Luna ha aportado más beneficios económicos que lo que costó, gracias a los avances que fueron necesarios para conseguirlo. Ahora la próxima frontera será poner al hombre en Marte y para superar ese desafío, hace falta avances que pueden ser de mucha importancia para nuestra vida diaria. Así que hay que seguir empujando la frontera del conocimiento”.

Entrevista a MARÍA TERESA RUIZ, Premio Nacional de Ciencias Exactas (1997). Julio 2018. (fragmento) En <https://www.dw.com>

Esta cápsula científica fue posible gracias a la colaboración de RICARDO DEMARCO, doctor en Astrofísica y Director Ejecutivo de la Sociedad Chilena de Astronomía (SOCHÍAS).



## ¿QUÉ ES LA ASTRONOMÍA?

La palabra ASTRONOMÍA proviene del latín y el griego “astron” (estrellas) y “nomia” (norma o regla), es la “Ley de las estrellas”.

Es la ciencia que se ocupa del estudio de los cuerpos celestes, sus movimientos, los fenómenos ligados a ellos, su registro y la investigación de su origen a partir de la información obtenida a través de la radiación electromagnética. Su propósito es responder las preguntas más básicas del Universo y develar sus leyes.

El cielo ha atraído a toda la humanidad a lo largo de la historia.

Las primeras culturas identificaron objetos celestes con sus divinidades y observaron sus movimientos a través del cielo interpretándolos como profecías. Los astros sirvieron de guía a los navegantes y de referentes para los ciclos agrícolas. Pensadores y científicos como Aristóteles, Tolomeo, Copérnico, Brahe, Kepler, Galileo, Newton y Einstein han contribuido al desarrollo de esta disciplina y en la actualidad seguimos buscando responder las mismas preguntas, como: ¿de dónde venimos?, ¿cómo hemos llegado hasta aquí?, ¿cuál será nuestro destino final?, ¿hay vida en otros planetas?...



Telescopio construido por Galileo Galilei en 1609. Se conserva en el Museo de Historia de la Ciencia de Florencia, ITALIA.

Fotografía: Kostas Xenkakis National  
Archaeological Museum, Athens



Mecanismo de Anticitera.



## EL COMPUTADOR MÁS ANTIGUO DEL MUNDO

En 1900, pescadores griegos descubrieron un naufragio cerca de la isla de Anticitera, que contenía un artefacto de bronce que, a pesar de la oxidación generada por más de dos milenios bajo el Mediterráneo, contenía ruedas, engranajes y escalas graduadas. La complejidad del sistema era tal, que no fue posible descifrarlo hasta la segunda mitad del siglo XX. El MECANISMO DE ANTICITERA resultó ser un computador análogo del segundo siglo a.C. Su función era calcular la posición de los planetas y las fechas de los eclipses. Un hecho extraordinario, si se considera que en Europa no existió algo semejante hasta el siglo XVII.



Crédito: ESO.

Galaxia espiral NGC 1232.

### EL UNIVERSO EN CIFRAS

Objeto	Diámetro
Tierra	12.760 km
Sol	1.400.000 km
Sistema Solar	1 mes luz
Vía Láctea	100.000 años luz
Grupo local de galaxias	10 millones de años luz
Supercúmulo de Virgo	100 millones de años luz
Universo visible	93.000 millones de años luz

www.astromia.com

## NUESTRO LUGAR EN EL UNIVERSO

“La TIERRA es parte de un conjunto de planetas que orbitan en torno al SOL, una estrella común entre unas 100.000 millones de estrellas que forman nuestra galaxia de tipo espiral barrida, la VÍA LÁCTEA. El Sol se encuentra en uno de sus brazos espirales aproximadamente a unos 28.000 años luz de distancia del centro (un año luz corresponde a la distancia que recorre la luz en un año, esto es, 9,46 billones de km), y gira en torno a este centro a 800.000 km/hr completando una vuelta cada 230 millones de años.

La galaxia más cercana a la Vía Láctea es ANDRÓMEDA. Su velocidad indica que se está acercando aproximadamente a unos 400.000 km/hr en curso de colisión con la Vía Láctea.

