



CLUB DE ASTRONOMÍA DE LEÓN

Sidus  
Revista del Club de Astronomía

NÚMERO 1 — ABRIL 2012

revistasidus@gmail.com

# LA VARIABILIDAD DEL INTERIOR DEL SOL

¿Es responsable nuestra Estrella de los cambios climáticos en la Tierra?

## ¿QUÉ SON LAS ESTRELLAS?

Es común escuchar a alguien preguntar por qué si el Sol es una bola de fuego, éste no se apaga estando en el vacío del espacio.

## MAGNITUDES ESTELARES

La magnitud de una Estrella “o algún otro objeto celeste” es una medida de la cantidad de luz que recibimos de ella.

## IMÁGENES ASTRONÓMICAS



## ¿CÓMO CREAR UN CLUB ASTRONÓMICO?



## EFEMÉRIDES

## ASTRONÓMICAS



### Editorial

- 5** ¿Cómo crear un Club Astronómico?
  
- 9** La variabilidad del interior del Sol y sus posibles efectos climáticos
  
- 15** Magnitudes Estelares
  
- 17** ¿Qué es una Estrella?
  
- 20** Efemérides Astronómicas
  
- 22** Fotos Astronómicas
  
- 26** Actividades del Club

## Guía para autores

### Introducción

Todas las personas están invitadas a enviar sus artículos y opiniones a la revista del Club de Astronomía. Las siguientes instrucciones están pensadas para su envío y procesado en el formato electrónico en el que se genera la revista. Estas son las guías y condiciones generales para la publicación en la revista.

### Instrucciones generales

Los artículos deben contener, las siguientes secciones: Título, resumen, desarrollo y conclusión. Otras secciones posibles son las de referencias bibliográficas y direcciones de interés (ej. páginas web). El formato debe ser en Word. Se recomienda incluir la dirección electrónica del autor al final del artículo para permitir el contacto directo con los lectores. Las imágenes deben enviarse en formato PNG o JPG. En el artículo debe indicar una nota explicativa para cada una de las imágenes (ej. venus.png. Venus al amanecer con cámara fotográfica de 50 mm, 20 segundos de exposición).

### Instrucciones de envío

Enviar el artículo a la dirección electrónica *revistasidus@gmail.com*. El grupo de editores evaluará el artículo para su posible publicación en la revista.

SE PERMITE LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y PARCIAL DE LOS CONTENIDOS DE LA REVISTA PARA USO PERSONAL Y NO LUCRATIVO, CITANDO LA FUENTE. PARA CUALQUIER DUDA O SUGERENCIA PÓNGASE EN CONTACTO CON LA REDACCIÓN MEDIANTE CORREO ELECTRÓNICO EN *revistasidus@gmail.com*. LA REDACCIÓN NO SE HACE RESPONSABLE DE LAS OPINIONES VERTIDAS POR LOS AUTORES Y COLABORADORES.



## EDITORIAL



### RESPONSABLE

Dr. Gerardo Ramos Larios

### COORDINADORA

Laura L. Razón Gallegos

### EDITORES

Miriam E. Gudiño Yáñez  
Guadalupe López Bejarano  
Alejandro Márquez Lugo  
Edgar Iván Santamaría

### COLABORADOR

Edgar Omar Ramos Méndez

Con este nuevo número y renovada edición de la revista *SIDUS*, esperamos llegar a un mayor número de lectores mediante una mejor difusión y con un contenido de mayor calidad.

*SIDUS* pretende difundir la Astronomía de una manera amena y de fácil lectura entre los miembros del Club de Astronomía y el público en general.

La revista será ahora trimestral y constará de varias secciones con autores invitados en algunos de los artículos, reportajes, una selección de las mejores fotografías de APOD (Astronomy Picture Of the Day), efemérides e imágenes de las actividades realizadas en el Club.

Para esta última sección, se invita a colaborar a todos los miembros del Club que tengan imágenes de las observaciones o reuniones para que nos manden sus fotografías para que aparezcan en la revista. De la misma manera, los lectores interesados pueden participar en el contenido de la revista mediante artículos de interés que nos pueden hacer llegar. Con este fin, se incluye una guía de autores.

Queremos mencionar que el Club de Astronomía continuará trabajando en la divulgación, ofreciendo de cierta manera una ventana al Universo. En las oportunidades que se han tenido de observar el cielo fuera de la ciudad, en cielos oscuros sin contaminación es común escuchar el asombro de las personas al contemplar la Vía Láctea en todo su esplendor o el planeta Saturno con un telescopio. Estas experiencias bajo un cielo estrellado y el compañerismo que se logran en las observaciones nunca podrán igualarse con las imágenes del cielo observadas desde un monitor.

Aprovechamos para agradecer a los miembros del staff y el grupo de editores miembros del Club por su gran esfuerzo y dedicación en la edición de esta revista.



## ¿Cómo crear un club astronómico?

***La astronomía es una afición en ocasiones cara y poco popular. Pero ello es tremendamente engañoso. El gran problema es que los aficionados están aislados unos de otros dentro de la marea social. En ocasiones en esta afición nos sentimos como Robinson Crusoe, solos y con pocas probabilidades de encontrar a un semejante. Para solucionar este estado, los aficionados actualmente buscan destacar y hacerse notar con la intención de que la unión de los aficionados marque la diferencia.***

### El inicio de un sueño.

No soy ningún gurú en cuanto a la formación de sociedades astronómicas. Pero he sido testigo presencial de la creación y desarrollo de mi club astronómico. También he tenido la oportunidad de entrar en contacto con innumerables clubes astronómicos de México y me he enterado de sus logros, sus creaciones, sus cismas e incluso de sus disoluciones.

En todas hay circunstancias comunes y el conocimiento de las mismas puede ahorrarle abrumadoras experiencias a los grupos astronómicos más jóvenes.

¿Quieres formar un club astronómico en tu comunidad? ¡Fabuloso! La tarea no será fácil, pero tampoco imposible. El primer consejo que te podría dar es la paciencia. Estudia primero las posibilidades y tu entorno. En ellas descubrirás algunos puntos que pueden ser útiles en fomentar tu afición.

Te recomiendo que primeramente hagas lo siguiente:

- Localiza a otros aficionados a la astronomía en tu comunidad.
- Investiga si ya existe algún club o asociación astronómica en tu ciudad.

- Ubica a los institutos de promoción de la cultura, museos de ciencias, planetarios o centros culturales.
- Localiza a personalidades públicas que divulgan la astronomía.

Estos puntos anteriormente citados son indispensables. Por un lado seguramente conocerás alguna persona que en determinado grado comparte tu gusto por la astronomía. De igual manera tus amigos y parientes seguramente sabrán de otros individuos que tienen la misma afición, cosa que tu desconocías. Usando este método de "preguntando se llega a Roma", no solamente ubicarás a tres o cinco aficionados, sino que podrías averiguar si existe algún club astronómico. Los clubes de astronomía por lo regular tienen sus sedes en planetarios, museos de ciencias o centros culturales. ¡Búscalos! ¿Y eso para qué? Bueno, si ya existe un club astronómico, a lo mejor ya no tiene caso *reinventar la rueda*. ¿Para qué iniciar otro club astronómico cuando podemos afiliarnos a uno ya existente? Por supuesto hay que involucrarse en el club y ver si realmente es lo que buscamos. Lamentablemente existen sociedades astronómicas muy cerradas o elitistas que no admiten a cualquier interesado, o peor aún son clubes que son manejados por algún autócrata presidente que nunca pide parecer a los socios y permanece en el puesto por toda la eternidad sin esperanzas de renovación. En esos casos te daré la razón: es necesario crear un nuevo club.

## El evento de convocatoria

El día del evento se aproxima. Es el momento de pulir algunos detalles. Una recomendación es ir verificando que en la sede del evento este todo preparado. ¿Tienes listo el proyector, la pantalla, el equipo de sonido? Algo importante también es revisar que vayas a contar con suficientes sillas para los asistentes. Si piensas realizar una observación astronómica, revisa en simuladores y en efemérides que los objetos que piensas observar serán visibles en fecha y hora del evento.

Asegúrate que el sitio tenga buena visibilidad, que el horizonte esté lo suficiente despejado y que el alumbrado pueda ser apagado durante la observación. Un buen punto es no solo confiar la asistencia en exclusiva a la convocatoria pública. Invita a tus amigos, parientes y a aquellas personas que sabes que tienen un interés, aunque sea superficial, por la astronomía. También conviene invitar a profesores de ciencias naturales, directores de instituciones académicas o museos, a científicos u otros conferencistas destacados. Este tipo de distinguidas personalidades no solamente puedan verse interesados en participar en tu sociedad astronómica, sino que además llegan a ser *imanes* para atraer a más miembros potenciales.

