REVISTA ASTRONÓMICA

Año 86 Número 282 noviembre 2014
Asociación Argentina Amigos de la Astronomía

M42 Nebulosa de Orión - crédito: NASA, ESA, T. Megeath (University of Toledo) and M. Robberto (STScI)

Trazos de estrellas desde el Hemisferio Sur - fotografía por Sergio Montúfar
Desde latitud 13° 43′ 36″ Norte, justo sobre el mar, que es uno de los lugares en donde se puede percibir el infinito.

REVISTA ASTRONÓMICA

Año 86 Número 282 Noviembre 2014
Asociación Argentina Amigos de la Astronomía

Editorial

Uno de los eventos más importantes que pasó en la primera mitad de este año (después del mundial, por supuesto) fue la detección de un tipo determinado de radiación polarizada que confirmaba, de modo indirecto, las ondas gravitacionales y de ese modo al mismísimo Big Bang. Este logro del grupo de investigación del BICEP 2 fue festejado en el número anterior de esta revista y en medios especializados de todo el mundo. Pero la excitación duró poco y no tardó en llegar una lluvia de refutaciones de otros investigadores. Al día de hoy, estamos esperando los resultados del grupo del satélite Planck (grupo que presentó hace poco un trabajo en el que afirma que los resultados del BICEP 2 pueden ser erróneos porque encajan con una contaminación de la lectura por polvo galáctico)... Habrá que esperar.

Siguiendo con los artículos de astrofísica, mientras la licenciada Cintia Peri nos explica las etapas que llevan al nacimiento de una estrella, el licenciado Gabriel Ferrero nos cuenta los vericuetos de su trabajo y los métodos para determinar la masa de las estrellas. Dicho de otro modo, nos enseña a pesar estrellas.

Por otro lado, unos días atrás vimos el lanzamiento y puesta en órbita del ARSAT-1, el primer satélite geoestacionario construido en Latinoamérica. Hoy podemos leer aquí mismo, en la página 20, una nota explicando lo general y particular de este proyecto. Al mismo tiempo, la sonda MAVEN, que mencionamos en la última revista, ya llegó a Marte y estamos esperando sus resultados para compartirlos con ustedes.

Invitamos a todos los socios, profesionales y entusiastas de la astronomía a que se nos unan y ayuden, ya sea escribiendo artículos o enviándonos fotografías. No duden en escribirnos a revistaastronomica@gmail.com por cualquier duda o hablarnos en la Asociación. Desde Revista Astronómica, estamos comprometidos a seguir mejorando ésta, que es la revista de todos los Amigos de la Astronomía.

Nahuel M. Srnec

Fotografía de la izquierda

Este tipo de fotografías puede obtenerse con una larga exposición (en la que las estrellas, al moverse, van dejando un trazo) o por medio de muchas fotografías consecutivas en el mismo lugar.

Los trazos muestran el movimiento de las estrellas alrededor del polo sur celeste debido a la rotación de la Tierra. Algo que no es común para los fotógrafos en nuestra latitud: ver en la foto al polo sur acostado sobre el horizonte. Ya que la fotografía fue tomada en el hemisferio norte, en Playa Cangrejera, El Salvador, Centroamérica (latitud 13° 43' 36" Norte).

¡A.A.A.A. para todo público! 4

Cronología del gran salto 6
Inés C. Simone y Nahuel M. Srnec

El poeta de las estrellas 8
Julieta Kutnowski

El nacimiento de las estrellas 10
Lic. Cintia S. Peri

Póster central 12
Pablo Cirieli

Pesando estrellas 14
Lic. Gabriel Ferrero

Construcción de Telescopios 19
Julio Patamia

ARSAT-1 20
Mg. Ezequiel Koile

Fundador Carlos Cardalda

Director Periodístico y Diagramador
Nahuel Matías Srnec

Secretarios de redacción y Editores
Ezequiel Koile
Inés Simone
Iván Castillo

Redactores de esta edición
Lic. Gabriel Ferrero
Inés Simone
Julio Patamia
Nahuel M. Srnec
Lic. Cintia S. Peri
Mg. Ezequiel Koile
Julieta Kutnowski

Corrector
Damián Fernández Beanato

Fotografía Astronómica
Sergio Montúfar
Claudio Pietrasanta
Nahuel M. Srnec
Pablo Cirieli
Roberto Mackintosh

Órgano de la **Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía"**.
Entidad sin fines de lucro con personería jurídica por decreto Mayo 12 de 1937, inscripta con el número c/1812. Incluida en el Registro Nacional de Entidades de Bien Público con el número 6124.
REVISTA ASTRONÓMICA es propiedad de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía.
REVISTA ASTRONÓMICA es marca registrada de la A.A.A.A.
Av. Patricias Argentinas 550. (C1405BWS)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina.
e-mail: **revistaastronomica@gmail.com**
TEL: (0054 011) 4863-3366
Sitio web: http://**amigosdelaastronomia.org**

Comisión Directiva de la A.A.A.A.:
Presidente: Marcelo Frontalini
Vicepresidente : Claudio Pietrasanta
Secretaria: Mónica Williman
Pro-secretaria: Marcela Dorfman
Tesorero: Carlos Angueira Vázquez
Pro-tesorera: Mónica Konishi
Vocales Titulares: Ezequiel Koile, Claudio Lazar, Gabriel Brichetto, Pablo Cirielli, Héctor Celano y Hernán Socolovsky
Vocales Suplentes: Inés Simone, Nahuel M. Srnec y Jorge Weselka

¡A.A.A.A. para todo público!

Fotografía por Nahuel M. Srnec

En la Asociación se dictan cursos sobre esta ciencia y se realizan múltiples actividades. Así, quienes están interesados en estos apasionantes temas pueden encontrar un espacio donde adquirir conocimiento y compartir sus inquietudes y vivencias.

Cursos

Los cursos en nuestra institución comienzan principalmente en abril y agosto de cada año, aunque algunos otros lo hacen fuera de estas fechas. Se puede participar de ellos siendo o no socio, y no existe límite de edad, aunque es recomendable ser mayor de 12 años.

Iniciación a la Astronomía

Especialmente pensado para quienes se acercan por primera vez a un club de aficionados a la astronomía. Se desarrollan temas tales como: los nombres de las estrellas, las constelaciones, uso de cartas celestes, identificación de objetos en el cielo, sistemas de coordenadas, manejo de programas de PC para trazado de cartas celestes, etc. Para realizar este curso no existen límites de edad ni se requieren conocimientos previos.

Manejo de Telescopios

(Este curso es exclusivo para socios)

- Categoría inicial: Se trata del curso básico para que el aficionado aprenda a manejar los telescopios más sencillos de nuestro observatorio y vaya adentrándose en la práctica observacional. En las clases teóricas se explica el funcionamiento óptico y mecánico de los mismos, las características esenciales de los cuerpos celestes que con ellos pueden observarse y cómo ubicarlos en el cielo. Además, se realizan varias prácticas observacionales distribuidas en distintos días de la semana para mayor comodidad de los alumnos.

- Categoría intermedia: Es la continuación natural del curso de *Manejo de Telescopios - Categoría Inicial,* y capacita al socio para acceder a instrumentos de mayor complejidad y mejor rendimiento.

Se aprende a emplear los discos de coordenadas de los telescopios, así como también muchas otras particularidades de estos instrumentos con monturas ecuatoriales. El curso se complementa con una serie de clases prácticas por grupos y habilita a utilizar los telescopios.

Astronomía 1

Este curso fue ideado para aquellos que quieran profundizar los conocimientos obtenidos en el curso de Iniciación a la Astronomía. Se desarrollan temas tales como: leyes fundamentales de la radiación, fotometría astronómica, espectroscopía astronómica, distancias estelares,

masas y diámetros estelares, estrellas variables, evolución estelar, materia interestelar y galaxias.

Fotografía Astronómica

El curso se orienta a aficionados a la astronomía con o sin conocimiento de fotografía que deseen dar sus primeros pasos en la obtención de imágenes de objetos celestes.

Construcción de Telescopios

Este curso le permitirá construir un telescopio reflector de 10 a 15 cm de diámetro.

Los participantes tendrán acceso al taller de óptica de la Asociación y allí realizarán la construcción de su propio telescopio bajo el asesoramiento de instructores avanzados. Una vez completado, se podrán construir telescopios de mayor tamaño.

Se dictan además cursos de:

Radioastronomía
Manejo de Telescopios - Categoría Superior
Taller observacional: Astrometría de Asteroides
Temas de Astrofísica
Cosmología
Introducción a la Meteorología
Construcción de Relojes de Sol
Historia de las Constelaciones
Vuelo Aeronáutico y Espacial
De Planetas y Satélites del Sistema Solar
Cosmogonía y Astrología Antiguas

VISITAS

Todos los viernes y sábados del año, a partir del anochecer (siempre y cuando no esté nublado), nuestro observatorio realiza visitas guiadas con observaciones por telescopio para cualquiera que quiera venir a visitarnos. La visita tiene una duración aproximada de una hora, y se recomienda concurrir un tiempo antes del horario, ya que el cupo de personas por visita es limitado.

BIBLIOTECA

En la sede de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, disponemos de una importante biblioteca especializada en temas de astronomía y ciencias afines. Se recibe una importante cantidad de publicaciones periódicas de todo el mundo, de variado perfil. La colección de libros monográficos se especializa en Astronomía, Astrofísica, Cosmografía, Cosmología, Construcción de Telescopios, Óptica, Matemática, Física, Química, Meteorología y Astronáutica.

Se pueden hacer búsquedas en el catálogo online: **http://www.winisisonline.com.ar/asaramas/** recuperando ítems por tema, autor o título.

La biblioteca es pública. Cualquier persona puede acercarse a la Asociación y usar la sala de lectura. Los socios tienen el beneficio del préstamo de libros por una semana.