Pero Andrómeda está a una distancia unos 2,5 millones de años luz, por lo que esto ocurriría en unos 7.500 millones de años más. Para entonces, el Sol estará llegando al final de su vida, ya que solo le queda combustible para brillar unos 4.500 millones de años. Además de Andrómeda, podemos observar unas cincuenta galaxias más pequeñas, algunas atrapadas por la fuerza de gravedad de Andrómeda o de la Vía Láctea, girando como un enjambre de abejas alrededor de ellas. Las más cercanas a la Vía Láctea son la NUBE MENOR DE MAGALLANES y la NUBE MAYOR DE MAGALLANES.

Si nos alejamos de nuestro “vecindario”, veremos que somos un grupo muy pequeño que forma parte de un grupo mayor con miles de galaxias, muchas de ellas más grandes y masivas que la nuestra, llamado CÚMULO DE VIRGO. Junto a otros cúmulos, forman estructuras inmensas llamadas “SUPERCÚMULOS”, dando forma a una telaraña cósmica que cubre todo el Universo”.

MARÍA TERESA RUIZ en “Hijos de las estrellas”. Ed. Debate, 2017. (fragmento adaptado).

## ORIGEN DEL UNIVERSO: MATERIA PRIMA PARA LA VIDA

En la actualidad se estima la edad del Universo en 13.700 millones de años, y su origen, el BIG-BANG, es el evento que creó el espacio y marcó el inicio del tiempo. Al crearse el universo, surgieron electrones, neutrinos, quarks y otras partículas fundamentales, y a continuación, las cuatro fuerzas consideradas arquitectas del cosmos:

- FUERZA NUCLEAR FUERTE, que mantiene unidos a protones y neutrones en el núcleo de los átomos.
  - FUERZA NUCLEAR DÉBIL, responsable de la radioactividad de algunos elementos.
- FUERZA ELECTROMAGNÉTICA, que se relaciona con los campos eléctricos y magnéticos y partículas con carga eléctrica.
- FUERZA GRAVITACIONAL, que hace que un cuerpo con masa atraiga a otro, como el Sol atrae a la Tierra.

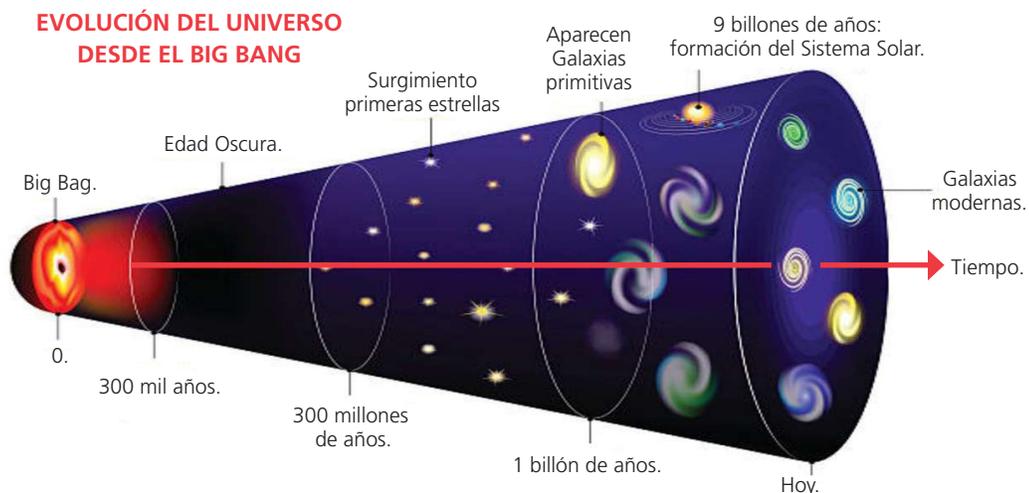
Una millonésima de segundo después del Bing-Bang se unieron tres QUARK para formar los primeros PROTONES y NEUTRONES. Un minuto más tarde, gracias a las fuerzas nucleares, se formaron los primeros NÚCLEOS ATÓMICOS. El Universo tenía temperaturas de más de 10 millones de grados, que produjeron reacciones nucleares produciendo núcleos de hidrógeno e helio. El Universo siguió expandiéndose con núcleos de helio e hidrógeno, la temperatura bajó, y se detuvieron las reacciones nucleares. Trecientos mil años después, con una temperatura cercana a los 3000 grados, entró en acción la fuerza electromagnética haciendo que los núcleos atómicos de carga eléctrica positiva atrapasen los electrones de carga eléctrica negativa y formaran los primeros ÁTOMOS DE HIDRÓGENO Y HELIO.