No olvides enviar invitaciones personalizadas a tus contactos en los medios de comunicación. Por lo regular es difícil que asistan a todo el evento, pero eventualmente envían a reporteros gráficos para obtener fotografías del conferencista y de los asistentes. Acuérdate de escribir posteriormente una reseña de la actividad para que la envíes a los medios, de esa forma la gente que no haya asistido podrá enterarse en los medios sobre el alcance de tu evento, y esté a la expectativa de las posteriores actividades que tu club organice.

Durante nuestro evento, informaremos de nuestra intención de formar un club de astronomía. Para reafirmar esta intención y motivar el reclutamiento de interesados es conveniente que redactes alguna convocatoria escrita donde especifiques los objetivos del club y además agregues un formulario para que la gente interesada proporcione sus datos para

un posterior contacto. Tú y tus compañeros deberán estar muy activos aclarando las inquietudes de los asistentes a la conclusión del evento. El trato personal con aquellas personas que muestren interés será la diferencia para un buen reclutamiento.

## El siguiente paso

Antes de la conclusión del evento no olvides mencionar en que fecha será la siguiente actividad de tu club astronómico. Trata de desarrollar el evento durante los próximos quince días. Dejar más tiempo provocaría que el interés se apagara. Si es posible, en la papelería que distribuiste entre los asistentes de tu primer evento incluye la convocatoria para tu siguiente actividad. Esta segunda actividad será principalmente una informativa sobre tu club y un convivio para que los interesados se conozcan y puedan analizar las ventajas de formar parte de un grupo astronómico. Para la siguiente junta es crucial que notifiqués nuevamente a todos los interesados, ya sea por teléfono o correo electrónico. También envía una gacetilla a los medios. Si te publicaron la del primer evento, es muy probable que también te publiquen ésta. Llegar a la junta informativa será el punto más delicado de nuestro objetivo. Si lo desarrollas con éxito es casi seguro que tu sociedad astronómica progresará. Si no sabes desenvolverte y expresar tus ideas, el plan de un grupo astronómico fracasará rotundamente. Por lo mismo debes prepararte hasta el último detalle. ¿Qué hacer entonces?

- Reúnete previamente con tus compañeros de planes y avancen en los puntos vitales del club.
- Defínanse los cargos administrativos y ramas directivas.
- Ponte en contacto con grupos astronómicos en otras entidades y solicítale ayuda.
- Consigue unos estatutos de alguna otra sociedad astronómica.
- Coordínate con la sede cultural donde realizarás tus eventos.

Para crear un club astronómico no estás solo. Los aficionados que anteriormente ubicaste pueden ser colaboradores esenciales para llevar a cabo tu proyecto. Eso sí, si quieres que el sueño cristalice, tú deberás liderar el proyecto, pues siempre hará falta un líder para materializar el sueño. Si tú buscas que alguien más lo realice en tu lugar, tal vez nunca encuentres a esa persona emprendedora.



*Es importante localizar otros compañeros de afición*

Una vez tengas convencidos a tus compañeros de afición será importante contactar con las directivas de los institutos de promoción cultural, museos de ciencias, planetarios o centros culturales. Por lo regular los directores de estas instituciones buscan constantemente actividades culturales que se puedan desarrollar en sus centros. Si tú llegas a ofrecerles actividades de divulgación astronómica como conferencias, talleres u observaciones astronómicas no se podrán resistir a la oferta. Organízate con los directivos culturales para que ellos pongan su local y la promoción, y ustedes se pueden encargar de la actividad.

## La promoción

Estamos a punto de publicitar nuestra intención de formar un club astronómico. Y ahora la tan temida pregunta: ¿alguno de ustedes se anima a dar una conferencia de astronomía? ¡Glup! Soy consciente

que no cualquiera se considera apto para realizar una exposición, sobre todo ante un público que podría ser numeroso. Si alguno de ustedes se considera lo suficientemente preparado y no tiene *pánico escénico* entonces adelante. En caso contrario deberán buscar más alternativas.

Una de ellas es que la actividad se reduzca a una observación astronómica. ¡La gente sueña con observar el cosmos por un telescopio! Escojan una fecha propicia para que la gente observe cosas interesantes en el cielo. Observen objetos interesantes para el público como la Nebulosa de Orión, Saturno o la Luna. Esto los dejara cautivados. Tomen sus precauciones, y antes de la observación orienten al público sobre como observar y como tratar a los telescopios. ¡Nunca pierdas de vista tus instrumentos! La gente por lo regular desconoce la delicadeza y el uso de estos aparatos, y no te gustaría que te los estropearan.

La segunda opción, que no excluye a la primera, es contactar con algún divulgador científico, astrónomo o conferencista de temas astronómicos que se anime a presentar una conferencia. Si dicha personalidad es bastante reconocida entre el público, esto te asegurará una gran asistencia. Hasta aquí, ya tenemos organizada la actividad. Pero falta un factor del cual dependerá el número de asistentes: la publicidad.

Para promocionar nuestra actividad, deberemos darla a conocer a tanto medio de comunicación tengamos a la mano. Es probable que el instituto cultural donde vas a hacer la actividad ya tenga los contactos adecuados con los medios de difusión. Elabora un boletín de prensa (también llamado *gacetilla*) donde convoques al público en general a asistir al evento, especifica fecha, hora y lugar, así como título y sinopsis de la actividad, sin olvidar el currículum del conferencista. Y de paso comenta que la actividad tiene como objetivo el formar un club astronómico. Proporciona suficientes copias de la gacetilla al centro cultural, si puedes elabora algunos carteles que puedas poner en lugares públicos.

## Tu sueño hecho realidad.

Presenta claramente tus ideas al grupo. Aclara el objetivo del club y el compromiso social que éste tendrá ante la comunidad. El objetivo de nuestro club es ser un sitio de encuentro de los aficionados a la astronomía y ciencias afines para ampliar nuestro conocimiento y disfrute de la misma.

Nuestro compromiso social es la divulgación de la astronomía y la ciencia en general entre el público.

Organiza la mesa administrativa de la sociedad astronómica. Es probable que tú y tus compañeros de idea deban tomar algunos de los cargos de mayor responsabilidad y cabildear entre los asistentes la ocupación de los puestos menores, así como de las titularidades de cada una de las ramas operativas. La mesa directiva que de allí surja deberá permanecer en su cargo preferentemente durante un año mientras el grupo adquiere consistencia y los miembros empiezan a conocerse. Posteriormente habrá la posibilidad de que otras planillas tomen el relevo mediante una elección democrática.

En este punto ya podemos hablar de elegir un nombre para el grupo así como algún logotipo o eslogan que lo identifique entre la comunidad.

Toda actividad requiere un presupuesto, y este dinero debe surgir de algún lado. No tengas miedo a poner cuotas de inscripción o membresías mensuales. Una frase celebre dice que "lo que no cuesta nunca se aprecia lo suficiente". Por ello es necesario que todos los socios tengan una obligación monetaria con nuestra asociación. Coordina con la tesorería cuales serán las cuotas que tengan que pagar los interesados a formar parte de tu club astronómico. Recuerda dar facilidades o descuentos a los jóvenes estudiantes y a los niños, pues ellos siempre mostrarán mucha disponibilidad, pero económicamente no gozan de las facilidades económicas de un adulto.

Posteriormente deberás planear en legalizar ante la autoridad pública tu agrupación. Asesórate sobre los trámites que deben cumplir para que tu asociación tenga personalidad jurídica.

Por ejemplo en México toda asociación requiere un permiso como asociación ante la Secretaría de Relaciones Exteriores, así como registrar ante notario público y en el registro público los estatutos constitutivos de nuestra asociación. Obvio que todo esto cuesta tiempo y dinero.