El horario de atención al público es de lunes a viernes, de 19 a 23 horas. Para comunicarse directamente con nuestra biblioteca:

biblioteca@amigosdelaastronomia.org

INFO

Para más información entrá a nuestra página:
amigosdelaastronomia.org

Nuestro Facebook:
Asociación Argentina Amigos de la Astronomía

Seguinos en Twitter:
https://twitter.com/amigosastro

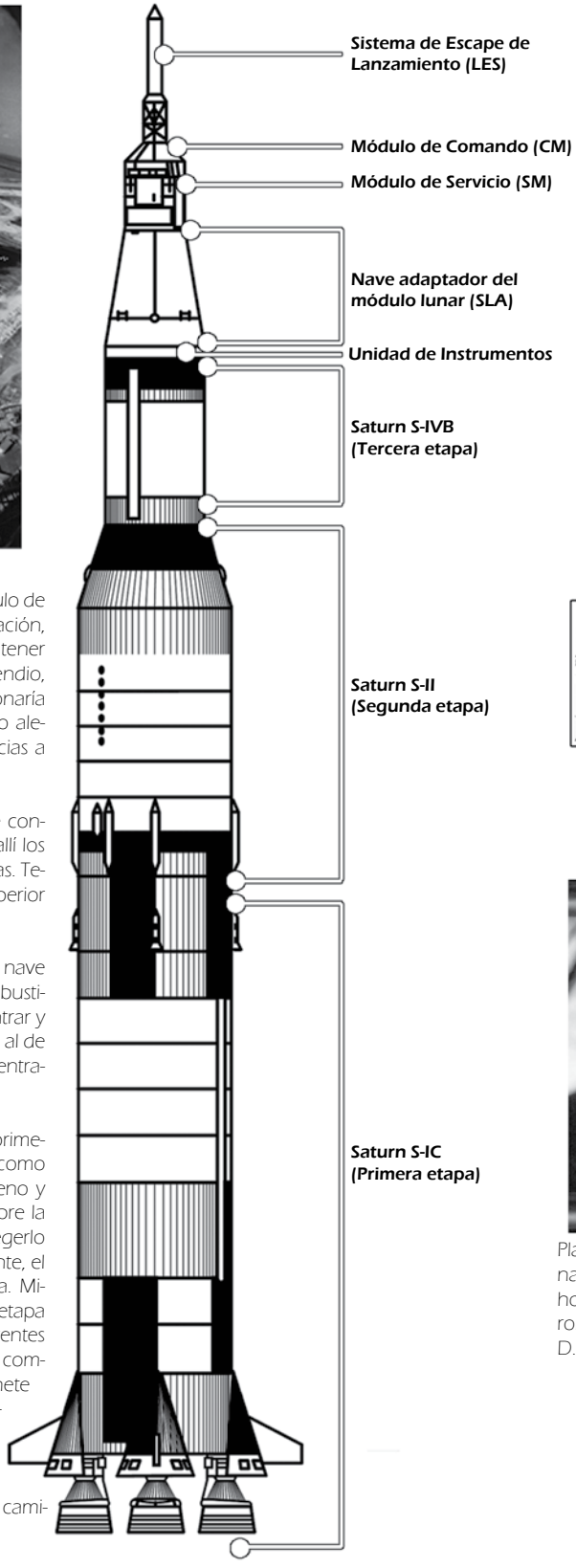
Consultá los aranceles en Secretaría:
de lunes a sábados de 19 a 23 hs
Telefónicamente al (011) 4863-3366

Personalmente en nuestra sede social:
Av. Patricias Argentinas 550. Parque Centenario.
CABA.

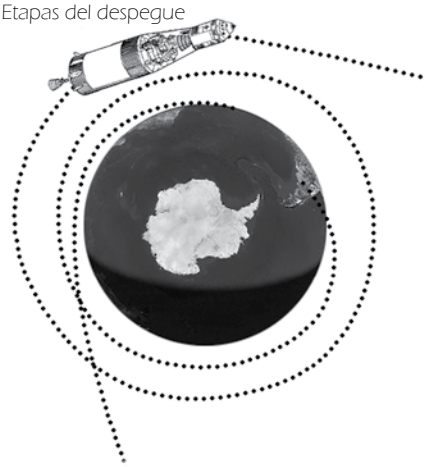
¡Te esperamos!

Cronología del Gran Salto

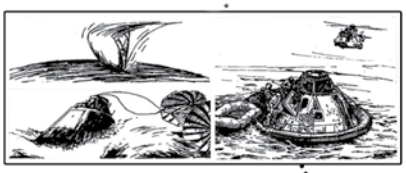
Hace 45 años de la llegada del hombre a la Luna. Todo comenzó en mayo de 1961, cuando John F. Kennedy anunció la intención de enviar y depositar un hombre en la Luna, y traerlo de vuelta a salvo, antes de 1970. La meta se alcanzó el 20 de julio de 1969, cuando Neil Armstrong y Edwin Buzz Aldrin a bordo del módulo lunar, llamado Águila, descendieron en una zona llamada Mar de la Tranquilidad.



16 de julio de 1969
Etapas del despegue



24 de julio de 1969
Reingreso a la Tierra y rescate.
La cápsula entra a la atmósfera frenando su caída con paracaídas



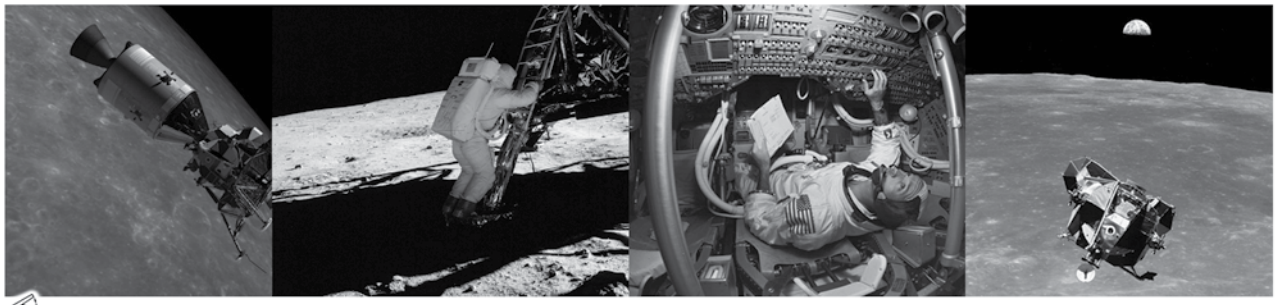
Placa en un pie de aterrizaje del módulo lunar que permanece en la Luna: "Aquí, unos hombres procedentes del planeta Tierra, pisaron por primera vez la Luna en Julio de 1969 D.C. Vinimos en son de paz en nombre de toda la humanidad".

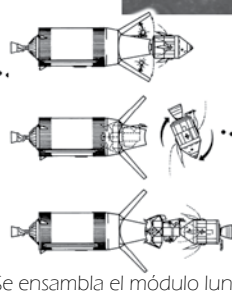
LES: Su propósito era mantener lejos al módulo de mando, en donde se encontraba la tripulación, del vehículo de lanzamiento, en caso de tener que abortar la misión por una falla (incendio, explosión...). El sistema de escape se accionaría disparando el cohete de combustible sólido alejando el módulo, que luego aterrizaría gracias a un sistema de paracaídas.

Cm: El módulo de mando era el centro de control de la nave. Estaba presurizado ya que allí los astronautas operaban el equipo y los sistemas. Tenía una escotilla lateral de entrada y una superior para comunicarse con el módulo lunar.

Sm: El módulo de servicio es la parte de la nave que no estaba presurizada y contenía combustible, baterías, sistemas de propulsión para entrar y dejar la órbita lunar. El módulo estaba unido al de mando y era desechado poco antes de la reentrada a la atmósfera.

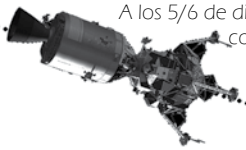
El Saturno V constaba de tres etapas: en la primera, los cinco motores se encienden usando como combustible el RP-1 (combinación de oxígeno y kerosén) y se liberan toneladas de agua sobre la estructura metálica del cohete para protegerlo del calor. Cuando alcanza el empuje suficiente, el cohete despega y se aleja de la plataforma. Minutos después, los motores de la segunda etapa se ponen en marcha, ya que los cinco potentes motores de la primera han agotado todo el combustible y se desprenden de la nave. El cohete sigue ganando velocidad y altura. Finalmente, aprox. 9 minutos después, la tercera etapa se pone en marcha, en la cual se realizarán 2 órbitas alrededor de la Tierra para calibrar equipos y luego emprender el camino rumbo a la Luna.



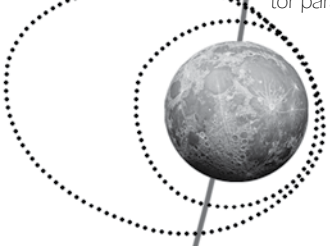


Se ensambla el módulo lunar al módulo de mando en una complicada maniobra

16 al 19 de julio Los módulos acoplados en viaje a la Luna. A los 5/6 de distancia del viaje, la fuerza gravitatoria lunar comienza a atraer a los módulos



Inserción en órbita lunar. Maniobra que consiste en encender un motor para frenar la nave y colocarla en órbita lunar



Primero la nave realiza una órbita elíptica, y luego se ajusta a una circular

Línea temporal de la misión
(Julio 1969)

16 Lanzamiento del Saturno V

17

18

19

20 Alunizaje

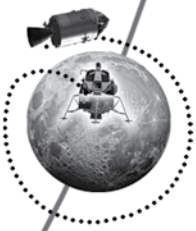
21

22 Despegue de la Luna

23

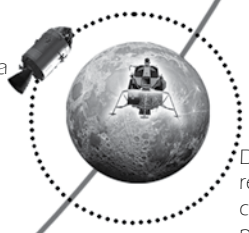
24 Rescate de la tripulación

20 de julio de 1969
Descenso del módulo lunar
En nuestro país, el día del amigo se festeja el 20 de julio, por la propuesta del Dr. Enrique Ernesto Febbraro (odontólogo, masón, profesor de psicología, filosofía, historia, músico y oriundo de Lomas de Zamora) luego de ver que, al alunizar el Apolo XI en 1969, por una vez en la vida toda la especie humana estaba unida



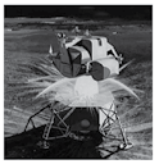
Completada la decimo-tercera órbita, mientras Collins permanece en el Columbia (módulo de mando), Neil Armstrong y Buzz Aldrin pasan al módulo lunar llamado Águila. Éste se desacopla