El Universo se hizo transparente gracias a que los núcleos atómicos atrapasen a los electrones. A partir de entonces, podemos observar directamente lo que ocurrió.

Unos pocos cientos de millones años después del Big-Bang, gracias a la fuerza gravitacional, comenzaron a formarse las primeras galaxias y dentro de ellas las estrellas. Las estrellas por su parte, mediante reacciones nucleares, transformaron el hidrógeno y el helio en elementos más complejos, como OXÍGENO, CARBONO, NITRÓGENO, y la mayoría de los elementos conocidos.

Hace 4.500 millones de años se formó el Sol, 1.000 millones de años después surgió la vida en la Tierra y hace solo un par de millones años atrás, nuestros primeros ancestros.

MARÍA TERESA RUIZ en "Hijos de las estrellas". Ed. Debate, 2017. (fragmento adaptado).



## NACIMIENTO DE UNA ESTRELLA

Una estrella se forma cuando una nube de gas, compuesta principalmente de hidrógeno, helio y polvo interestelar, se desploma por su propio peso (colapsa). Este colapso ocurre cuando en esa nube existe una región que es algo más densa, es decir, hay un «grumo» que tiene más masa, por lo que ejerce una atracción gravitacional sobre el material que lo rodea y va aumentando su tamaño y densidad hasta que colapsa. Debido a sus altísimas temperaturas y densidad, en su centro se encienden reacciones nucleares que generan una gran cantidad de energía transformándose en una «bomba atómica» que podría hacerla explotar, pero la fuerza de gravedad que ha hecho colapsar la nube para formar esa estrella se opone. La fuerza que quiere hacer explotar la estrella es contrarrestada por la fuerza de gravedad que impulsa su colapso y se alcanza un equilibrio. Nace así una estrella, y de sus escombros surgirán más tarde los planetas.

MARÍA TERESA RUIZ en "Hijos de las estrellas". Ed. Debate, 2017. (fragmento adaptado)



Esta imagen, tomada por el telescopio espacial James Webb en julio de 2022, corresponde a una nube de formación estelar en la nebulosa Carina, ubicada dentro de la Vía Láctea.



### “SOMOS HEREDEROS DE UNA ESTIRPE ESTELAR”

“Al morir las estrellas, el material que han fabricado sale expulsado hacia fuera y se mezcla con nubes de gas, esencialmente hidrógeno y helio, y muchos de los elementos naturales que conocemos en la Tabla Periódica, como litio, carbono, nitrógeno, oxígeno, hierro o níquel. De esas nubes de gas se forman nuevas estrellas con elementos más complejos. Entonces, nosotros, el Sol, los planetas y todo el Sistema Solar somos herederos de una estirpe estelar, no solo de una estrella, dos o tres, si no varias generaciones de estrellas que fueron haciendo su trabajo durante su vida, y al morir dejaron su herencia para la nueva generación de estrellas, y así sucesivamente. Finalmente, cuando se formó el Sol, ya existían todos los elementos que conocemos”.

Entrevista a MARÍA TERESA RUIZ, mayo 2022. En: <https://www.enpalco.cl/> (fragmento adaptado).

## LA LUZ: UN MENSAJERO DEL UNIVERSO

“Las herramientas más importantes (terrestres y espaciales) para explorar el Universo se relacionan con la luz -o radiación electromagnética-, ya que permiten atrapar y estudiar la luz que nos llega desde los confines del Universo.

La luz se mueve a velocidad constante, con un valor fijo de 300.000 km/s (en el vacío). Esto hace que la luz que emiten los objetos más lejanos tarde mucho en llegar a nosotros y nos muestre el Universo tal como era hace miles de millones de años, mientras que la luz que viene desde objetos más cercanos se demora menos en llegar y nos muestra el Universo más cerca del presente.