## Y vivieron felices para siempre...

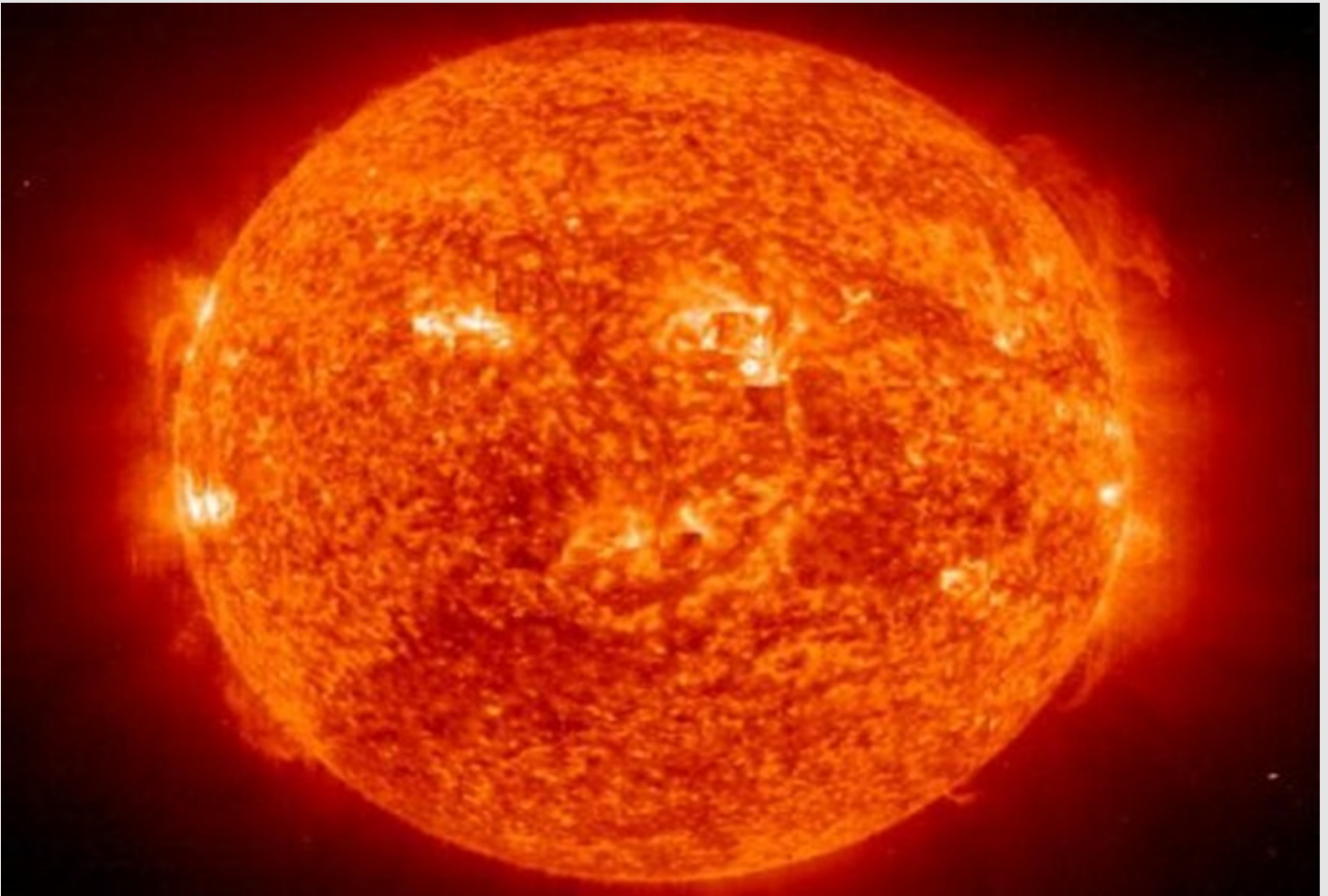
Lamentablemente la historia de las sociedades astronómicas dista mucho de ser como los cuentos de hadas. Aquí sólo hay principios exitosos, lo que el futuro les depare dependerá de lo bien que dirijan a su grupo. Pueden perdurar por décadas o siglos, o al cabo de pocos meses o años desintegrarse por muy diversos motivos.

Jesús Gerardo Rodríguez Flores

[jgerardo@prodigy.net.mx](mailto:jgerardo@prodigy.net.mx)  
<http://www.astroned.net/megacosmos>

Sociedad Astronómica de la Laguna





## La variabilidad del interior del Sol y sus posibles efectos climáticos

*¿Es responsable nuestra estrella de los cambios climáticos en la Tierra?*

¿Por qué estudiamos el Sol? Al fin y al cabo, el Sol sólo es una de alrededor de trescientos mil millones de estrellas que forman parte de nuestra galaxia, y existen miles de millones de galaxias en el Universo. Sin embargo, el Sol es para nosotros un astro muy especial porque es *nuestra* estrella, y responsable última de nuestra existencia. De esta estrella cercana nos llega prácticamente toda la energía que disponemos, sin la cual la vida sobre la Tierra sería imposible y el mismo planeta no existiría. Visto desde este punto de vista antropocéntrico, es importante estudiar el Sol. Pero podríamos citar otros tipos de razones por las que los seres humanos nos esforza-

mos por comprender cómo funciona: estudiamos el Sol por motivos culturales, porque es fuente de ciencias básicas y porque tiene importantes efectos directos sobre la Tierra. Desde la remota Antigüedad, se ha adorado al Astro Rey, al ser dador de luz y calor. Su recorrido diario a través del cielo ha fascinado al hombre, mitificándolo como dios y sirviendo de base para crear una útil herramienta, el calendario, una vez desarrollados los conceptos de hora, día y año. Ha sido un referente único para conceptos filosóficos y religiosos, se han escrito poemas, libros y canciones sobre él. Se ha representado en esculturas, pinturas y edificios importantes.

## «Nuestra estrella ha sido fuente de ciencias básicas a lo largo de toda la Historia»

Si nos situamos en el punto de vista científico, nuestra estrella ha sido fuente de ciencias básicas a lo largo de toda la Historia. Aparte de su utilidad calendárica, sirvió para demostrar que nuestro planeta no era plano, sino esférico. Ya en la antigua Alejandría macedónica, Eratóstenes llegó a calcular el radio de la Tierra gracias a la sombra que los obeliscos egipcios proporcionaban a distintas latitudes. Fue entonces cuando se comprendió que girábamos alrededor de él, y no viceversa. Sin embargo, el modelo heliocéntrico fue postergado, y durante más de mil años la hipótesis geocéntrica de Ptolomeo fue la aceptada (o la impuesta). Copérnico, Brahe, Galileo y Kepler recolocaron el Astro Rey en el lugar que le correspondía, provocando el cambio de paradigma científico más importante de la Historia, y abriendo camino a la exitosa teoría de la Gravitación Universal de Newton. En la actualidad, el Sol continúa siendo vital para el estudio de los fenómenos físicos. Uno de los grandes logros de la Astrofísica es la comprensión del ciclo de vida estelar, y el conocimiento de que, dentro de 1000 millones de años, nuestra estrella emitirá tanta energía que la vida en la Tierra será imposible, transformándose paulatinamente en una gigante roja. Pero el fin último del Sol, dentro de unos 4500 millones de años, será una nebulosa planetaria, en cuyo interior descansará una enana blanca. La física de plasmas, la magneto hidrodinámica y la física nuclear se han desarrollado gracias al esfuerzo de entender cómo funciona el Sol. Un gran éxito fue encontrar la fuente de energía de las estrellas, la fusión termonuclear, en la que cuatro núcleos de hidrógeno se funden para proporcionar uno de helio, y energía. Este tipo de energía nuclear por fusión es eventualmente la solución al problema energético al que el mundo se precipita. Más recientemente, el Sol ha sido banco de pruebas para la física de partículas, sobre todo para el estudio de los escurridizos neutrinos. En las últimas décadas del siglo pasado se pensaba que esta partícula elemental, que tiene tres clases y aparece muy involucrada en los procesos de fusión nuclear, no tenía masa. Las dificultosas detecciones de neutrinos provenientes del Sol no concordaban con las cantidades teóricas predichas por los modelos solares: eran tres veces menor de lo esperado. Los físicos de partículas

sostenían que el problema era de los modelos astrofísicos del interior solar; los astrofísicos argüían que el fallo era de los modelos de partículas. Recientemente se ha demostrado que el neutrino tiene masa, propiedad que hace que el neutrino pueda *cambiar* entre sus tres clases posibles.

Científicamente, este fenómeno se conoce como *oscilaciones de neutrinos*. Como nosotros detectamos mayoritariamente sólo un tipo de neutrino (el neutrino del electrón), el factor tres de las observaciones solares es correcto. El problema está resuelto.

## Efectos del Sol sobre la Tierra

Los efectos del Sol sobre la Tierra son evidentes. Continuamente recibimos su luz. Algunos fotones alcanzan la superficie terrestre: son los que nos proporcionan la vista en el rango óptico del espectro. Otras radiaciones son absorbidas, como la poderosa radiación ultravioleta.

