

· AstroRED ·
**ASTRONOMÍA
DIGITAL**

Número 9, 20 de diciembre de 2000

<http://digital.astrored.org>

Carl Sagan
Un viaje personal

Índice General

Mi opinión sobre Carl Sagan, <i>Buzón</i>	4
La Carga del Escepticismo — <i>Carl Sagan</i>	7
Una vela en la oscuridad — <i>Javier Armentia</i>	14
Sueños a la orilla del Océano Cósmico — <i>Jesús Gerardo Rodríguez Flores</i>	15
Carl Sagan, pacifista y ecologista — <i>David Galadí-Enríquez</i>	21
Un escéptico militante — <i>Luis Alfonso Gámez</i>	23
Comprendiendo el Sol — <i>María Fernanda Nieva y Olga I. Pintado</i>	24
Taller Astronómico — Un primer intento de cámara Schmidt para CCD, <i>José Antonio Soldevilla</i>	30
Tour Celeste — Cielo de verano en el Hemisferio Sur, <i>Silvia Díez Smith</i>	32
Guía Digital — Las huellas de Sagan en Internet, <i>Gabriel Rodríguez Alberich</i>	34

Guía para los autores

Instrucciones generales

Los artículos han de contener, al menos, las siguientes secciones: Título, resumen, desarrollo y conclusión. Otras secciones posibles son las de referencias bibliográficas y direcciones de interés (e.j. páginas web). El texto debe estar corregido ortográficamente y siguiendo las recomendaciones de puntuación en español. En concreto, los decimales irán indicados con una coma (1,25) y los miles con punto (1.500). Los párrafos deben ir separados por una línea en blanco y las líneas no deben superar los 80 caracteres de longitud.

Como se ha comentado, el formato para enviar electrónicamente un artículo debe ser de texto, en el ASCII de Windows o Unix (no en el de MS-DOS). Las imágenes deben enviarse en formato PNG o JPG, no se aceptan BMP ni PCX u otros. En el artículo debe indicar una nota explicativa para cada una de las imágenes (ej. Figura 1, venus.gif. Venus al amanecer con cámara fotográfica de 50 mm, 20 segundos de exposición).

Se recomienda incluir la dirección electrónica y postal del autor al final del artículo, para permitir el contacto directo con los lectores.

Instrucciones de envío

Dirija los artículos por correo electrónico a digital@astrored.org. En caso de que no disponga de correo electrónico, puede enviar el disquete por correo tradicional a la siguiente dirección:

Astronomía Digital
Apartado de correos 271
35080 Las Palmas de Gran Canaria (ESPAÑA)

SE PERMITE LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y PARCIAL DE LOS CONTENIDOS DE LA REVISTA PARA USO PERSONAL Y NO LUCRATIVO. PARA CUALQUIER DUDA O SUGERENCIA PÓNGASE EN CONTACTO CON LA REDACCIÓN MEDIANTE CORREO ELECTRÓNICO EN [DIGITAL@ASTRORED.ORG](mailto:digital@astrored.org). LA REDACCIÓN NO SE HACE RESPONSABLE DE LAS OPINIONES VERTIDAS POR LOS AUTORES Y COLABORADORES.

Editorial | Carl Sagan: Un viaje personal

Hoy ve la luz un proyecto que se inició hace más de un año. Si los astrónomos aficionados o los divulgadores científicos tuvieran que elegir un santo patrono, sin duda alguna, ese sería Carl Sagan. Sagan nos dejó hace exactamente 4 años, se apagó su luz vital, pero a día de hoy sigue iluminando el camino, sigue siendo esa “vela en la oscuridad” que guía a tantas personas. Parte de esas personas se han reunido en este número de *Astronomía Digital* para ofrecerle un pequeño homenaje.

Durante este año hemos ido reuniendo contribuciones de unos y otros. Como *guinda*, quisimos que las propias palabras de Sagan atestiguaran este tributo póstumo. Al elegir qué artículo publicar, Luis Alfonso Gámez me sugirió *La carga del escepticismo*. Es un artículo en el que Sagan ofrece su punto de vista sobre los OVNIS, los extraterrestres, incluso la política. Estamos agradecidos a Ann Druyan por su amabilidad al permitirnos reproducirlo.

Hoy en día, están asumidas muchas de las luchas que mantuvo Sagan y que no eran nada corrientes hace tan sólo veinte años, cuando se emitió por primera vez *Cosmos*. No es extraño comprobar cómo científicos de la talla de Stephen Hawking publican libros, cómo un meteorito de Marte es portada de los diarios, cómo una serie documental sobre dinosaurios ocupa un lugar importante en los horarios de las cadenas de televisión. Sin duda, Carl ha tenido mucha culpa de ello (bueno, en el caso de los dinosaurios, quizás tengamos que darle su crédito a Steven Spielberg).