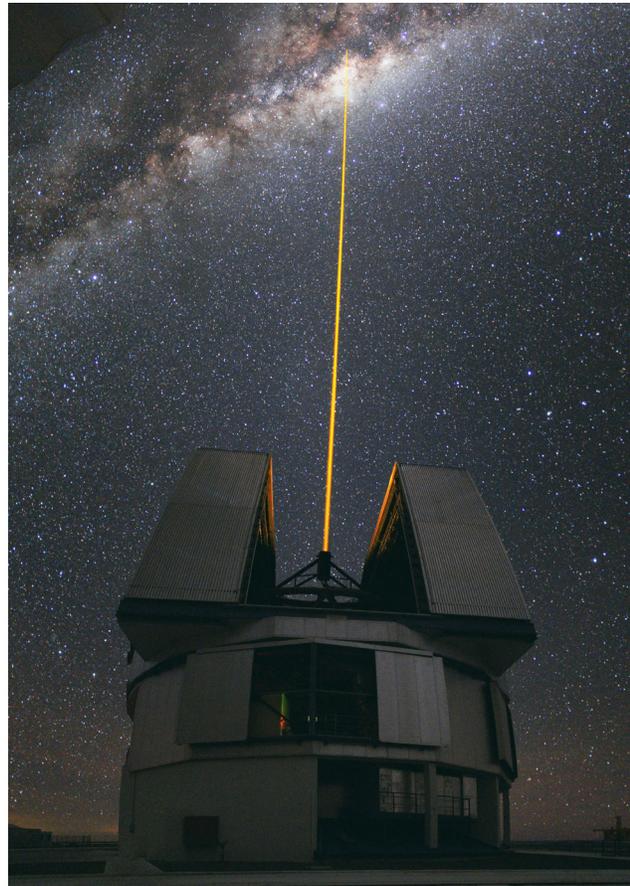
Por ejemplo, la luz del Sol tarda ocho minutos en recorrer los 150 millones de kilómetros que la separan de la Tierra. Cuando vemos que el Sol se está poniendo, ya hace ocho minutos que está bajo el horizonte. Y cuando la mente procesa esta información, ya está en el pasado: el presente es solo un momento imaginario entre el pasado y el futuro. La exploración del Universo es entonces un viaje por el espacio-tiempo”.

MARÍA TERESA RUIZ en “Hijos de las estrellas”. Ed. Debate, 2017. (fragmento adaptado)



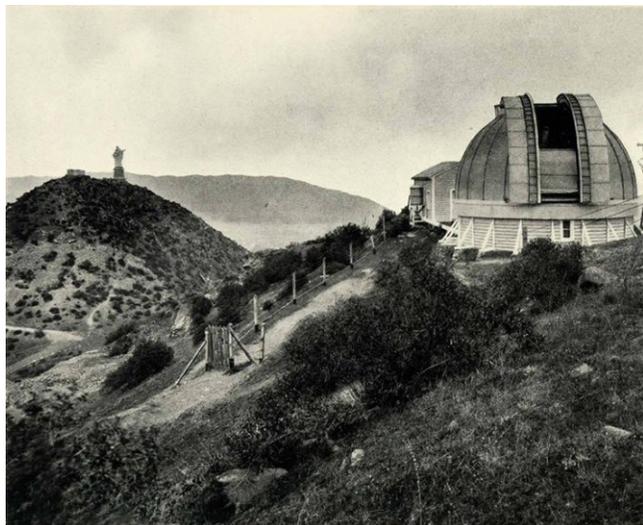
## EL EFECTO DOPPLER

Este es uno de los fenómenos que afectan a la luz, y consiste en que cuando una fuente luminosa se aleja del observador, la luz que emite se desplaza hacia el rojo (longitudes de onda grandes); si la fuente se mueve acercándose, su luz se desplaza hacia el azul (longitudes de onda pequeñas). Este efecto permite saber si las estrellas, las galaxias y todos los objetos en el Universo se están alejando o acercando; en el caso de las galaxias, también permite determinar sus distancias, ya que la expansión del Universo hace que las galaxias se alejen unas de otras. Es decir, mientras más lejos de nosotros esté una galaxia, más rápido se estará alejando y más al rojo se desplazará su luz.



ESO/Yuri Beletsky (ybialets at eso.org).

Yepún (Venus), uno de los cuatro telescopios del Very Large Telescope (VLT) apuntando con su láser al centro de la Vía Láctea. Este láser se utiliza para crear una estrella artificial que elimina los efectos de distorsión producidos por la atmósfera. Los otros 3 telescopios se llaman Antú (Sol), Kuyén (Luna) y Melipal (Cruz del Sur), 2001.



Observatorio Astronómico sobre el Cerro San Cristóbal, 1925.



ESO.