Una fina capa de ozono es capaz de retener este tipo de luz, protegiendo la vida. Las partículas más energéticas del viento solar también llegan a las inmediaciones terrestres, pero son desviadas por el campo magnético terrestre. En los momentos de máxima actividad solar, estas partículas son capaces de destruir satélites y matar astronautas en órbita. El campo magnético terrestre es más débil en los polos, por donde se cuelan estas partículas energéticas, dando lugar a las famosas auroras boreales y australes. Las pequeñas variaciones en el Sol debido al ciclo solar de 11 años hacen calentar más la atmósfera terrestre. Ésta se expande, alcanzando mayores alturas, y *frenando* a los satélites que se encuentran en órbitas bajas. Si el descenso de velocidad es muy acusado, pueden llegar a caer hacia la superficie. Por este motivo, los satélites deben empujarse hacia fuera cada cierto tiempo.

Actualmente, tras el desastre del *Columbia* y la parada de los lanzamientos tripulados, la misma Estación Espacial Internacional correría este peligro si su órbita no se corrigiera en varios meses.

## «Una de las causas más importantes por las que interesarse en estudiar la variabilidad solar es por su efecto directo sobre nuestro planeta»

Una de las causas más importantes por las que interesarse en estudiar la variabilidad solar es por su efecto directo sobre nuestro planeta. Desde el descubrimiento de las manchas solares sobre la fotosfera solar por Galileo, se observó que en algunos años aparecían más manchas o grupos de manchas que en otros, encontrándose un ciclo de once años. Cuando se alcanzan momentos de mayor número de manchas, se tiene un máximo de la actividad solar, y se suceden las fulguraciones y protuberancias, la atmósfera solar se expande, y se incrementan las tormentas magnéticas. En el último siglo se ha podido estudiar con más detalle la actividad solar, encontrándose que la variación de la irradiación solar a lo largo del ciclo de 11 años es de sólo 0.1%. ¿Afecta sobre la temperatura media terrestre? Puede ayudarnos a responder a esta pregunta el hecho de que en el siglo XVII un período de varias décadas de bajos máximos solares correspondía a una pequeña edad de hielo en la Tierra, en la que se sucedieron las bajas temperaturas. A este período se le conoce como *Mínimo de Maunder*, durante el que la radiación solar fue entre 0.2 y 0.3% menor de lo que es en la actualidad. Debería existir alguna relación entre el descenso de la radiación solar y la bajada de la temperatura media terrestre. Sabemos que uno de los problemas medioambientales más serios en la actualidad es el calentamiento global de la Tierra debido fundamentalmente al efecto invernadero. Pero vamos a ver que este calentamiento también está asociado a la variabilidad solar.

## ¿Por qué necesitamos comprender la variabilidad solar?

Cualquier fenómeno que aparece en la superficie solar viene del interior. El campo magnético del interior solar, muchas veces ignorado por los modelos al igual que otros fenómenos como la rotación, tiene efectos pequeños pero importantes en los parámetros físicos del interior solar (presión, energía interna, convección, turbulencia). Estas variaciones se

traducen en cambios en las variables externas de la estrella, como el radio, la temperatura efectiva, la luminosidad y la irradiación total emitida. Pero no se conoce aún los órdenes de magnitud de este fenómeno. Para cuantificar estas variaciones internas se desarrollan técnicas para estudiar con detalle las oscilaciones solares, esto es, la forma que tiene el Sol de vibrar. El estudio de las oscilaciones solares es parecido al realizado para conocer cómo es el interior terrestre a través de los terremotos, y se conoce con el nombre de heliosismología.

## «El estudio de las oscilaciones solares es parecido al realizado para conocer cómo es el interior terrestre a través de los terremotos»

La variabilidad solar tiene varias propiedades. Una de las más importantes es la escala de tiempo en la que ocurren las variaciones, siendo la más destacada el período del ciclo solar de 11 años. Pero también se están encontrando ciclos menores y mayores, que incluso pueden alcanzar los 1000 años. Por otro lado, no se conoce la energía total de las variaciones puesto que, aunque sean pequeños cambios, se podrían traducir en grandes efectos. Algunos rasgos de variabilidad interna podrían ser difíciles de detectar observacionalmente con los medios actuales. Basta mostrar como ejemplo el cambio en la sensibilidad de los radiómetros, tanto terrestres como espaciales, a lo largo de los años.

Actualmente, se suelen asociar estos pequeños cambios con problemas instrumentales, pero podrían ser en parte reales. Para complicarlo todo aún más, la variabilidad del interior solar puede estar relacionada con la variabilidad externa asociada a las manchas y fáculas superficiales. Y existen problemas a la hora de conseguir los datos reales de la irradiación total, puesto que distintos instrumentos proporcionan al mismo tiempo valores distintos, siendo difícil de calibrar.

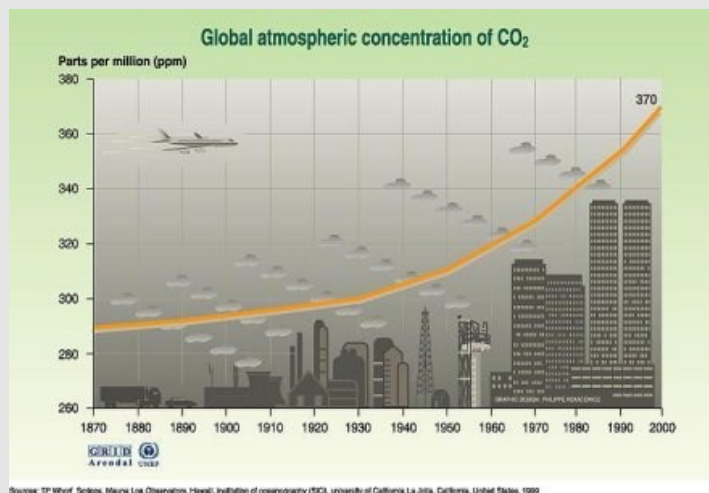
## «Se detectan variaciones de la temperatura fotosférica, alcanzándose incluso variaciones en un 0.1% al día»

¿Ocurren realmente estos cambios estructurales internos? Las observaciones indican que sí. Por ejemplo, se detectan variaciones de la temperatura fotosférica, alcanzándose incluso variaciones en un 0.1% al día (recordemos que es el mismo valor de la variación que se tiene a lo largo de todo el ciclo solar) que en parte parecen explicarse por los cambios internos. También se producen cambios en el radio del Sol y variaciones de las oscilaciones del interior solar, además de diferencias de la irradiación total entre dos períodos de mínima actividad. Para tratar matemáticamente la acción de los campos magnéticos en el interior estelar, deben adaptarse las cuatro ecuaciones principales que rigen el interior del Sol: la conservación de la masa, del momento, de la energía y el transporte energético. Esto se consigue añadiendo dos nuevos parámetros que dan cuenta del campo magnético y la turbulencia. Las ecuaciones de estructura así obtenidas son similares a las estándares, pero ahora aparece un término de dinamo, que puede tener grandes efectos: un campo magnético interno variable puede afectar a los parámetros globales. Los modelos numéricos que mejor reproducen las observaciones son aquellos en los que la densidad de energía magnética es equiparable a la energía que procede del movimiento turbulento. Este resultado parece bastante razonable, puesto que ambos factores están muy relacionados: el campo magnético induce el movimiento de las partículas, y éstas al moverse inducen campo magnético.

## ¿Existe el cambio climático? ¿Lo ha provocado la actividad humana?

Los gases invernadero, fundamentalmente el dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , y el vapor de agua, pero también otros como el óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), los clorofluorocarbonos (CFCs) y el ozono ( $\text{O}_3$ ) retienen la radiación infrarroja que emite el suelo como consecuencia de la incidencia directa de la radiación solar sobre la superficie. Sin los gases invernadero, esta radiación infrarroja se escaparía

hacia el espacio. Un poco de efecto invernadero es bueno: si no existiera, la Tierra sería un mundo cubierto de hielo. Pero el crecimiento constante de la concentración de los gases invernadero, sobre todo dióxido de carbono, hace aumentar la temperatura media de la atmósfera terrestre. Este hecho está actualmente totalmente comprobado, como se observa en las gráficas que muestran la variación de la concentración de  $\text{CO}_2$  en los últimos 150 años. Este crecimiento no es lineal, sino exponencial. El problema es realmente grave.