El Columbia se mantiene orbitando alrededor de la Luna

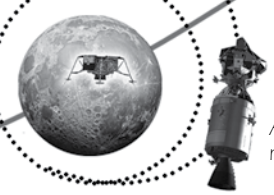


6 horas y media después del alunizaje, Armstrong pone un pie sobre la Luna, y la humanidad da un gran salto

Durante 2 horas los astronautas realizan importante actividades científicas vistas por millones de personas en todo el mundo

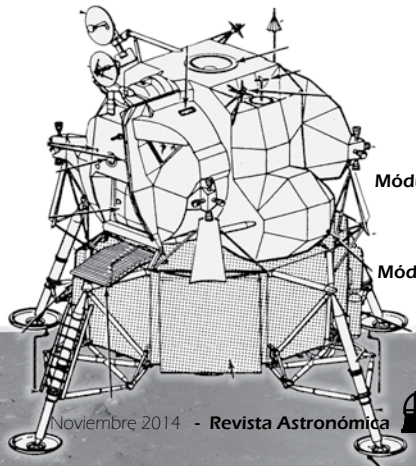


Despegue de la superficie lunar, el módulo lunar se separa abandonando en la superficie la unidad de aterrizaje



Acople del Columbia y del módulo de ascenso

MÓDULO LUNAR



Módulo de ascenso

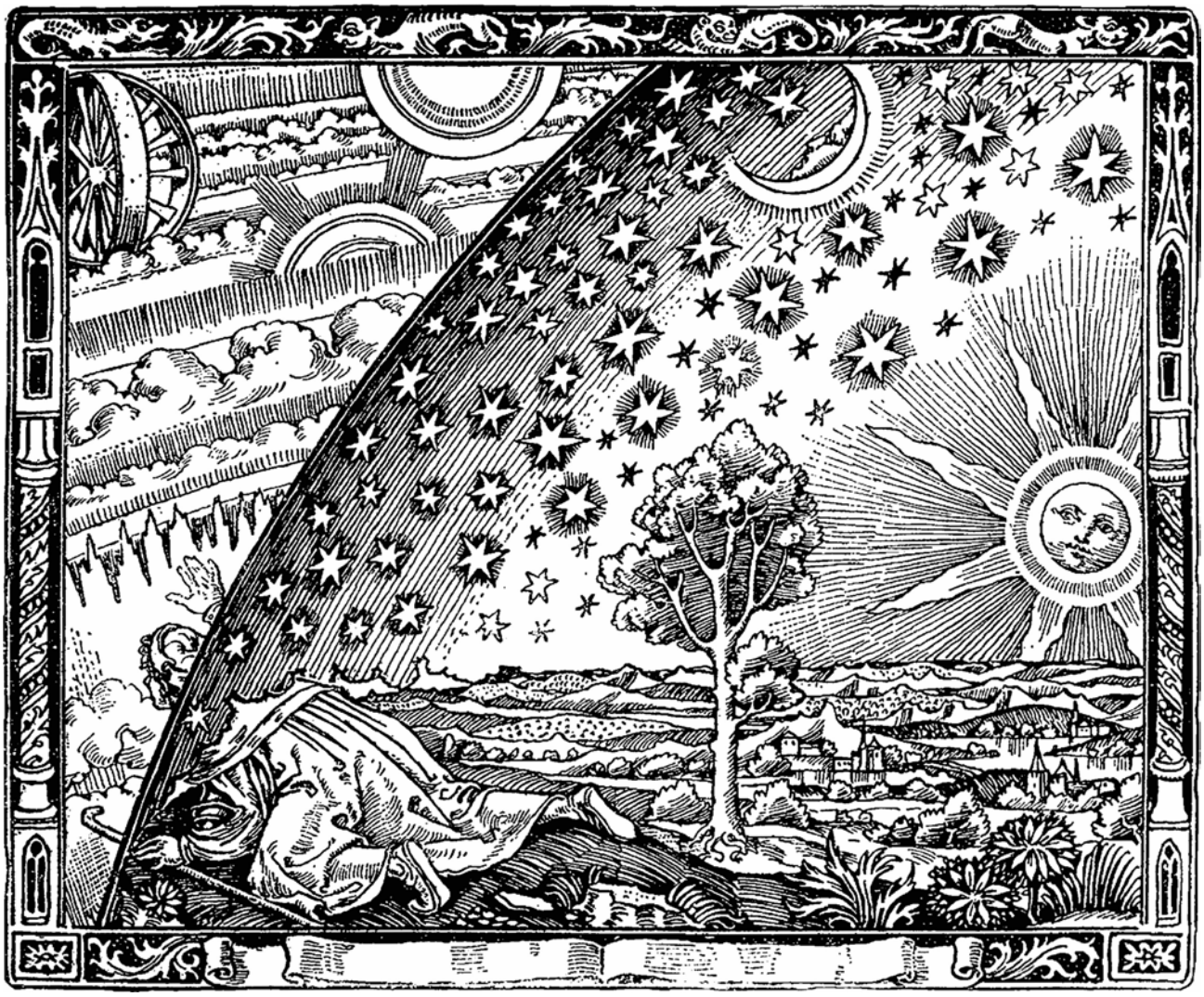
Módulo de descenso

Nahuel M. Srnec
Inés C. Simone

El poeta de las estrellas

Camille Flammarion y Urania, su musa predilecta

Por Julieta Kutnowski, A.A.A.A.



El Grabado Flammarion, famosa ilustración aparecida en L'Atmosphere: Météorologie Populaire (Paris, 1888) en su página 163 y utilizada en multitud de ocasiones para representar el descubrimiento de la astronomía por el hombre.

Descubrí a Flammarion una noche buscando entre los libros de la biblioteca de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía. Me llamaron la atención los curiosos títulos de sus libros "Noches de luna" y "La pluralidad de los mundos habitados". El bibliotecario me comentó que el autor escribía con un tono novelesco. Cuando comencé a leer "Noches de luna" descubrí a un poeta científico.

Haciendo un paralelismo entre su primer libro "La pluralidad de los mundos habitados" y la pluralidad de sus búsquedas, me aproximé a las múltiples dimensiones científicas, filosóficas, poéticas y humanas de Camille Flammarion, uno de los mayores divulgadores de la astronomía de la Europa del siglo XIX.

Nació en Montigny-le-Roi, Francia, el 26 de febrero 1842, y su primer acercamiento formal a la astronomía fue a sus 16 años, como colaborador en el Observatorio de París. El astrónomo Urban Le Verrier, director del observatorio, fue quien lo expulsó en 1862 luego de la publicación de su primer libro "La pluralidad de los mundos habitados", el cual causó un gran impacto.

En 1869 fallece Allan Kardec, gran amigo y compañero de pensamiento espirita. Camille pronunció el discurso en su sepelio, donde afirmó que el espiritismo era una ciencia y no una religión. Le ofrecieron la presidencia de la Societé Spirite de París, la cual rechazó debido a que muchos de los seguidores interpretaban el espiritismo religiosamente. Flammarion no creía en

la muerte. Afirmaba que se podía trascender, pero para entender esto se debía modificar la perspectiva humana de los fenómenos, dejar de ver el cosmos con los valores e intereses terrestres impuestos por los grandes sectores de poder.

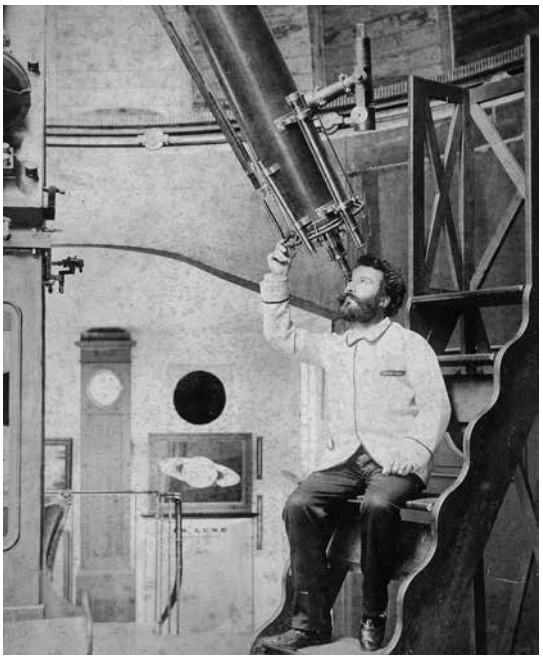
En 1874, en su libro "Historia del cielo", escribió que la humanidad debería deprenderse de la idea de la construcción de la esfera celeste, de la tierra como el cimiento firme que nos sostiene separando el cielo como una cápsula -un sistema dual-, que esta idea era para convencernos de que hay un arriba y un abajo, un cielo y un infierno, una vida y una muerte. Citando sus palabras textuales:

''La tierra no está debajo del cielo;
El cielo no es extraño a la tierra;
La tierra no flota a través del cielo;
Y nosotros vivimos actualmente en el cielo.''

Dictó numerosos cursos en el departamento científico Siécle para personas no especializadas en astronomía. En 1880 escribió "Astronomie Populaire", libro que fue premiado por la Academia Francesa de las Ciencias. Luego fundó un observatorio astronómico en Juvisy-Sur-Orge en el cual pasó la mayor parte de su tiempo en el estudio de Marte, y por eso en su honor, un cráter de este planeta lleva su nombre. En 1882 fundó su propia revista: L'astronomie.