El Very Large Telescope (VLT), en Paranal, Región de ANTOFAGASTA, es uno de los observatorios ópticos e infrarrojos más avanzados del mundo. Está formado por cuatro unidades de telescopio, 1998.

## ASTRONOMÍA EN CHILE ¿POR QUÉ? ¿CÓMO? ¿CUÁNDO?

En la época prehispánica pueblos como los mapuche, molle, diaguitas y atacameños, entre otros, practicaron la astronomía para elaborar calendarios agrícolas, religiosos y civiles. Según, las investigaciones arqueológicas, durante el Imperio Inca (siglos XIV y XV), se habría construido un observatorio astronómico sagrado en el Pucará de Chena en San Bernardo, Región Metropolitana, declarado Monumento Histórico en 1977.

Durante el siglo XIX el pionero escocés Juan Mouat instaló el primer observatorio en Valparaíso (1843) en los terrenos del Castillo San José. En 1849, contratado por el gobierno chileno, el norteamericano James Melville Gilliss, levantó el primer observatorio astronómico oficial, en el cerro Santa Lucía, en Santiago, dando origen al Observatorio Astronómico Nacional, que luego fue trasladado a la Quinta Normal. En 1903, la expedición estadounidense del Observatorio Lick, construyó una sede en el Cerro San Cristóbal que posteriormente sería donada a la Universidad Católica de Chile.

Sin embargo, hubo que esperar la década de 1960 para que comenzara un desarrollo explosivo, con la instalación de los observatorios Roble (1965), Tololo (1967), La Silla (1969), Las Campanas (1971), Paranal (1998), Gemini (2000) y ALMA (2011). ¿A qué se debió esta verdadera revolución? Diversas organizaciones astronómicas internacionales comprobaron que el norte de Chile constituía uno de los mejores lugares del planeta para la observación astronómica terrestre. En ese mismo sentido, se explica que en los próximos años se sumarán el Giant Magellan Telescope (GMT), el Extremely Large Telescope (ELT), el Tokyo Atacama Observatory, (TAO), el Vera Rubin Observatory, el Cherenkov Telescope Array (CTA), entre otros.

## OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS EN CHILE

Los cielos del norte de Chile constituyen un laboratorio natural para el desarrollo de la observación astronómica debido a:

- La baja contaminación lumínica de los cielos.
- La prevalencia de gran cantidad de noches con cielos despejados (debido a la Corriente de Humboldt) y una atmósfera estable (no turbulenta) que permite obtener imágenes nítidas.
- La posibilidad de observar el Universo desde el hemisferio sur con una perspectiva que apunta al centro de la Vía Láctea.
- Desde los cielos del sur se pueden observar las dos galaxias satélites de la Vía Láctea: la Nube Mayor de Magallanes y la Nube Menor de Magallanes.

### REGIÓN DE ANTOFAGASTA

- Observatorio Paranal (ESO).
- Proyecto en construcción Extremely Large Telescope ELT (ESO).
- Proyecto en construcción TAO (University of Tokyo).
- Radiotelescopio Atacama Pathfinder Experiment, APEX. (ESO).
- Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, ALMA (ESO, NRAO, NAOJ).
- Leighton Chajnantor Telescope LCT (CALTECH).
- Proyecto Atacama Submillimeter Telescope Experiment (ASTE), (NAOJ).
- Observatorio NANTEN2 (Consortio de universidades).
- Atacama Cosmology Telescope, ACT (Consortio de universidades).
- Fred Young Submillimeter Telescope, FYST (Consortio de universidades).

### REGIÓN DE COQUIMBO

- Observatorio Gemini Sur (AURA).
- Observatorio La Silla (ESO).
- Observatorio Interamericano de Cerro Tololo (AURA, NOIRLab, NSF).
- Observatorio Southern Astrophysical Research SOAR (AURA).
- Proyecto en construcción Observatorio Vera Rubin (LSST Corporation).

### SIGLAS DE ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE ASTRONOMÍA

- Organización Europea para la Investigación Astronómica en Hemisferio Austral (ESO).
- Association of Universities for Research in Astronomy (AURA).
- Carnegie of Washington (CIW).
- National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory (NOIRLab).
- Legacy Survey of Space and Time (LSST Corporation).
- National Radio Astronomy Observatory (NRAO).
- Instituto de Tecnología de California (CALTECH).
- National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ).
- National Science Foundation (NSF).