*Evolución de la concentración de  $\text{CO}_2$  durante los últimos 130 años. Datos del observatorio de Mauna Loa, en Hawái.*

El año pasado se reunieron en Shanghái los científicos internacionales más importantes en el estudio del cambio climático, alcanzándose dos conclusiones fundamentales. La primera, que la mayoría del calentamiento observado durante los últimos 50 años es debido a gases de efecto invernadero. La segunda, que el calentamiento para 2100 será entre  $1.4^\circ$  y  $5.8^\circ$  si sólo se doblase la concentración actual de  $\text{CO}_2$  en 100 años. Una subida de  $1.4^\circ$  durante este siglo es un problema serio, pero subir  $5.8^\circ$  sería un desastre total. El calentamiento se realiza sobre todo en latitudes altas, provocando el deshielo de los polos y el consecuente aumento del nivel de los océanos como resultado de la fusión de enormes cantidades de hielo continental.

La faz de la Tierra cambiaría totalmente, muchas islas desaparecerán, y grandes ciudades costeras quedarán bajo el agua. Además el cambio climático desastroso asociado a este aumento de la temperatura atmosférica media induce un desecamiento de las zonas continentales lejanas de los océanos, ampliándose los desiertos interiores, y una subida de la humedad en las zonas costeras, que se traducen en el incremento descontrolado de las lluvias y fenómenos atmosféricos violentos como huracanes. Ambas variaciones, destacando ésta última, están sucediendo ya.

¿Podemos prever qué ocurriría si doblamos la concentración actual de dióxido de carbono mediante los modelos climáticos que disponemos?. Diseñar un modelo climático de la atmósfera terrestre es un trabajo arduo por la complicación de conocer los propios elementos que intervienen (masas de aire, océanos, masas continentales), todos los parámetros internos (temperatura media atmosférica, densidad, nubes, humedad, dinámica atmosférica) y externos (radiación solar, cobertura vegetal, aerosoles liberados por volcanes, efecto invernadero) implicados, además de todas las interrelaciones que surgen entre ellos. Los ordenadores actuales más potentes tardan cerca de medio año en obtener resultados de los modelos numéricos climáticos. Se suelen despreciar los efectos del Sol en dichos modelos, pero recientes estudios detallados con códigos numéricos que sí incluían el efecto de la variabilidad solar concluyen que es importante tenerlo en cuenta, siendo además necesario para calibrar los datos numéricos con las observaciones.

No obstante, el mayor problema para obtener una buena calibración sigue siendo que no se conoce con precisión cuál ha sido la variación solar debida a cambios internos en el último siglo, porque es algo que se ha comenzado a investigar hace muy poco tiempo.

## El experimento del Sextante del Disco Solar

La radiación solar puede variar tanto por fenómenos superficiales (manchas, fulguraciones, campos magnéticos fotosféricos) como por fenómenos internos que, como ya hemos comentado, son difíciles de medir. No obstante, la teoría indica que estas variaciones internas deben afectar a parámetros medibles observacionalmente, como la temperatura fotosférica, el radio solar y la energía emitida, además de en las propias oscilaciones solares. Durante la pasada década el departamento de Astronomía de la Universidad de Yale (EE.UU.) ha llevado a cabo un experimento, liderado por el profesor Sabatino Sofía, que conseguía medir pequeñas variaciones del radio solar, superando en más de 100 veces a las estimaciones anteriores. Dicho experimento, que recibió el nombre de *Solar Disk Sextant* (SDS, Sextante del Disco Solar), también medía la forma del disco solar, y sus variaciones temporales. Se lanzaba en un globo aerostático sobre el desierto de Nuevo México, alcanzando una altura de 36 kilómetros, para minimizar problemas debidos al movimiento de las capas de aire de la atmósfera.

La precisión del experimento es tan asombrosa que en sólo 20 minutos se consiguió medir el cambio aparente del disco solar por el movimiento propio de la Tierra en su órbita elíptica (se acercaba al perihelio, y el disco solar se incrementaba). Uno de sus resultados más importantes es que en los momentos de menor número de manchas solares, el radio del Sol aumenta. Este cambio es debido a lo que ocurre en el interior estelar.

«Si se puede estimar la franja exacta de la totalidad para cada eclipse solar, se puede conocer el radio del Sol»

Sin embargo, para contabilizar la variación del radio solar con precisión, se necesitan largos períodos de tiempo. De esta forma, el equipo del profesor Sabatino está realizando una ardua labor recopiladora de medidas de tiempos de eclipses totales y tránsitos de Mercurio, muchas de ellas tomadas por astrónomos aficionados. Si se puede estimar la franja exacta de la totalidad para cada eclipse solar, se puede conocer el radio del Sol, conociendo previamente la posición exacta de cada observador y la distancia a la que la Luna se encuentra de la Tierra en el momento del eclipse.

Aunque llevan estudiados eclipses desde 1715, año en el que Halley predijo uno que cruzó Inglaterra, uno de los casos más curiosos que han recopilado fue el ocurrido a mitad del siglo XX sobre Nueva York. Una de las compañías eléctricas de la ciudad quiso hacer un estudio del mismo, para conocer en qué lugares de la ciudad se llegaba a la totalidad, y dónde no. Se colocaron empleados cada pocas calles, de tal forma que cada uno contabilizó la duración de la fase de la totalidad, en caso de llegarse a producir. Así, se estimó con precisión de metros el límite sur de la sombra de la Luna.

Pero en el límite norte no se tenían medidas. Casualmente, el equipo del profesor Sabatino encontró una referencia de un astrónomo que envió una carta a una revista de aficionados pidiendo disculpas porque no pudo obtener unos ansiados espectros de la cromosfera solar, porque el eclipse sólo duró 5 segundos desde su lugar de observación. Conociendo la posición de este astrónomo, justo a unos 80 kilómetros al norte de Nueva York, se determinó con un margen de error de 50 metros el límite norte de la totalidad.



*Experimento del profesor Sabatino*

En conclusión, aunque a veces nos preguntamos la utilidad real que tienen los estudios de Astrofísica para la vida cotidiana, encontramos que en el caso del Sol este estudio es eminentemente práctico. Y de gran importancia además, pues del caprichoso comportamiento de nuestra estrella, ese Astro Rey adorado por todas las culturas a lo largo del mundo, depende totalmente nuestra existencia. Debemos esforzarnos por comprender lo que ocurre en su interior. Por nuestra propia seguridad.

Ángel R. López Sánchez  
[angelrls@ll.iac.es](mailto:angelrls@ll.iac.es)

Astrofísico residente,

Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)



## La magnitud de una estrella, es una medida de la cantidad de luz que recibimos de ella.

*Lo anterior no nos aclara todo lo que importa del asunto pues existen varios detalles importantísimos.*

Las mediciones de las magnitudes estelares se refieren en principio a la cantidad de luz que recibimos, son una medida aparente por lo que se habla de “magnitud aparente” y su símbolo es *m*. Las mediciones de magnitudes no se refieren a cantidades absolutas en términos físicos como por ejemplo el número de fotones recibidos por unidad de tiempo por unidad de área entre tal y cual frecuencia, lo que requeriría de calibraciones muy precisas (y difíciles) para conseguir que todos los telescopios del mundo (y fuera de él) midieran lo mismo. Esas mediciones son relativas y para ello se emplea un estándar conocido y luego a partir de él se miden las magnitudes de otros astros. Como ya

se ha dicho la magnitud aparente es una medida de la cantidad de luz recibida, de un flujo luminoso pues, pero se trata de una relación no lineal, sino logarítmica. Además los valores numéricos mayores de magnitud se refieren a astros con menos flujo (menos brillantes) y viceversa.

Lo anterior puede llevar a errores penosos donde se crea que una estrella con el doble de magnitud que otra tenga el doble de flujo o que estrellas de gran magnitud son estrellas de gran brillo.