En estas fechas en las que aparece *Cosmos* reeditado en formato DVD, en EEUU se ha emitido un resumen especial, *Lo mejor de Cosmos*. Veinte años después, y tras disfrutar de efectos especiales como los de la película *Contacto*, *Cosmos* podría parecer un documental más, entre otros muchos. Incluso aquellos que en su día quedaron marcados, escriben comentarios en la Red del tipo “ahora que sé astronomía, veo que Sagan no explicaba tantas cosas”. Olvidan que Sagan les plantó la semilla de la curiosidad científica.

Pero Sagan era una persona con sus virtudes y sus defectos. Algunos creen que el cientifismo radical de Sagan lo apartó del camino religioso. Algunos creen que su aportación a la ciencia fue poco brillante. Algunos creen que era demasiado mercantilista.

Sea cual sea tu opinión, te invitamos a reflexionar con los pensamientos de Javier Armentia, David Galadí, Jesús Gerardo y muchas otras personas que en este número realizan un viaje por una persona especial.

Carl Sagan. Te echamos de menos.

Buenas noches... de observación, naturalmente.

Víctor R. Ruiz

Mi opinión sobre Carl Sagan

Científicos, astrónomos y personas de España y Latinoamérica ofrecen su opinión personal sobre Carl Sagan.

El explorador

Los logros de Carl Sagan como divulgador han dejado en la sombra sus contribuciones al avance de las Ciencias Planetarias. Sin embargo, fue Sagan quien primero propuso que la superficie de Venus estaba a alta temperatura, y que esta situación era el resultado de un poderoso efecto invernadero causado por la composición de su atmósfera. Esta solución, que hoy nos es tan familiar, era realmente atrevida en los años 60.

Fue Sagan asimismo uno de los primeros científicos en enfrentarse con la paradoja de los canales marcianos: ¿cómo había podido circular agua líquida en un planeta cuya atmósfera es tan tenue como la estratosfera terrestre? Un enigma que aún sigue dando pie a nuevas hipótesis, y que Sagan intentó resolver imaginando un flujo subglacial, es decir, con el agua protegida de su evaporación instantánea por una cubierta de hielo.

Por último, si queremos seguir recordando a Sagan como un explorador, podemos pensar que la sonda Cassini-Huygens, hoy en camino hacia Saturno, navega guiada por un descubrimiento suyo: el espectro de la atmósfera de Titán delata la presencia de compuestos carbonosos que él llamó tolinos, y que podrían representar un laboratorio real de química prebiótica. Así, desde comprender por qué un planeta se volvió imposible para la vida hasta la intuición de cómo pudo ser la química anterior a la vida, pasando por la evolución hidráulica de un planeta que pudo contenerla, Carl Sagan dejó la huella de su genio por todo el Sistema Solar. En la época plena de descubrimientos que se abre ante nosotros, tendremos ocasión de recordarle repetidamente.

Francisco Anguita Virela

Geólogo Planetario
Universidad Complutense de Madrid
(UCM)
España

Visión personal desde México

Decidido desde los seis años a dedicarme a la Astronomía, e inspirado por la época *Apolo* que me tocó vivir, el complemento fundamental para tener una visión en la enseñanza de la Astronomía vino con la obra *Cosmos* de Carl Sagan.

Ciertamente con origen astronómico, la obra de Sagan no se limitó en ningún momento a esta temática, como muchos divulgadores hacen. El panorama que Sagan presentó siempre fue de interrelación con todas las otras disciplinas del conocimiento, la Filosofía y, ante todo, un toque de humanismo que la hizo totalmente diferente a las planteadas anteriormente.

Paralelo a lo anterior, Sagan mantuvo siempre una postura clara y activa de defensa de nuestro planeta, no sólo del medio ambiente en conjunto, sino además ante los peligros que representaba el *invierno nuclear* en uno de los periodos más duros de la época de la Guerra Fría en la década de los ochenta.

Por tal postura plenamente compartida y planteada durante la labor de divulgación personal de ya 30 años, decidimos bautizar al nuevo observatorio astronómico que construimos como Observatorio Solar-Estelar *Carl Sagan*.

Antonio Sánchez Ibarra
asanchez@cosmos.cifus.uson.mx
Área Astronomía
Estación de Observación Solar (EOS)

El gran pensador

Para escribir opinando sobre la obra de Carl Sagan, necesitaríamos un texto del tamaño de *Cosmos* más o menos. Todo lo que hizo Sagan en pro de la enseñanza y divulgación de la astronomía y de la ciencia espacial, ha sido único en nuestro siglo y solamente comparable con lo que hizo otro grande de la astronomía como lo fue el francés Camille Flammarion en la segunda mitad del siglo pasado.