### • OBSERVATORIOS VINCULADOS A UNIVERSIDADES CHILENAS

- Cerro El Roble, U. de Chile, Región de Valparaíso.
- Cerro Calán, U. de Chile, Región Metropolitana.
- Observatorio Manuel Foster de la PUC, Región Metropolitana.
- Cerro Armazones, U. Católica del Norte, Región de Antofagasta.

### SIMBOLOGÍA

- Observatorios ópticos/Infrarrojos
- Observatorios de radio

### REGIÓN DE ATACAMA

- Observatorio Las Campanas (CIW).



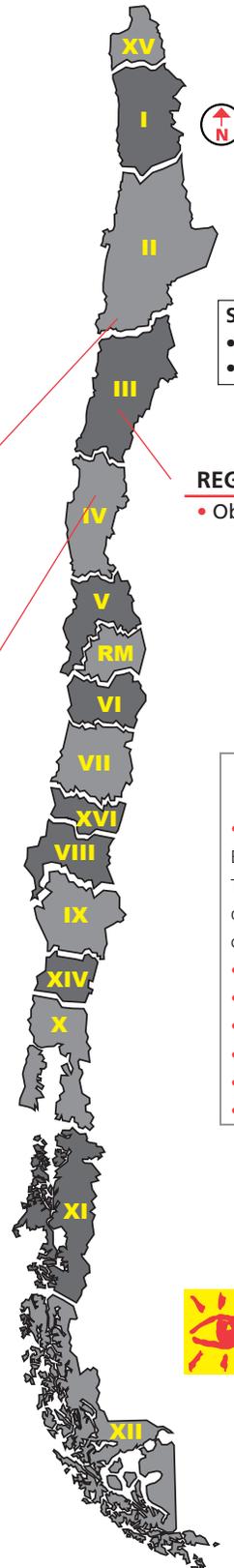
### • OBSERVATORIOS TURÍSTICOS

Existen además muchos observatorios Turísticos en diferentes regiones del país, que acercan los cielos a la ciudadanía.

- Mamalluca, VICUÑA.
- Cruz del Sur, COMBARBALÁ.
- El Pangue, VICUÑA.
- Astronómico Andino, LO BARNECHEA.
- Cerro Pochoco, LO BARNECHEA.
- Astrocultural Yepun, CAÑETE.

### • ¡10 % DE OBSERVACIÓN!

La instalación de observatorios internacionales en Chile permite que los investigadores nacionales tengan acceso gratuito al 10 % del tiempo de observación en todos los telescopios, un verdadero lujo (debido a sus elevados costos) para impulsar el desarrollo de la astronomía y la formación de profesionales en las universidades del país.



## EL TELESCOPIO GIGANTE DE MAGALLANES: NUEVA MÁQUINA DEL TIEMPO

El Telescopio Gigante Magallanes (GMT) dentro del Observatorio Las Campanas (LCO) en la región de Atacama, empezó a construirse en 2015 y se convertirá en uno de los ojos más poderosos del mundo hacia el centro de la Vía Láctea. El proyecto es liderado por diversas universidades e instituciones científicas, entre ellas la Institución Carnegie para la Ciencia, y comenzará a operar en 2029.

El GMT tendrá siete espejos de 8.4 m de diámetro, formando una única superficie óptica de 24.5 m de diámetro, con un poder de resolución diez veces mayor al del Telescopio Espacial Hubble. Emplazado en un edificio de 22 pisos que gira, permitirá acceder a la luz en distintos puntos del cielo, y contará con cuatro rayos láser para corregir las imágenes en el campo de visión del telescopio.

Entre las funciones que tendrá este telescopio, están:

- La búsqueda señales de vida en planetas similares a la Tierra,
- Investigar los orígenes cósmicos de los elementos químicos, de la materia oscura y la energía,
- Explorar la formación de las primeras estrellas, galaxias y agujeros negros.

Damien Jamison, Telescopio Gigante de Magallanes. GMT Corporation.



Construcción del segmento 5 del espejo primario del Telescopio Gigante da Magallanes en ATACAMA.