Para medir la magnitud de un astro ( $m_1$ ) debes medir el flujo que de él recibes ( $F_1$ ) y luego comparar con el flujo ( $F_2$ ) que recibes de una segunda fuente de la que ya conoces su magnitud ( $m_2$ ), utilizando la relación:

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log_{10} \frac{F_1}{F_2}$$

Así una estrella de la que recibimos un flujo  $F_1$  que es sólo la mitad del flujo  $F_2$  correspondiente a una estrella magnitud  $m_2 = 3$  (visible simple vista desde las ciudades) tendrá una magnitud aparente:

$$m_1 = -2.5 \log_{10} \frac{0.5}{1} + 3$$

esto es:

$$m_2 = 3.75$$

Es menos brillante y el valor numérico de su magnitud es mayor. Ahora podemos considerar un objeto del que recibimos 100 veces más luz que del de magnitud 3, entonces:

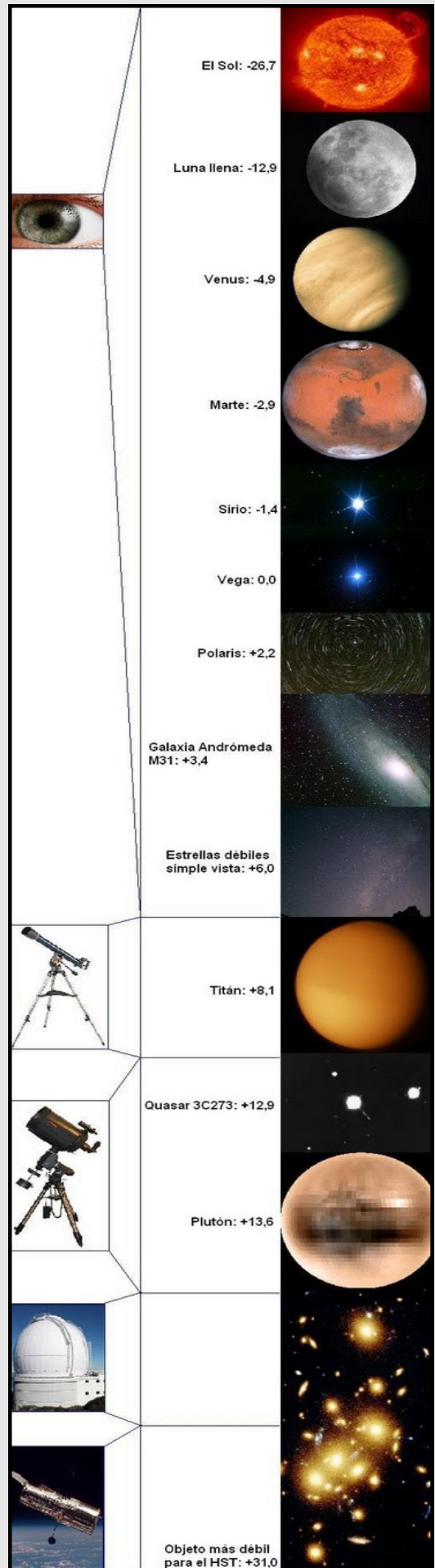
$$m_1 = -2.5 \log_{10} \frac{100}{1} + 3$$

lo que resulta en:

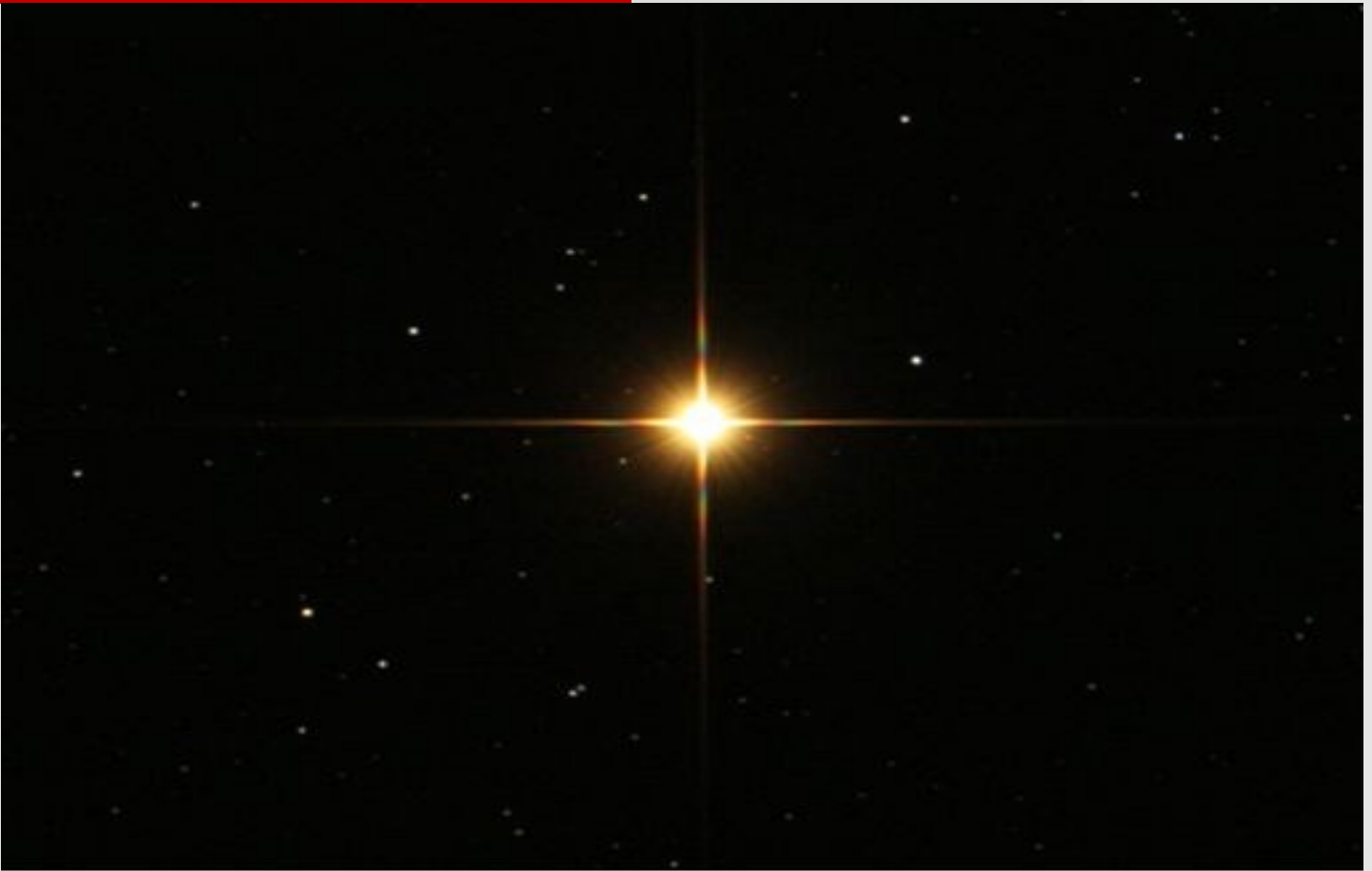
$$m_2 = -2$$

una diferencia de 5 magnitudes.

Si la razón entre los flujos es 10,000 la diferencia en magnitudes será 5 más 5, esto es 10 magnitudes. El cuerpo más brillante de nuestro cielo es el Sol, tiene una  $m = -26.7$ , mientras que las estrellas menos brillantes captadas por el Telescopio Espacial Hubble tienen  $m = 31$ . ¿Cuántas veces es mayor el flujo que recibimos del Sol que de esas pálidas estrellas?







## Es común escuchar a alguien preguntar por qué si el Sol es una bola de fuego, éste no se apaga estando en el vacío del espacio.

*Las estrellas, incluido el Sol, no son en realidad bolas de fuego, en todo caso son bolas de plasma, un tipo de gas muy caliente en el que los átomos se desprenden de todos o parte de sus electrones.*

Las estrellas son objetos dinámicos, no se trata de algo que ha sido, es y será siempre de una forma. Según lo que sabemos el Universo surgió del Big Bang hace unos 14 mil millones de años como una sopa de partículas de muy alta energía que al expandirse fue enfriándose.

Más del 90% de los núcleos atómicos originales eran de hidrógeno, menos del 10% de helio y prácticamente nada de elementos más pesados. Unos 200 millones de años después del Big Bang algunas

partículas se estaban aglomerando para formar regiones de alta densidad, donde a contracorriente del resto del Universo, la temperatura iba localmente en aumento.

De estas aglomeraciones surgieron las primeras estrellas del Universo y desde entonces no han dejado de formarse más y más de ellas. Hace unos 5 mil millones de años se formó nuestro Sol.

## La formación de las estrellas

En el espacio existen grandes nubes de gas y polvo, llamadas nubes moleculares, que se encuentran a temperaturas de pocas decenas de grados kelvin y tienen densidades de entre 100 y 100 mil átomos por  $\text{cm}^3$ . El diámetro de estas nubes moleculares puede ser de decenas de pársecs, lo que resulta en que su masa puede llegar desde unos pocos cientos hasta un millón de veces la masa del Sol. Dado que las nubes son finitas y no perfectamente homogéneas se presentan gradientes en el campo gravitacional que inician la agregación de material, primero en microscópicos granos de polvo y luego estos en granos cada vez mayores hasta que enormes cantidades de este material colapsan sobre sí mismas aumentando su densidad y con ello su temperatura.