Tuvo dos amores terrenales con los cuales se casó: Sylvie Petiaux, fundadora de la asociación "La paz y el desarme por las mujeres", y Gabrielle Renaudot, quien lo ayudó con la revista y mantuvo el observatorio luego de la muerte de Flammarion. Pero su gran y primer amor desde la adolescencia fue Urania, musa de la astronomía, a la cual amaba y admiraba. La vio plasmada por primera vez en una estatuilla que se encontraba sobre la chimenea del despacho de Le Verrier en el observatorio de París. Tiempo después, como un espíritu, Urania se le apareció en la habitación a Flammarion invitándolo a viajar por el cielo, lo iluminó con sus palabras y le dio una gran misión -la cual él concretó durante el resto de su vida-. Esta notable experiencia fue escrita en su libro "Urania" donde cita las palabras que ella le dijo esa noche:

"Esta transformación de una antigua ciencia poco fomentaría el progreso general de la humanidad, si este sublime conocimiento que desarrolla el entendimiento e ilumina el alma, liberándola de los mezquinos convencionalismos de la sociedad, fuera a permanecer



confinado al estrecho círculo de astrónomos de profesión. Ese tiempo, también, pasará. El bushel que esconde la luz será derribado. La antorcha debe ser portada en la mano, su luz debe ser aumentada, debe ser sacada a los lugares públicos, en las calles abarrotadas, incluso en las encrucijadas. Todo el mundo está destinado a recibir esta luz; todo el mundo está sediento de ella; sobre todo, los humildes de la Tierra, aquéllos desheredados por fortuna, porque ésos piensan más que otros, ésos están hambrientos de conocimiento, mientras los favorecidos de la era no sospechan su estado de ignorancia, o casi se enorgullecen de permanecer en él. Sí, la antorcha de la Astronomía está destinada a iluminar el mundo; se extenderá incluso a las masas, iluminará su conciencia, y elevará sus corazones; y esto será su más alta misión, ésta su más importante bendición."

Cammille Flammarion murió en Juvisy-Sur-Orge el 3 de junio de 1925.

Para terminar este breve artículo sobre este fantástico investigador me gustaría dedicar esta cita, con la cual finaliza su libro "Urania" -uno de sus escritos más hermosos- a todas las personas que dedican instantes de su vida a mirar el cielo, y en fin, a admirar a una de las más magnificas de las musas:

"Es como tal que el presente trabajo se presenta a la consideración de aquellos quienes, como Dante dice, ocasionalmente paran "a la mitad del camino de la vida" para preguntarse qué son ellos, cuáles son sus fines, sus pensamientos, sus sueños."

Julieta Kutnowski

El nacimiento de las estrellas

Por Lic. Cintia S. Peri, CONICET.

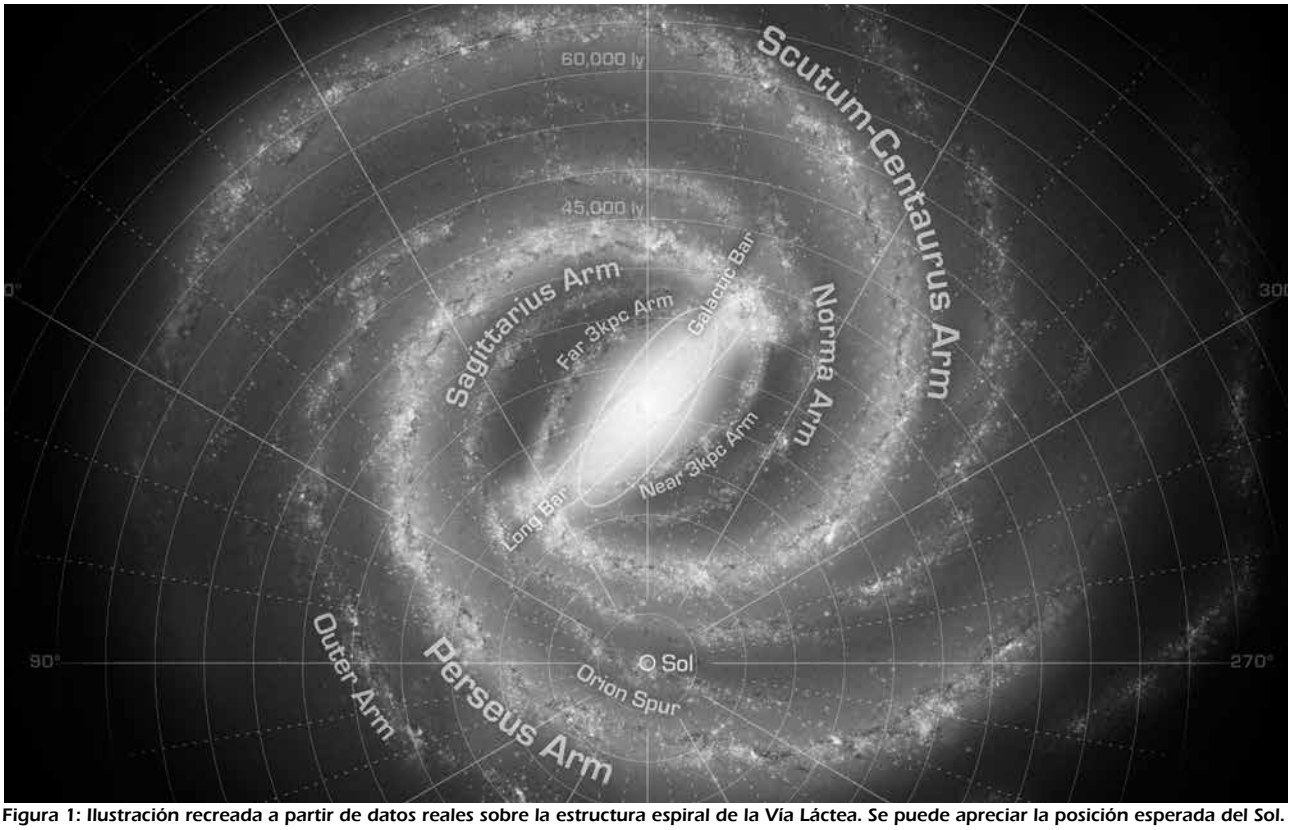


Figura 1: Ilustración recreada a partir de datos reales sobre la estructura espiral de la Vía Láctea. Se puede apreciar la posición esperada del Sol. Crédito: NASA/JPL-Caltech.

La Vía Láctea, la galaxia de la cual somos parte, está formada por una gran cantidad de componentes que van desde estructuras microscópicas, como átomos y moléculas, hasta sistemas compuestos por miles de estrellas.

Los elementos químicos que componen las diferentes estructuras galácticas son los mismos que se hallan en la Tierra; la diferencia son las condiciones físicas en las cuales se encuentran. Por ejemplo, en el centro de las estrellas pueden alcanzarse temperaturas de millones de grados, mientras que en el medio interestelar puede haber temperaturas muy cercanas a lo que se conoce como cero absoluto (cero grados Kelvin). Otra diferencia es la cantidad de partículas por unidad de volumen: en la Tierra las densidades son mucho más grandes que en el espacio.

Todas las componentes de la galaxia se distribuyen en una forma particular conocida como 'espiral'. Es así que la Vía Láctea posee lo que se conoce como brazos espirales, donde se puede apreciar un crecimiento de la densidad de todos los sistemas respecto a las zonas donde no se encuentran estos brazos. En la figura 1 se puede ver un esquema artístico sobre la estructura espiral galáctica, y además se hace referencia a la posición donde estaría ubicado el Sol, estrella central del sistema planetario que contiene a la Tierra.

Las estrellas no nacen en cualquier lugar. Las nubes moleculares, estructuras presentes en los brazos espirales, son grandes aglomeraciones de átomos, moléculas y polvo en forma gaseosa que proveen el material necesario para formar estrellas, pues poseen densidades de las más altas disponibles en la galaxia, fuera del centro galáctico.

La formación de estrellas existe desde los orígenes del Universo y muy probablemente se ha repetido en numerosas oportunidades hasta la actualidad. Existen una gran cantidad de observaciones astronómicas que revelan evidencias de que en el presente, en muchas regiones del cielo, y no solamente en galaxias de tipo espiral, se están formando estrellas.

En sistemas como la Vía Láctea, en general las estrellas se forman en lo que se conoce como núcleos densos dentro de las nubes moleculares. Estos núcleos se generan a partir de fragmentaciones que se dan en las

Figura 2: Imagen de zona de alta densidad donde se formará una estrella. Crédito: NASA, ESA, N. Smith (University of California, Berkeley), and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

nubes, las cuales producen zonas muy densas y a partir de ello se genera el colapso del material que luego forma estrellas. En la figura 2 se puede apreciar una imagen de uno de estos núcleos, comúnmente llamados glóbulos de Bok.

Actualmente existe una teoría ampliamente aceptada que plantea una serie de fases en las etapas evolutivas previas a la de una estrella propiamente dicha. El colapso del material en los núcleos densos de las nubes moleculares hace que se forme lo que se conoce como protoestrella. Este objeto, sostenido gracias al balance entre la fuerza gravitatoria, que tiende a contraer el material, y la debida a la presión del gas, que tiende a expandirlo, se encuentra rodeado por una gran envoltura de gas y polvo de la cual continúa tomando material una vez formado.

La envoltura, en forma de toroide (algo así como una rosca de pascua), es lo que se conoce como disco de acreción. Además de esta acumulación de material que cae hacia la protoestrella, existe una eyecta de material en dirección perpendicular al plano del disco de acreción. En la figura 3 se pueden observar estas dos componentes que han sido detectadas en muchas protoestrellas.

En la actualidad se estudian las protoestrellas desde diferentes puntos de vista, tanto observacionales como teóricos. Existen una gran cantidad de interrogantes que aún no han encontrado respuesta. No se conoce bien el papel que juegan los campos electromagnéticos durante y posteriormente a la formación estelar; tampoco se han podido observar objetos recientemente formados, sino bastante antes y después de su formación, lo cual hace que no se conozcan bien algunos detalles de la formación en concreto. Tampoco se conoce con certeza las diferencias que podría haber en los procesos de formación de estrellas de baja y alta masa.

Además de estos interrogantes, existen algunas áreas de la astronomía que han logrado en los últimos años un crecimiento importante gracias a estar fuertemente ligadas al estudio de estrellas en formación, el cual evolucionó notoriamente debido al desarrollo tecnológico: la astroquímica, la astrobiología, el estudio de formación de sistemas planetarios en los discos de acreción protoestelares, y la exploración de la formación de planetas similares a la Tierra.

Figura 3: Se puede apreciar parte del disco de acreción y parte de la eyecta de material perpendicular al disco. Crédito: Chris Burrows (STScI) del WFPC2 Science Team, y NASA.