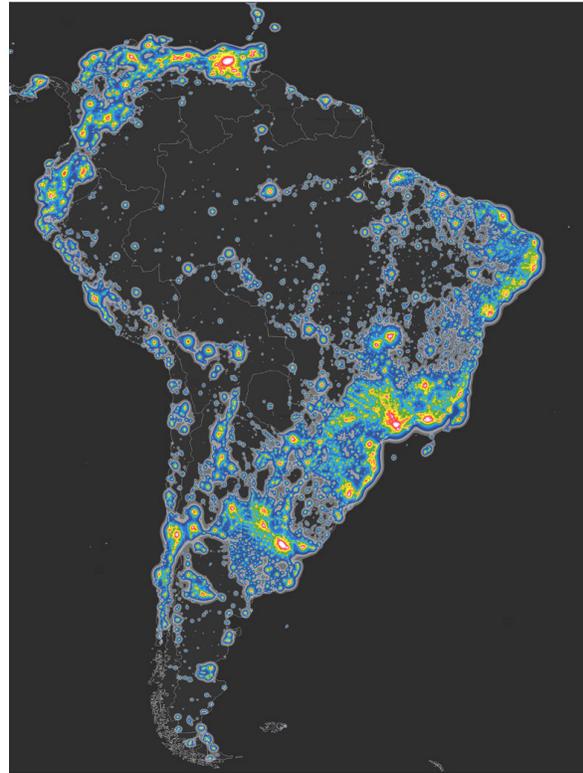
### LOS OJOS CONTEMPORÁNEOS PUESTOS EN MARTE

“Marte es un planeta que en principio es colonizable pero hay que ver cómo respiramos allí porque no hay atmósfera y, por lo tanto, hay que ver de dónde sacamos oxígeno, primero, y también agua, aunque ahora hay buenas pistas de que parece que hay agua, ¡incluso líquida! La pregunta es: ¿podremos tener éxito, plantando papas, tomates, cebollas, zapallos, en Marte?”.

JOSÉ MAZA, Premio Nacional de Ciencias Exactas de Chile 1999.

LOS CIELOS NORTINOS: ¿UN PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD?

El mayor problema que afecta a nuestros cielos, en especial a los del norte, es la CONTAMINACIÓN LUMÍNICA producto de la iluminación artificial. Si bien, desde fines de los años 90 del siglo XX, Chile ha buscado proteger la calidad de los cielos mediante regulaciones a las emisiones, así como directrices sobre instalaciones de luminarias de exterior, como ocurre con el Decreto N°43 (2012) actualmente vigente, su aplicación ha sido muy lenta y la fiscalización escasa. Esta situación ha llevado a la comunidad científica nacional e internacional a impulsar iniciativas para que conviertan en Sitios Patrimonio de la Astronomía y Arqueoastronomía tanto los cielos del norte de Chile, como los de Arizona, Hawaii, Islas Canarias y Sudáfrica. De lo contrario, la contaminación lumínica impedirá el desarrollo de la astronomía.



“EL NUEVO ATLAS MUNDIAL DEL BRILLO DEL CIELO NOCTURNO ARTIFICIAL”. En: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1600377>

Mapa del brillo del cielo artificial de América del Sur.



Fundación Planetario USACH

Planetario Chile.



EL PLANETARIO DE CHILE

Inaugurado en 1985 con la meta de fomentar la divulgación de las ciencias astronómicas, el Planetario pertenece a la Universidad de Santiago. Posee un sistema de proyección audiovisual único en Sudamérica, que combina un proyector “óptico-mecánico” de alta precisión, capaz de simular el cielo nocturno tal como lo observamos a simple vista y un moderno sistema de proyección de video digital inmersivo.

[www.planetariochile.cl](http://www.planetariochile.cl)