Ya que las partículas en la nube tienen velocidades diversas, los agregados que se van formando

adquieren rotación y así los grumos de la nube se alejan de la simetría esférica y se acercan a la de un disco en rotación (Fig. A), el llamado disco protoestelar. El centro de esos discos protoestelares alcanza enormes temperaturas y presiones, los átomos pierden sus electrones y cuando la temperatura llega a unos 20 millones de grados, los protones (esto es, núcleos de hidrógeno) tienen suficiente energía para que en una cantidad apreciable del total logren vencer su repulsión eléctrica y chocar.

Estas reacciones producen energía, parte de ella en forma de radiación electromagnética, entonces la presión de radiación disgrega la parte de la nube en torno a estos núcleos. En este momento decimos que una estrella ha nacido.

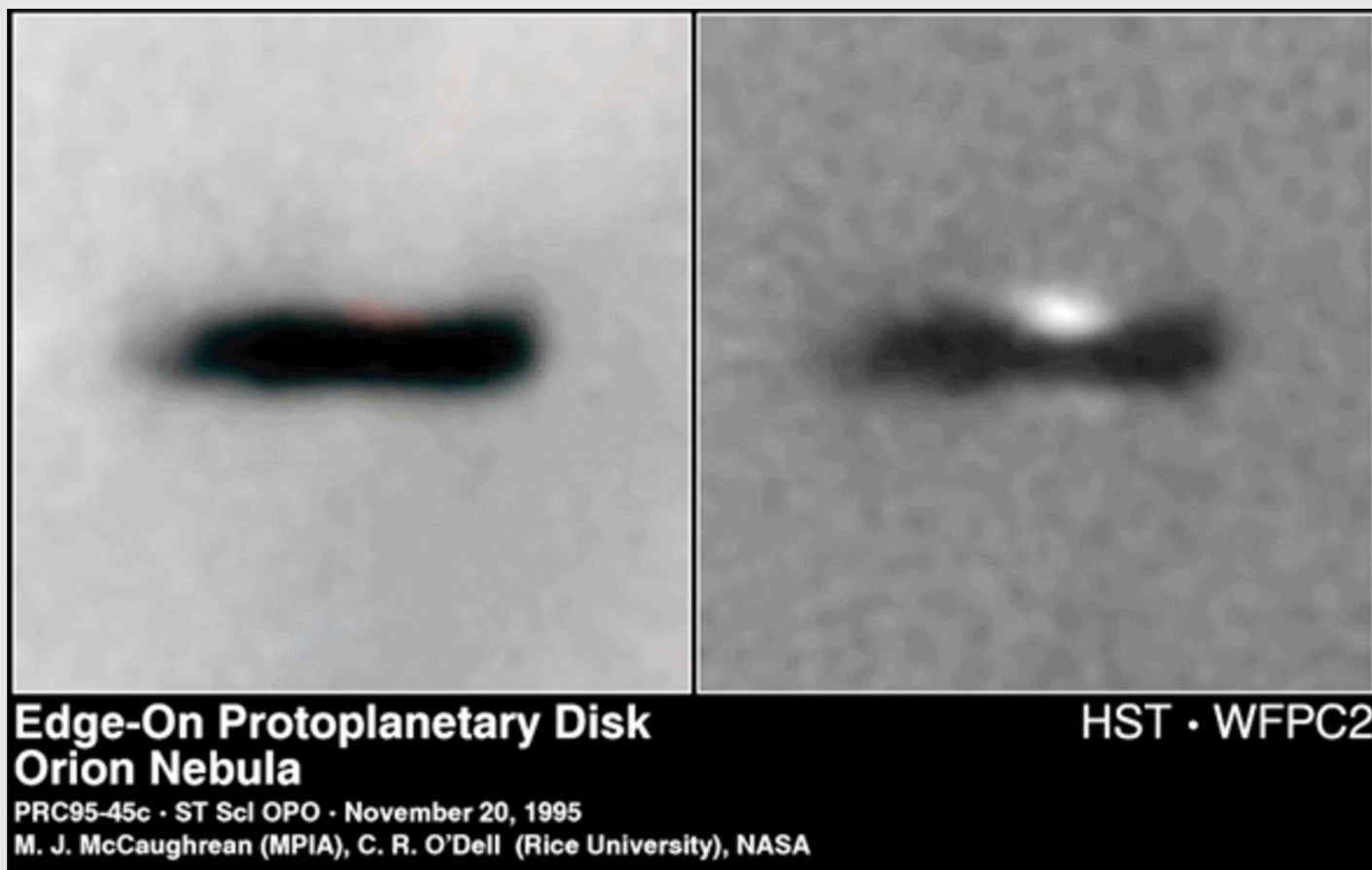
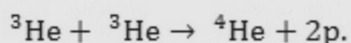
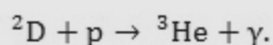
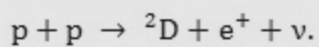


Figura A. Imágenes del Telescopio Espacial Hubble, con la Cámara Gran Angular 2, donde se aprecian discos protoplanetarios en la Nebulosa de Orión, una zona de formación estelar.

## Secuencia Principal

La temperatura que alcanza el centro de una estrella permite que los protones logren vencer la Barrera de Coulomb y se fusionen. Cuatro protones pueden formar un núcleo de helio (partícula  $\alpha$ ), pero la coincidencia de estos cuatro protones venciendo simultáneamente sus fuerzas de Coulomb es muy poco probable. En cambio es factible llegar a la producción de helio a partir de hidrógeno mediante reacciones sucesivas las cuales tienen una mayor probabilidad de ocurrir, lo que se llama una cadena de reacciones.

Una de esas cadenas consiste en un par de protones que se fusionan formando un núcleo de deuterio, un positrón y un neutrino, después pueden chocar y fusionarse uno de esos deuterios con un protón y dar como producto un helio ligero y un fotón de alta energía. Finalmente pueden colisionar un par de helios ligeros y resultar en un núcleo de helio 4 (partícula alfa) y dos protones que pueden participar de otro nuevo ciclo de reacciones. Esta cadena de reacciones es conocida como "cadena p-p" ya que inicia y termina con protones y puede ser representada así:



Mientras el hidrógeno del núcleo se convierte en helio la estrella tiene una fuente segura de energía, las reacciones nucleares hinchan la estrella y la gravedad la comprime, pero claro que el hidrógeno no es inagotable, más tarde o más temprano el núcleo se llena de helio y la fusión se hace menos eficiente.

## La muerte de las estrellas

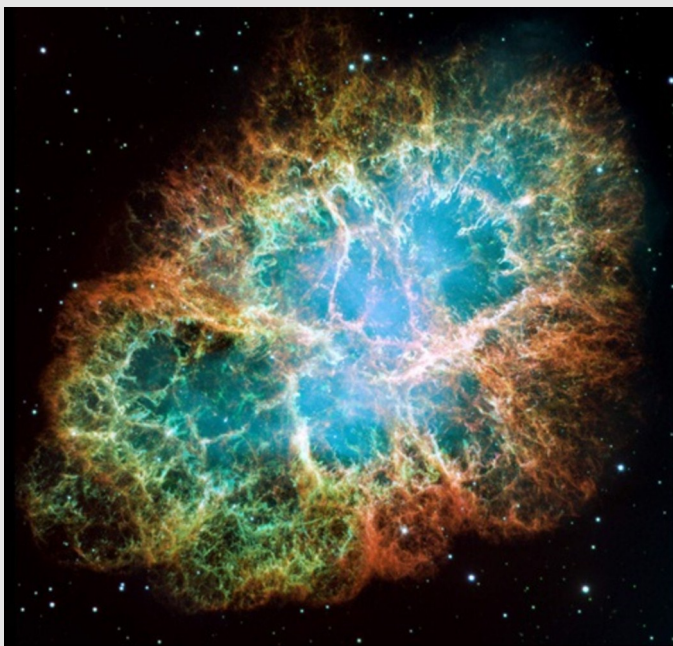
Una vez que el hidrógeno escasea en el núcleo de la estrella las reacciones nucleares no son capaces de producir suficiente energía como para compensar la compresión gravitacional, las capas centrales se contraen y para conservar la cantidad de movimiento las exteriores se expanden. La superficie se enfría y en el núcleo se calienta. Si la masa de la estrella es lo suficientemente grande como para llevar la temperatura del núcleo a  $10^8$  K el helio recién formado puede fusionarse en berilio, en carbono y oxígeno. Esta nueva fuente de energía puede calentar la capa de hidrógeno que está inmediatamente fuera del núcleo y producir helio.