Lic. Cintia S. Peri
Grupo de Astrofísica Relativista y Radioastronomía
Instituto Argentino de Radioastronomía (CONICET)
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP)

ρ Ofiuco - fotografía por Pablo Cirieli

Rho Ofiuco es una estrella perteneciente a la constelación de Ofiuco con una magnitud aparente de 4,6. A su alrededor hay una brillante nebulosa de reflexión y hacia la derecha se extienden nubes de gas que constituyen zonas de formación de estrellas.

PESANDO ESTRELLAS

Por Lic. Gabriel Ferrero, FCAG, UNLP.

La Vía Láctea sobre la cúpula del telescopio Jorge Sahade, en CASLEO, San Juan. Fotografía por Nahuel M. Srnec.

¿Cuánto pesa una estrella? O, para decirlo de la manera físicamente correcta, ¿cuánta masa tiene una estrella?[1] ¿Cuál es la cantidad de materia que contiene?

Google acaba de emplear 0,34 segundos en decirme que la masa del Sol es aproximadamente 2 x 10^{30} kilogramos (los astrónomos, para decir la masa de cualquier otra estrella, usualmente demoramos mucho más). Hurgando algunos segundos más en internet uno se entera de que las estrellas más pequeñas pueden tener alrededor de media centésima de la masa solar y las más grandes, tal vez, unas ciento cincuenta veces la masa del Sol. Ambos límites, el de la masa máxima y la mínima que puede tener una estrella, no están todavía muy claros.

Durante las charlas de divulgación me ha sucedido varias veces que llegados a este punto de la conversación alguien pregunta inocentemente: "y... ¿cómo se hace para medir la masa de una estrella?". La respuesta no es sencilla. Cuando aparece esa pregunta, ya sé que la charla se va a complicar. No en vano un colega suele repetirme que "los grandes problemas de la astrofísica son dos: medir masas y medir distancias".

A pesar de eso, hace algunos años que intento medir masas de estrellas, así que alguna cosa puedo contar al respecto.

El método más usado para estas mediciones, que suele llamarse *tradicional* o *kepleriano*, consiste en aprovecharnos de las estrellas binarias eclipsantes. O sea, de sistemas formados por dos estrellas que orbitan una alrededor de la otra y que además están colocadas de tal manera que cada tanto vemos pasar una por delante de la otra. Las estrellas recorren sus órbitas cumpliendo maravillosamente bien - casi en la totalidad de los casos - las leyes descubiertas por Johannes Kepler hace ya 400 años para el movimiento de los planetas.

Esto significa: (i) que cada estrella recorre una elipse que tiene a la otra estrella en uno de los focos, es decir, que las órbitas son elipses; (ii) que la velocidad de una estrella no es constante a lo largo de su órbita, sino que se mueve más rápido cuando está más cerca de la otra[2]; (iii) y que el período orbital, o sea el tiempo que demora una estrella en recorrer una órbita completa, elevado al cuadrado, es directamente proporcional al tamaño del semieje mayor de la elipse elevado al cubo.

1 Sobre la superficie terrestre, llamamos *peso* de un cuerpo a la fuerza con la cual la Tierra atrae a ese cuerpo. En cambio, la *masa* de un cuerpo es la *cantidad de materia* que lo compone. Cuando hablamos de estrellas no tiene sentido hablar de *peso,* por eso hablamos siempre de su masa.

Un sencillo cálculo aritmético

Como bien sabemos todos, algunos años después de los descubrimientos de Kepler, Isaac Newton descubrió la ley de gravitación universal y las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos en relación con las fuerzas que actúan sobre ellos. A partir de estas leyes, Newton mostró que pueden deducirse las leyes de Kepler. Lo más importante del trabajo de Newton, en lo que hace a nuestro tema, es que dedujo que en la tercera ley de Kepler, la constante de proporcionalidad que liga el período de una órbita con su tamaño tiene que ver únicamente con la masa del sistema.

Por lo tanto, si conocemos el tamaño del semieje mayor de las órbitas de las estrellas que componen un sistema binario y el tiempo que demoran en girar una alrededor de la otra… ¡podemos calcular las masas de ambas! Realmente, es un sencillo cálculo aritmético.

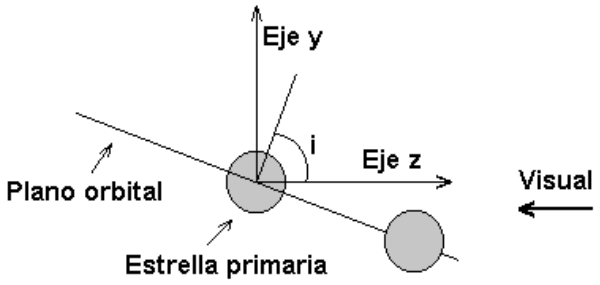
Pero… obviamente, no es tan fácil conocer ese tamaño y ese tiempo. Para empezar, existen sistemas binarios que están bastante cerca de nosotros, y cuyas componentes están lo suficientemente apartadas como para que podamos distinguirlas. Sin embargo, esta situación tan favorable conlleva generalmente un nuevo problema: si las estrellas están "bien" apartadas (pensemos en decenas o cientos de unidades astronómicas), por causa de la tercera ley de Kepler, su período es "largo". Hablamos de sistemas que demoran años, y a veces muchos años, en completar su órbita.

En esos casos podemos literalmente "ver" cómo una estrella va orbitando la otra, describiendo su elipse. En esos casos, que denominamos *visuales*, podemos observar las estrellas cada cierto tiempo y medir con mucha precisión la posición de cada estrella. Así podemos calcular sus órbitas y determinar su período. Pero el tamaño real de la órbita no es tan fácil de obtener. A partir de las imágenes podemos medir la separación, o distancia, *angular* entre las estrellas, pero lo que necesitamos para usar las ecuaciones de Kepler es la distancia *lineal*; esto es, la distancia en kilómetros, en unidades astronómicas o en alguna otra unidad de longitud.

Para pasar de unidades angulares a unidades de longitud lo que necesitamos es conocer la distancia que nos separa de ese sistema binario. ¡Y allí está la dificultad de este caso! Si es un sistema lo suficientemente cercano como para que conozcamos su paralaje trigonométrica[3], entonces el asunto es "sencillo". Basta hacer una multiplicación y se obtiene la distancia. Pero si está un poco más lejos y no conocemos la paralaje, hay que estimar la distancia de alguna otra manera. Por ejemplo, si medimos el brillo de las estrellas y además obtenemos sus espectros, a partir de sus tipos espectrales podemos estimar su brillo intrínseco[4], y comparándolo con su brillo aparente (o sea con el brillo que vemos y medimos desde aquí), podemos estimar la distancia.

Pero, como es fácil suponer, los casos de binarias visuales son muy pocos. No es fácil encontrar una estrella binaria cercana, cuyas componentes estén bien apartadas y además orientadas en el cielo de tal modo que veamos claramente la órbita.

La orientación de la órbita



La cuestión de la orientación de la órbita siempre resulta crucial. Al respecto hay algo implícito en las leyes de Kepler que conviene evidenciar: cuando en la primera ley se dice que las órbitas son elipses se está hablando, obviamente, de una curva plana. Es decir, que cuando dibujamos una elipse, toda la elipse queda contenida en el plano del papel. Lo mismo sucede con las órbitas de las estrellas binarias. La trayectoria de cada estrella por el espacio está totalmente contenida en un plano y, por supuesto, las órbitas de las dos estrellas están contenidas en el mismo plano. A ese plano se le llama *plano de la órbita*, o *plano orbital* (a veces los astrónomos no somos tan creativos para los nombres).

2 Cuantitativamente: el segmento de recta que une cada estrella con el foco de su órbita en el que se encuentra la otra estrella, barre áreas iguales en tiempos iguales.

3 La paralaje trigonométrica sería el desplazamiento angular que se observa en las estrellas cercanas con respecto a las estrellas lejanas, debido al movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol. Es un efecto de perspectiva.

4 Existen tablas de calibración que nos dicen el brillo intrínseco, o sea la magnitud absoluta, o la luminosidad, de cada tipo espectral.

Ahora imaginemos una línea recta que une nuestros ojos, o nuestro telescopio, con una estrella binaria. Sería, casi exactamente, la trayectoria que sigue la luz que nos llega de la estrella. Se le llama *línea de visión* o *línea de vista*. Por otra parte, imaginemos una recta perpendicular al plano de la órbita. A esa recta la llamamos *normal* (sé que es difícil imaginar esa recta, pero no hay más remedio que intentarlo...). La *línea de vista* y la *normal* formarán un cierto ángulo, que se llama *inclinación de la órbita*. Cuando la inclinación es 0 grados, las dos rectas coinciden y por tanto el plano orbital es perpendicular a la línea de vista. Es como si el plano orbital coincidiera con el plano del cielo, ese plano imaginario sobre el cual parecen proyectarse los objetos celestes al mirarlos con el telescopio.

En cambio, si la inclinación es 90 grados significa que nosotros estamos en el plano orbital, formamos parte de él. Es como si dibujáramos la elipse en un papel y tratáramos de mirarla por el canto del papel. Veremos las estrellas moverse sobre un segmento de recta y cada tanto cruzarse, pero no veremos la elipse.

Por eso, una binaria visual será más útil a los efectos de determinar su masa si su inclinación es más bien baja, o sea, lo más cercana posible a 0 grados. Así veremos la elipse "desde arriba", como cuando la miramos al dibujarla.

Sin embargo, la mayor parte de las masas que conocemos de estrellas corresponden al otro caso. Cuando la inclinación es cercana a 90 grados, aunque el sistema binario esté muy lejos y no podamos distinguir (o "resolver") las estrellas que lo componen, cada tanto una estrella pasará delante de la otra. Se producirá un *eclipse*, porque una estrella tapará a la otra. Eso sucederá exactamente dos veces en cada órbita completa. Esas son las *binarias eclipsantes.*

En muchos casos, si observamos continuamente una estrella binaria eclipsante notaremos que la mayor parte del tiempo el brillo de la estrella permanece constante. Pero cada tanto, efectivamente, el brillo disminuye: se ha producido un eclipse. Existen muchas maneras de medir los brillos de las estrellas usando diferentes instrumentos, e incluso a simple vista o con la ayuda de un par de binoculares, o un telescopio pequeño. De hecho, muchos aficionados lo hacen. Son medidas que pueden hacerse con mucha precisión.