## GRANDES DESCUBRIMIENTOS REALIZADOS DESDE LOS CIELOS DE CHILE

- La SUPERNOVA 1987A en la Nube Mayor de Magallanes fue observada por primera vez a ojo desnudo en el Observatorio Las Campanas (1987). Esta supernova transformó la comprensión que se tenía hasta entonces de cómo evolucionan y mueren las estrellas de gran masa.
- PLANETAS EXTRASOLARES, ATMÓSFERAS Y LA PRIMERA IMAGEN DE UN EXO-PLANETA. En 1995 se descubrió “51 Pegasi b”, un planeta gigante gaseoso que orbitaba muy cerca de una estrella similar al Sol. A partir de entonces, se han descubierto innumerables exoplanetas y, en 2005, se obtuvo una primera imagen desde Paranal. En 2016, desde La Silla se descubrió un exoplaneta que orbita la estrella Próxima Centauri, la más cercana a la Tierra (unos 4 años luz) y el planeta Próxima Centauri b es similar a la Tierra.
- UN AGUJERO NEGRO SÚPER MASIVO EN EL CENTRO DE NUESTRA GALAXIA. Bautizado como SgrA\*, sería el más cercano a la Tierra, y estaría a una distancia aproximada de 26.000 años luz. Desde Chile, se estudia este agujero negro en los observatorios La Silla y Paranal, y su primera imagen directa pudo ser captada gracias a la ayuda de observaciones realizadas con ALMA.



### ECLIPSE TOTAL DE SOL

En el eclipse total del 2/7/2019 -la UMBRA o franja de totalidad de la sombra que alcanza el 100 % de oscuridad durante el eclipse- se desarrolló entre las regiones de Atacama y Coquimbo desde las 16:38 hasta a las 16:41.

ESOR/ Lucchesi.

Eclipse total de sol desde observatorio La Silla, (Región de COQUIMBO) 2/7/2019.

- SUPERNOVAS Y LA EXPANSIÓN ACELERADA DEL UNIVERSO. Durante la década de los noventa, el proyecto Calán-Tololo, con científicos chilenos y estadounidenses, se propusieron la búsqueda de supernovas en el hemisferio austral e investigar su utilidad como patrones lumínicos. Las nuevas observaciones permitieron generar una metodología para medir la distancia de las galaxias lejanas, con una precisión hasta entonces inexistente. En 2010, los astrónomos y Premios Nacionales de Ciencias Exactas, MARIO HAMUY (2015) y JOSÉ MAZA (1999), desarrollaron este método, investigación clave para plantear la teoría de la expansión acelerada del Universo que permitió ganar el Premio Nobel de Física a tres estadounidenses en 2011.
- BROTOS DE RAYOS GAMMA. Desde Chile se ha medido la distancia a la explosión de rayos Gamma (GRB 090423) más lejana confirmada hasta hoy, emitida unos 600 millones de años después del Big Bang.
- GALAXIAS SATÉLITES DE LA VÍA LÁCTEA. En los observatorios del norte se han detectado algunas de las galaxias más pequeñas y antiguas del Universo que orbitan como satélites de la Vía Láctea. Esta información permite entender la formación de las primeras estrellas en el Universo y cómo la materia se organiza y distribuye por el espacio a lo largo del tiempo.

“Cielos de Chile: desde la Tierra al Universo”. Ministerio del Medio Ambiente, 2018. (fragmento adaptado).



Crédito: ESO.

Maqueta del proyecto en construcción del Extremely Large Telescope (ELT), en cerro Armazones, Región de ANTOFAGASTA.

## CHILE: CAPITAL MUNDIAL DE LA ASTRONOMÍA

Con más de medio siglo albergando algunos de los telescopios más avanzados para la observación astronómica en el mundo, prontamente Chile concentrará el 70 % de la capacidad global con telescopios de gran tamaño (superiores a 4 m). ¿Entiende a cabalidad la comunidad nacional este fenómeno? ¿Existe conciencia que la astronomía ocupa las máquinas más complejas y sofisticadas que los humanos somos capaces de construir?

¿Contamos con profesionales para la construcción, mantención y desarrollo de estas verdaderos “detectives astronómicos” instalados en el norte de nuestro territorio?

Ya existe una comunidad con más de 23 instituciones de formación e investigación y cerca de 300 investigadores que están atentos al desarrollo de la ciencia y tecnología astronómica, en áreas como la óptica, la mecánica, la electrónica y la tecnología de la información, entre otras. Hoy los desafíos apuntan -tanto al desarrollo de capital humano y económico- como a la producción industrial, coordinación, logística y cooperación internacional.

Es también un gran desafío hacia el mundo de la educación incorporar a las nuevas generaciones en el desarrollo de la capacidad de asombro frente a las maravillas del Universo para convertirnos en protagonistas de esta revolución científica en que nos toca actuar como país. Chile necesita astrónomos, técnicos, mecánicos, ingenieros, meteorólogos, físicos, programadores, analistas de datos, topógrafos y matemáticos para estar a la altura de la circunstancias. ¿Los estamos formando?