Como ha ocurrido con el hidrógeno central, el helio también se agota y es posible que nuevamente la estrella se encoja, se calienta y si alcanza los  $5 \times 10^8$  K, inician fusiones de  ${}^{12}\text{C}$  para formar magnesio (Mg), sodio (Na) y neón (Ne). Si la temperatura excede los  $10^9$  K el oxígeno se fusiona para formar azufre (S), fósforo (P), silicio (Si) y magnesio (Mg) además de helio. Además de esto en las capas por encima del núcleo se inicia también la fusión de helio y aún más lejos del centro la fusión de hidrógeno, con lo que la estrella se alimenta de varias cadenas simultáneamente.

Al ya no ser posible la fusión de carbono y de oxígeno, la gravedad oprime y calienta al núcleo de la estrella y si la temperatura alcanza los  $5 \times 10^9$  K, el silicio se fusiona y forma hierro (Fe), cobalto (Co) y níquel (Ni). Aquí se presenta un problema, si el silicio se agota y se espera fusionar el hierro es necesario alcanzar temperaturas superiores a  $5 \times 10^9$  K, pero a esta temperatura los procesos de fotodesintegración de los núcleos son más eficientes que los procesos de fusión de hierro que es una reacción endotérmica. No hay más producción de energía y la presión interna cae súbitamente.

Lo anterior produce un colapso violento del núcleo de la estrella. Aquí los protones capturan electrones y la materia se neutroniza. Las capas intermedias que aún contienen elementos fusionables pueden caer a zonas más calientes con lo que se produce una rápida fase de reacciones nucleares, una detonación explosiva.

También puede ser que esas capas intermedias antes de fusionarse sean golpeadas por el material que ha rebotado con el núcleo de la estrella que resiste al colapso gracias a la presión de degeneración del gas de neutrones, entonces este rebote de las partículas, la radiación del núcleo estelar (neutrinos incluidos) y ondas de sonido (no necesariamente todo lo anterior) destruyen a la estrella lanzando una enorme cantidad de materia de las capas superiores al espacio. Esto es lo que se conoce como Supernova (Fig. B).



*Figura B. Nebulosa del Cangrejo (M1). Se cree que la estrella progenitora tenía  $\sim 10 M_{\odot}$ \*, mide unos 12 años luz de diámetro y dista aproximadamente 6,300 años luz de la Tierra.*

La violencia con la que una estrella se comprime al agotar alguna de sus fuentes de energía (H, He, C, etc.) es proporcional a su masa. Estrellas de muy poca masa, esto es  $0.08 M_{\odot}$  a  $0.5 M_{\odot}$  apenas

alcanzan a fusionar hidrógeno y son incapaces de fusionar helio, por ello tras su fase de Secuencia Principal simplemente se contraen un poco y se enfrían lentamente. Estrellas entre  $0.5 M_{\odot}$  y  $8 M_{\odot}$  se contraen lo suficiente para iniciar la fusión de helio, después de esto alcanza el quemado de carbono, el centro se contrae y las capas externas se desprenden formando una Nebulosa Planetaria (Fig. C). Por arriba de  $8 M_{\odot}$  se produce una Supernova y deja en el centro una Estrella de Neutrones. Si supera las  $30 M_{\odot}$  además de la Supernova puede producirse un Agujero Negro.

Los límites de masa que determinan lo que le sucede a una estrella dependen además de otros factores como la composición química, la velocidad de rotación o la presencia de estrellas compañeras, por ello son algo flexibles para cada caso particular.



*Figura C. Nebulosa del Ojo de Gato (NGC6543), Nebulosa Planetaria descubierta por William Herschel en 1786. Su diámetro es de entre medio y un año luz y dista de la Tierra entre dos y cuatro mil años luz.*

\*  $M_{\odot}$  es una unidad de medida utilizada en astronomía. Es igual a la masa del Sol y equivale a  $2 \times 10^{30}$  kg.

**ABRIL 2012**

2012:04:03 15:18	La Luna en conjunción con Marte, 8.30° S de Marte
2012:04:06 13:21	Luna llena
2012:04:07 04:16	La Luna en conjunción con Saturno, 6.00° S de Saturno
2012:04:07 11:01	La Luna en el perigeo ( 358,390 km)
2012:04:13 04:52	Cuarto menguante
2012:04:15 12:05	Saturno en oposición
2012:04:18 11:23	Mercurio máxima elongación al oeste ( 27.49°)
2012:04:18 13:28	La Luna en conjunción con Mercurio, 7.04° N de Mercurio
2012:04:21 01:20	Luna nueva
2012:04:22 07:39	La Luna en el apogeo ( 406,413 km)
2012:04:22 11:13	La Luna en conjunción con Júpiter, 2.36° N de Júpiter
2012:04:22 14:45	Mercurio en conjunción con Urano, 2.00° S de Urano
2012:04:24 21:38	La Luna en conjunción con Venus, 5.73° S de Venus
2012:04:29 04:01	Cuarto creciente
2012:05:01 02:30	La Luna en conjunción con Marte, 7.31° S de Marte

**MAYO 2012**

2012:05:01 02:30	La Luna en conjunción con Marte, 7.31° S de Marte
2012:05:04 12:02	La Luna en conjunción con Saturno, 6.15° S de Saturno
2012:05:05 21:17	La Luna en el perigeo ( 357,062 km)
2012:05:05 21:37	Luna llena
2012:05:12 15:49	Cuarto menguante
2012:05:13 07:20	Júpiter en conjunción
2012:05:19 10:35	La Luna en el apogeo ( 406,469 km)
2012:05:19 22:40	La Luna en conjunción con Mercurio, 2.06° N de Mercurio
2012:05:20 06:37	La Luna en conjunción con Júpiter, 1.74° N de Júpiter
2012:05:20 17:50	Luna nueva
2012:05:21 23:51	Mercurio en conjunción con Júpiter, 0.39° N de Júpiter
2012:05:22 15:28	La Luna en conjunción con Venus, 4.72° S de Venus
2012:05:23 14:48	Neptuno en cuadratura
2012:05:27 05:08	Mercurio en conjunción superior
2012:05:28 14:19	Cuarto creciente
2012:05:29 00:32	La Luna en conjunción con Marte, 6.41° S de Marte
2012:05:31 19:32	La Luna en conjunción con Saturno, 6.20° S de Saturno
2012:06:01 14:27	Mercurio en conjunción con Venus, 0.19° N de Venus



## JUNIO 2012

2012:06:01 14:27	Mercurio en conjunción con Venus, 0.19° N de Venus
2012:06:03 06:27	La Luna en el perigeo ( 358,569 km)
2012:06:04 05:14	Luna llena
2012:06:05 19:15	Venus en conjunción inferior
2012:06:07 20:19	Marte en cuadratura
2012:06:11 04:45	Cuarto menguante
2012:06:15 20:24	La Luna en el apogeo ( 405,780 km)
2012:06:17 02:00	La Luna en conjunción con Júpiter, 1.12° N de Júpiter
2012:06:17 18:16	La Luna en conjunción con Venus, 2.06° N de Venus
2012:06:19 09:06	Luna nueva
2012:06:20 17:05	Solsticio
2012:06:21 10:53	La Luna en conjunción con Mercurio, 5.53° S de Mercurio
2012:06:26 04:54	La Luna en conjunción con Marte, 5.37° S de Marte
2012:06:26 21:32	Cuarto creciente
2012:06:28 02:24	La Luna en conjunción con Saturno, 6.05° S de Saturno
2012:06:29 14:27	Urano en cuadratura
2012:06:30 19:40	Mercurio máxima elongación al este ( 25.74°)



[www.arcticphoto.no](http://www.arcticphoto.no)

## January Aurora Over Norway

Image Credit & Copyright: Bjørn Jørgensen

<http://apod.nasa.gov/apod/archivepix.html>



## **The Rosette Nebula**

**Image Credit & Copyright:** Brian Davis

*<http://apod.nasa.gov/apod/archivepix.html>*





## The Sombrero Galaxy in Infrared

**Credit:** R. Kennicutt (Steward Obs.) et al., SSC, JPL, Caltech, NASA

<http://apod.nasa.gov/apod/archivepix.html>