Así se observa que los eclipses no son todos iguales. Cuando la estrella más pequeña, que generalmente es la que tiene menos masa y menos brillo, pasa por delante de la más grande hay una gran caída en el brillo del sistema. En cambio, cuando la más pequeña pasa por detrás la caída es menor. Así puede saberse "cuál es cuál".

Figura 1: La estrella GG Lupi en imágenes del relevamiento infrarrojo 2MASS. Parece una única estrella, pero en realidad es un sistema binario eclipsante con un período de 1.84960 días. El semieje mayor de la órbita de la estrella secundaria (la más pequeña) alrededor de la primaria mide 11.9 veces el radio solar. La inclinación de la órbita es 87 grados. La masa de la primaria es igual a 4.12 masas solares y la de la secundaria 2.51 masas solares. Datos extraídos de Andersen, Clausen y Gimenez, Astron. Astrophys. 277, 439-451 (1993). Imagen procesada con Aladin, CDS.

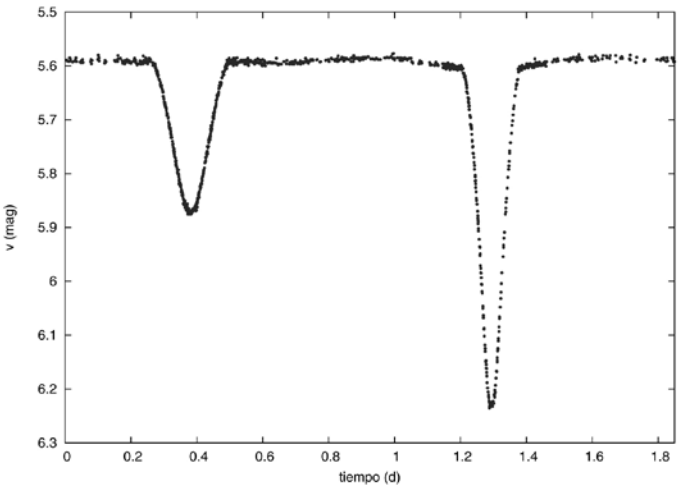


Figura 2: Variación del brillo de la estrella GG Lupi, medido en magnitudes en el filtro v de Strömgren, en función del tiempo medido en días. Nótese la fuerte caída del brillo alrededor de 1.3 días, correspondiente al eclipse primario, cuando la estrella más pequeña pasa delante de la más grande. La otra caída corresponde al caso inverso. Datos extraídos de Clausen et al. Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 101, 563-572 (1993).

Además, durante un eclipse puede medirse con gran exactitud el instante en que el brillo es mínimo. Calculando el tiempo que transcurre entre dos mínimos sucesivos del mismo eclipse, puede determinarse muy bien el período del sistema. El tiempo es la variable que podemos medir con mayor precisión, lo cual es una gran ventaja para lo que nos interesa.

Conocido el período nos falta, otra vez, el tamaño del semieje mayor de la órbita. Para determinarlo, usamos esto: como las estrellas dan vueltas cada una alrededor de la otra, en cada momento habrá una que se está alejando de nosotros y otra que se acerca. Y cada tanto cambiarán de roles: la que se acercaba se alejará y viceversa. La velocidad con la que una estrella se aleja (o se acerca) de nosotros se llama *velocidad radial*. Es la velocidad de su movimiento en la dirección de la línea de vista.

La velocidad radial

Notemos que la velocidad radial no es lo mismo que "la velocidad" así nomás, a secas. La velocidad radial es la velocidad en la dirección hacia nosotros pero, obviamente, las estrellas también se mueven "hacia los costados"[5]. Esa parte de la velocidad, usualmente, no podemos medirla (pero igual nos arreglamos bastante bien).

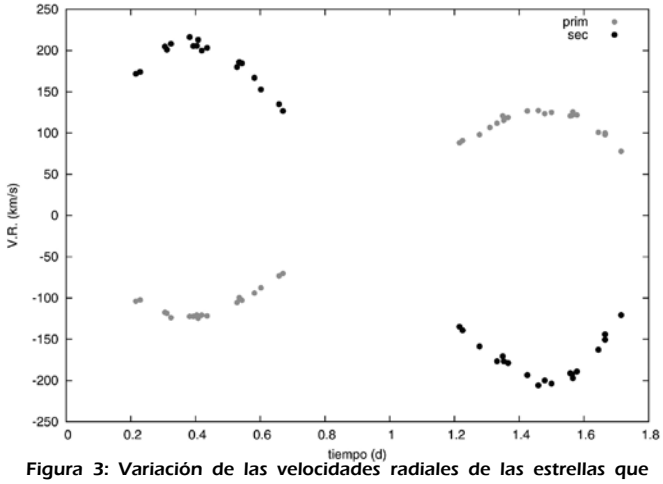


Figura 3: Variación de las velocidades radiales de las estrellas que componen el sistema GG Lupi, medidas en kilómetros por segundo, en función del tiempo medido en días. Los puntos rojos indican la velocidad de la estrella más grande (primaria) y los negros la de la más pequeña (secundaria). Los valores positivos de velocidad radial indican que la estrella se aleja de nosotros. Las velocidades fueron medidas utilizando líneas de absorción del hidrógeno y del helio. Datos extraídos de Andersen et al., art. cit.

Supongamos que de alguna forma medimos la velocidad radial de cada estrella en cada punto de su órbita, o sea en cada momento. Todos sabemos que, si conocemos la velocidad de un objeto y durante cuánto tiempo mantuvo esa velocidad, podemos calcular qué distancia recorrió. Por ejemplo: si sabemos que un coche anduvo durante media hora a 100 kilómetros por hora, deducimos que en ese tiempo recorrió 50 kilómetros.

Con la velocidad radial de las estrellas hay que hacer un cálculo un poco más complicado, pero sustancialmente es lo mismo. El cálculo es más complejo porque, en primer lugar, la velocidad no es siempre la misma (recordemos la segunda ley de Kepler); en segundo lugar porque no podemos medir la velocidad continuamente (¡de día no podemos!); luego porque en realidad no podemos medir *la velocidad* sino *la velocidad radial;* y por último, porque en realidad *la inclinación* casi nunca es exactamente 90 grados... y eso complica todo. Aún así, con bastante ingenio, matemáticas y física, se puede hacer la cuenta y, partiendo de la velocidad radial y del tiempo, saber cuánto mide el dichoso semieje mayor.

Conocida esa dimensión de la órbita y el período orbital, y usando una vez más la tercera ley de Kepler, se puede determinar la masa de cada estrella.

Espectroscopía

¿Pero cómo se mide la velocidad radial? Se utiliza una técnica llamada *espectroscopía*. Consiste en apuntar a la estrella con un telescopio, concentrar su luz, y hacerla pasar por un prisma (o por algún elemento óptico que cumpla la misma función). Así la luz se descompone y nos muestra su *espectro*, algo parecido a un pequeño arcoiris de la estrella. En realidad, la luz de la estrella se convierte en una delgada franja coloreada. Eso se hace con instrumentos bastante complejos que se llaman *espectrógrafos*.

A comienzos del siglo XIX Joseph von Fraunhofer descubrió que cuando se descompone de este modo la luz del Sol aparecen unas delgadas líneas oscuras en esa franja de colores. Cada línea está en un color muy bien determinado, siempre en el mismo. Eso sucede también en la luz de las otras estrellas.

5 Percibimos la diferencia entre las dos cosas cuando nos paramos ante un paso a nivel a esperar que pase el tren. Cuando el tren está lejos vemos un punto, unas luces, o algo que no sabemos bien si se acerca o se aleja. Nuestros ojos "no saben" medir la velocidad radial. Pero probablemente el tren se está moviendo, o sea que tiene una velocidad. Nos damos cuenta porque de a poco vemos que su tamaño aumenta. Cuando está pasando delante nuestro, de un costado al otro, podemos estimar si va rápido o despacio. "Percibimos" su velocidad. Pero notemos que, en ese momentito, la partecita del tren que está pasando frente a nosotros "casi" no se acerca ni se aleja de nosotros. Es decir que "casi" no tiene velocidad radial.

Probablemente muchos de nuestros lectores saben que este fenómeno se puede explicar pensando que la luz está formada por una superposición de muchas oscilaciones diferentes del campo electromagnético. Cada oscilación tiene una longitud de onda. Así, a cada color le corresponde una *longitud de onda* y por tanto a cada línea oscura también le corresponde una longitud de onda. El espectrógrafo nos dice qué intensidad de luz estamos recibiendo para cada longitud de onda.

Las líneas de absorción

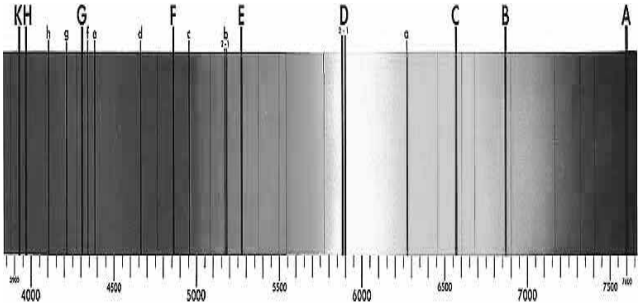


Figura 4: Líneas de absorción en el espectro solar descubiertas por J. v. Fraunhofer en 1814. (Imagen de Gebruiker, Maureen V.)

Durante el siglo XX, gracias al trabajo de físicos como Planck, Einstein, Bohr, de Broglie, Schrödinger y otros, se comprendió que esas líneas se deben a que los átomos que están en las capas exteriores de la estrella, o sea en su atmósfera, absorben parte de la luz que proviene del interior de la misma. Por eso se llaman *líneas de absorción*[6]. La longitud de onda de cada línea de absorción dentro del espectro está asociada a un fenómeno muy preciso que sucede en los átomos de un cierto elemento químico, muy bien determinado, que están en la atmósfera de la estrella.

Lo que nos interesa para este caso es que aquí en la Tierra, en un laboratorio, podemos producir artificialmente esos mismos fenómenos atómicos, generar espectros y medir con gran precisión la longitud de onda de cada línea de absorción, y podemos explicar todo muy bien con una teoría física llamada *mecánica cuántica*.

Cuando una estrella se mueve, alejándose o acercándose a nosotros, su atmósfera se mueve con ella y por lo tanto los átomos que están allí. Y al hacerlo, la longitud de onda de cada línea de absorción de su espectro cambia. El cambio en la longitud de onda depende de la velocidad radial del movimiento (a ese fenómeno se le llama *efecto Doppler*) y ambas cosas están relacionadas por una ecuación matemática muy simple.

Por lo tanto, midiendo las longitudes de onda de las líneas de absorción en el espectro de una estrella... ¡podemos saber su velocidad radial! Es algo sencillamente maravilloso. Y eso es lo que hacemos.

Concluyendo

Como bien podrán imaginarse, en la práctica, hacer todo esto no es tan sencillo. Requiere instrumentos muy precisos, demanda muchas noches de observación, esfuerzo, horas y horas de análisis y cálculos, pero, sustancialmente, es así como se hace. Y al final podemos conocer las masas de esas dos estrellas.

Obviamente, encontrar una binaria eclipsante es bastante raro. Pensamos que alrededor del 50% de las estrellas son binarias, o múltiples, es decir con más de dos componentes. Pero para que se produzcan eclipses, necesitamos que la inclinación de la órbita esté cerca de 90 grados, y eso no sucede a menudo. Sin embargo, las estrellas son tantas, que aún así conocemos varios miles de binarias eclipsantes y hemos podido medir las masas de muchas de ellas.

Estas mediciones, unidas a otras observaciones, han permitido alcanzar uno de los mayores logros de la astrofísica del siglo XX: la teoría de estructura y evolución estelar. Gracias a ella, conociendo la masa de una estrella, su composición química y su velocidad de rotación, y utilizando varias teorías físicas combinadas, es posible calcular la cantidad de energía que esa estrella emite, su temperatura y su radio. Se puede además predecir cómo cambiarán esas variables a lo largo del tiempo, desde que la estrella se forma hasta que se apaga. Un enorme número de observaciones verifican continuamente esa teoría. Subsisten aún algunas discrepancias entre la teoría y algunas observaciones, pero me atrevería a decir que son menores. El cuadro general ya está claro y la explicación es sólida.

Aún así, en ciertos casos nos gustaría poder medir las masas de las estrellas binarias aún cuando no sean eclipsantes. ¡Siempre queremos conocer más! Estamos trabajando en eso y todo parece indicar que lo lograremos. Pero eso... llevará su tiempo.

Lic. Gabriel Ferrero

6 En el espectro de una estrella puede haber también líneas de emisión, que se deben a un fenómeno inverso al que produce la absorción, pero que es siempre un fenómeno a nivel atómico.

La Construcción de Jápeto

Tengo la grata posibilidad de, por este medio, transmitir sensaciones que me han tocado vivir en el tiempo en el que pude construir mi telescopio.

Con cierto desentendimiento terminó la etapa de teoría, pero decidí continuar. Para eso fui a aprender y ahí es cuando comienza lo más entretenido… Llegó el momento de que la teoría se haga realidad, de encontrarse con dos trozos de vidrio circular sin saber a ciencia cierta el resultado final.

Desde entonces y durante los ratos en los que trabajé en ese futuro espejo, debo agradecer la buena onda que existe en ese puñado de socios, donde reina la camaradería, y quienes nos enseñan lo hacen con una paciencia digna de hacer notar. Fueron pasando las horas y los días de devastar: que es poco, que es mucho, que así, que asá … pero el resultado es magnífico.

En lo personal, el tiempo que transcurría puliendo los espejos se me pasaba sin considerar las horas (y quien les comenta esto sufre de ansiedad, cosa que pude superar ampliamente). Los meses fueron pasando y lo buscado se fue consiguiendo. Se hizo el espejo primario, luego el secundario. Después llegó el aluminizado y la parte del montaje.

Pero debo comentar que sentí una satisfacción tan grande y un estado de emoción cuando, con la ayuda inmejorable de los "profes", salimos y vimos el cielo… No lo podía creer. Saber que el tiempo transcurrido no fue en vano, que el esfuerzo valió ampliamente para el logro, fue maravilloso. Y le puse nombre a mi primer telescopio: *Jápeto*, que es el nombre de un satélite de Saturno, pero en casa lo llamamos *Robertito*.

A los que recién empezaron: no decaigan en el ánimo. A seguir adelante si tienen un traspié, que se puede lograr. No es sólo el espejo, uno es un poco artesano, mecánico, carpintero. Eso sí: ganas y paciencia, que se puede hacer y es muy gratificante verlo terminado.

Me toca desde ahora aprender a observar. Lo que se ve con Jápeto es cada vez más sorprendente y estimula mis ganas de seguir aprendiendo.

Julio Patamia

Fotografía izquierda: Jápeto terminado y funcional.
Superior derecha: la óptica del telescopio montada en el equipo de Foucault para su control.
Inferior derecha: el pulido manual de la óptica.

ArSat-1
Presencia argentina en el espacio

Por Mg. Ezequiel Koile, A.A.A.A. Contacto: koile@fisica.unlp.edu.ar

A las 18:43 del jueves 16 de octubre –hora argentina- se lanzaba, desde la base aeroespacial de Kourou, en la Guayana Francesa, el satélite de telecomunicaciones geoestacionario ArSat-1.

¿Qué?

Por más que el espacio nos resulte infinito visto desde nuestro minúsculo planeta, es bastante limitado… o al menos lo son las posiciones estratégicas que podemos utilizar para poner en órbita un satélite.

Conociendo la ley de gravitación universal de Newton y con un poco de álgebra básica, podemos demostrar que hay ciertos puntos del espacio que rodea a la Tierra que son especiales. Se trata del *arco geoestacionario*: es una zona del cielo en la cual, si ponemos un satélite en órbita, este girará alrededor de la Tierra *a la misma velocidad angular* con que la Tierra rota.

Las órbitas geoestacionarias se encuentran sobre el ecuador terrestre, a unos 35.786 km por encima de la superficie de nuestro planeta (casi tres diámetros terrestres), y son muy codiciadas. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) regula estas órbitas, decidiendo qué país tiene derecho a poner un satélite allí. Los puntos sobre este arco se denotan por su longitud (todos están a latitud 0° y a la misma altura), y "entra" un satélite cada 0,2°, sin que sus ondas interfieran con las de sus vecinos.

¿Por qué?

En este momento existen alrededor de 300 satélites en órbitas geoestacionarias. La Argentina cuenta con las posiciones de 71,8° oeste y de 81,0° oeste a su disposición. Si no las utiliza, estas se pierden en favor de otros países. Es por esto que era necesario ocuparlas con "algo": las opciones eran comprar un satélite "llave en mano", perder la posición, o animarse a construir uno propio.

Se decidió llevar a cabo esta última alternativa, creando en 2006 la Empresa Argentina de Soluciones Satelitales Sociedad Anónima (AR-SAT). Se trataba de una empresa 100% estatal que construiría los satélites para ocupar estas posiciones. Vale decir que en ese momento existían solo siete países (o grupos de países trabajando en conjunto) con la capacidad para construir un satélite de estas características: Estados Unidos, Rusia, China, Japón, Israel, India y la Unión Europea; por lo que no se trataba de una empresa sencilla. Es decir, *se trata del primer satélite geoestacionario construido en Latinoamérica.*

Se planeó entonces la construcción de tres satélites ArSat. El primero se lanzó este octubre y pronto ocupará la posición de 71,8°. El ArSat-2 ya está construido en un 70% y sería lanzado el año que viene para ocupar la posición de 81°. Finalmente, se proyecta que el ArSat-3, que aún no está contratado, será lanzado hacia 2017 y compartirá la posición de 81° con el ArSat-2[1]. Durante los primeros años, hasta que estuvieran listos los satélites

nacionales, se alquilaron satélites de fabricación holandesa para no perder estas posiciones en el corto plazo.

¿Para qué?

Entendemos que se trata de un desafío tecnológico importante y que el tiempo apremiaba, pero ¿para qué sirve tener un satélite ahí colgado?

Los satélites geoestacionarios son ideales para dos tareas: telecomunicaciones y meteorología. Esto es porque, como ya hemos dicho, permanecen fijos sobre un determinado punto de la Tierra, por lo que están las 24 horas del día sobre el horizonte de una misma región, llamada área de cobertura. Entonces, si enviamos una señal desde una estación terrestre hacia el satélite, este podrá reenviarla hacia toda su área de cobertura en aproximadamente un cuarto de segundo[2]. Además, las antenas receptoras de la señal reenviada no necesitan motores para apuntar al satélite, por lo que pueden ser instaladas en hogares y escuelas a un costo razonable.

En particular, el satélite ArSat-1 tendrá tres objetivos principales: transmitir televisión digital, internet y telefonía a todo el país, aun a regiones alejadas que hoy tienen un acceso de baja calidad o nulo a estos servicios. También entran en su área de cobertura los territorios de Uruguay, Chile y Paraguay, países a los que se les prestará este servicio.

El ArSat-2 será más sofisticado aún, con tres antenas en lugar de una y transmitiendo información en una banda adicional. Esto le permitirá cubrir un territorio mayor (que incluye a los Estados Unidos) dada la posición privilegiada de su órbita y su multiplicidad de antenas.

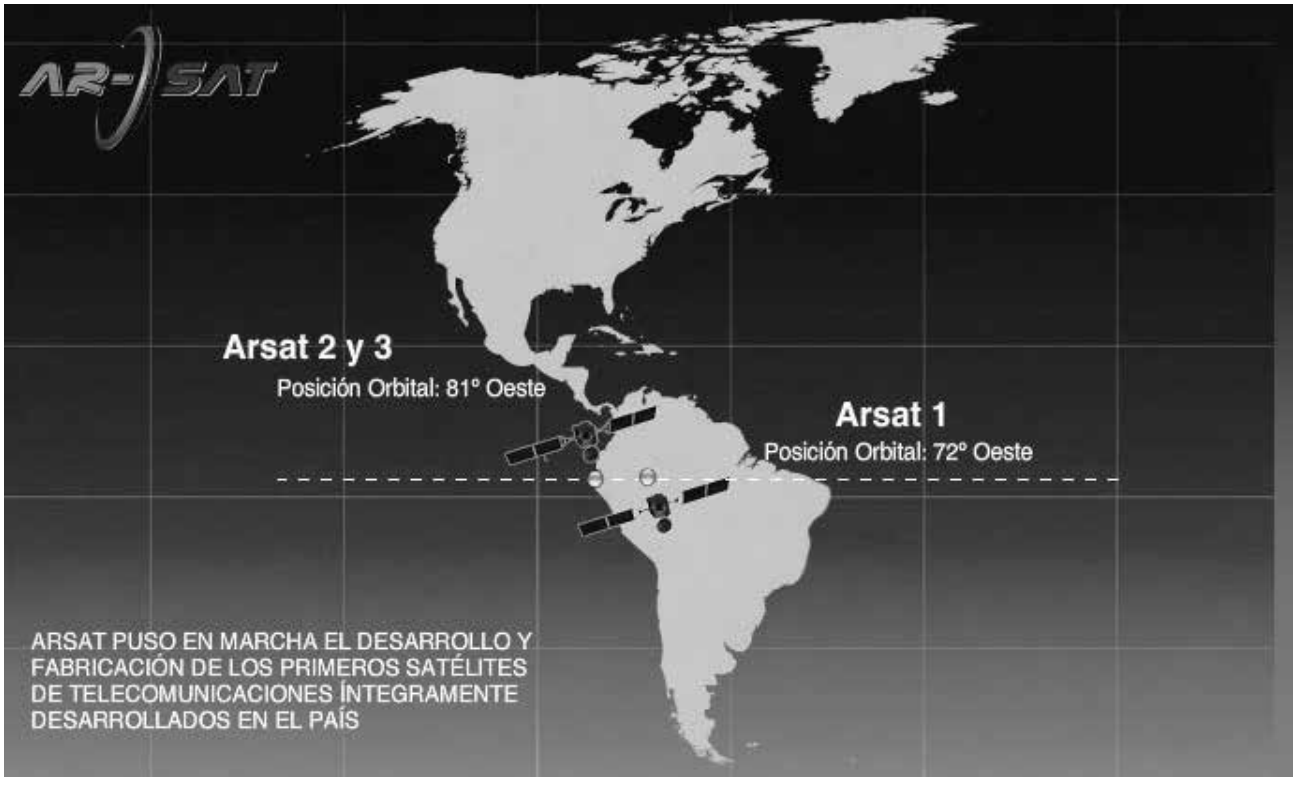
¿Dónde?

Si bien el operador de estos satélites es AR-SAT, esta empresa tiene un contratista para el gerenciamiento del proyecto, que incluye el desarrollo de la ingeniería, la fabricación del satélite y los ensayos posteriores. Se trata de la empresa INVAP Sociedad del Estado, una empresa del estado rionegrino con sede en San Carlos de Bariloche. Allí se desarrolló toda la ingeniería del satélite: no solo la electrónica, sino también la computadora de actitud, pieza central del satélite.

También se inauguró el Centro de Ensayos de Alta Tecnología (CEATSA), con lo que los satélites pueden ensayarse directamente en Bariloche, sin tener que llevarlos a Brasil como hasta hace unos años. Además, durante los momentos en que el CEATSA no esté

1 Las posiciones pueden ser compartidas por más de un satélite, siempre que estos sean operados por la misma empresa. Esto es debido a que se requiere mucha coordinación para controlar ambos.

2 A esto hay que sumarle el retardo debido a los algoritmos de compresión y descompresión de video y audio digital. El tiempo total para la transmisión de datos es del orden de 2 segundos.



haciendo ensayos en satélites puede encargarse de ensayar autos, electrodomésticos y teléfonos celulares, actividades que no se hacían en el país antes de la inauguración de este centro.

Si bien algunos componentes fueron adquiridos de empresas extranjeras (la carga útil, de Francia y la propulsión, de Alemania), todo el diseño, integración, testeo, la computadora de actitud, el software y la estructura son argentinos. Vale decir que ningún país, por más desarrollado que sea, construye un satélite sin recurrir a componentes fabricados en otro sitio.

¿Cuándo?

El ArSat-1 se comenzó a construir en 2010. El 16 de octubre la lanzadera lo depositó en una órbita muy elíptica, cercana al ecuador, con perigeo a 250 km de altura y apogeo en el arco geoestacionario. En los siguientes diez días llegará a su posición final en su órbita circular a 35.786 km. Tendrá una vida útil de 15 años, al igual que sus dos sucesores.

¿Cuánto?

La construcción del ArSat-1 demandó 270 millones de dólares ¿Es esto muy caro? Pensemos que hasta ahora se gastaban unos 25 millones de dólares anuales en alquiler de capacidad satelital. Además, el hecho de haber desarrollado tecnología nos da cierta independencia, en cuanto a que no dependemos de los demás países más que para comprar componentes ya estandarizados.

¿Cómo?

Hablamos del primer satélite argentino con tales o cuales características, pero hace tiempo que vemos en la prensa lanzamientos de otros satélites argentinos. Sin ir más lejos, nuestra edición n°279 dedicó su tapa al lanzamiento del SAC-D.

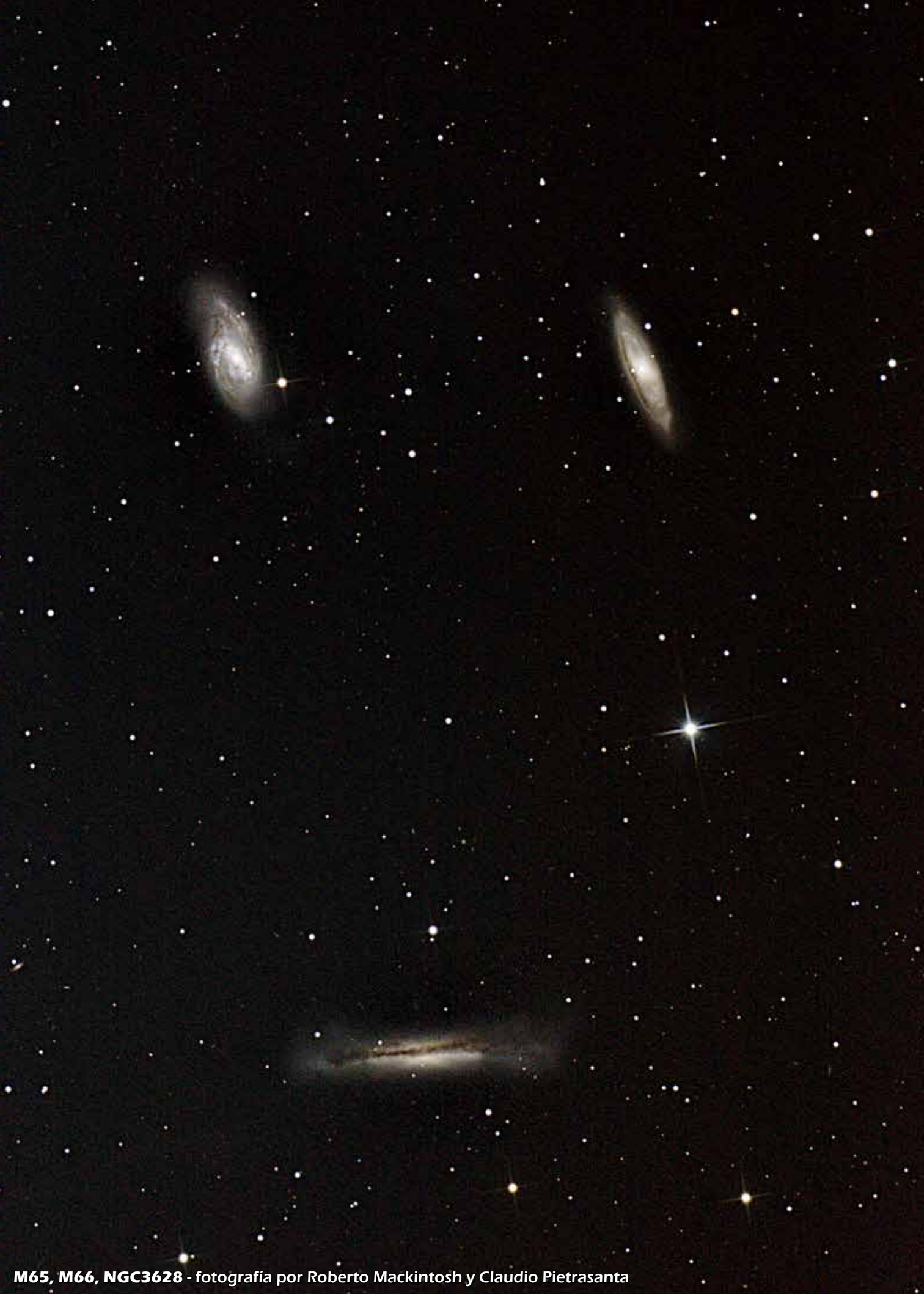
Pues bien, se trata de dos tipos distintos de satélites. Aquellos como el SAC-D -también construido por INVAP, operado por CONAE y con paneles solares construidos por CNEA- tienen fines científicos, de observación terrestre, por lo que su órbita es mucho más baja (alrededor de 700 km). Los ArSat, en cambio, son de telecomunicaciones, lo que constituye un desafío tecnológico mayor.

El recibimiento de esta noticia por parte de la comunidad internacional puede resumirse con la frase de Houlin Zhao, subsecretario general de la UIT, justo antes del lanzamiento: "La Unión Internacional de Telecomunicaciones apoya fervientemente la labor de los Estados miembros en el desarrollo de las telecomunicaciones y satélites; en este caso particular, el hecho de que Argentina va a lanzar y operar un satélite geoestacionario diseñado y fabricado en el país. Hay que destacar que se establece como un ejemplo para los países en desarrollo en todo el mundo".

Mg. Ezequiel Koile

Parte del equipo de trabajo de ARSAT-1 en las instalaciones de CEATSA, sede central, INVAP.

Despegue del cohete que puso en órbita al ArSat-1.
Créditos: ESA-CNES-ARIANESPACE / Optique vidéo du CSG - S MARTIN



M65, M66, NGC3628 - fotografía por Roberto Mackintosh y Claudio Pietrasanta