Lo que me quedó *marcado*, desde el primer instante en que la leí, fue la dedicatoria de *Cosmos* a su esposa Ann Druyan; que aparece antes del índice de la obra y que dice:

“En la vastitud del espacio y en la inmensidad del tiempo mi alegría es compartir un planeta y una época con Annie”

Profundas palabras, escritas con la profundidad del pensamiento que sólo los grandes pueden tener.

Jorge Coghlan
Secretario
Liga Iberoamericana de Astronomía
(LIADA)
Santa Fe, Argentina.

Sagan en Uruguay

Carl Sagan fue uno de los inspiradores más grandes que tuve para dedicarme a la astronomía. Gracias a su serial televisiva *Cosmos*, percibí, en mis jóvenes años adolescentes, que la astronomía y su objeto de estudio, el Universo tenían contenido, diversidad, belleza y significado.

Al ir avanzando en mis años de estudio comencé a darme cuenta que el mensaje de Carl Sagan era aún más profundo todavía. Sagan nos muestra el Universo pero no como algo

abstracto o lejano, ni tampoco como algo en un escenario donde nosotros lo abordamos en forma pasiva y hasta aislada, sino que de continuo nos hace sentir parte del mismo. Nos ubica en el planeta Tierra y a este en el Cosmos, entregándonos la visión fuera de fronteras materiales y mentales. Nos hace sentir parte de un todo mayor que nuestro entorno próximo, nuestro país, nuestro continente y nuestro propio planeta: mostrándonos nuestro vecindario solar, nuestra galaxia y el Universo.

Sagan percibe claramente además, que el conocimiento se adquiere de la mejor forma posible a través de la Ciencia. Si bien admite sus carencias, la considera perfectible y la mejor herramienta que hoy tiene el hombre para adquirir conocimiento. Es así que no es partidario de confinar la ciencia y el conocimiento a los *claustrós científicos*, por lo cual realiza una labor de divulgación importante con varios libros publicados y una serie televisiva de audiencia masiva: *Cosmos*.

Su vida es un ejemplo de ciencia y divulgación. De adquisición de conocimiento y de transmisión de ese conocimiento.

Esta doble tarea surge del entendido de que la Humanidad sólo logrará salir de este estado que el considera de retroceso a través de la educación y el conocimiento. Una educación que apunte a la valoración de la naturaleza y de la vida, la reflexión, el escepticismo bien dirigido, a la autocrítica y a la desmistificación.

Este último punto de es crucial en Sagan. Él está en contra de toda tendencia dogmática, de buscar en los sobrenatural las explicaciones de las cosas, en transmitir ideas que aparten al hombre de la verdad, de la imposición de temas que en la opinión pública generen la enagenación mental. Es un claro oponente de temas como los ovnis, las ciencias ocultas, y la religión mal dirigida o tendenciosa.

Es un claro opositor a los gastos desmedidos en armamento y a la construcción de una potencial destrucción nuclear de la Tierra. Es un defensor del medio ambiente. Es una persona plenamente apegada a la vi-

da y se ve en su obra el regocijo por conocer. Sagan se goza en el conocimiento y es tal ese éxtasis que constantemente lo trasmite como herramienta para la reflexión tras la búsqueda de la valoración y la toma de conciencia del mismo por parte del hombre.

Como corolario a todo esto y en el plano sentimental, Sagan valora el amor por los demás. Tanto en su vida familiar como en todo lo que el hace, el considera al amor como uno de los motores que impulsan al hombre a vivir y a conocer. Yo pienso que para haber hecho lo que hizo en su vida de científico y divulgador tuvo que haber tenido un concepto de *amor por el prójimo* muy grande.

Para los docentes de Astronomía en Uruguay, Sagan tiene un sitio muy importante. Gracias a una carta de Sagan dirigida al Ministerio de Educación y Cultura de nuestro país en 1993, pudimos detener la eliminación de la asignatura de los planes curriculares de la enseñanza secundaria. Hoy volvemos a enfrentarnos a esa situación pero con más fuerza en el entendimiento de lo importante que es la enseñanza de la astronomía a los integrantes de nuestras sociedades y todo eso en un gran porcentaje gracias a la influencia de Carl Sagan en nuestra formación astronómica.

Raúl Salvo
jlrsaldo@adinet.com.uy
Asociación de Amigos de la
Astronomía, Uruguay
<http://www.aaa.org.uy>

La humildad de Carl Sagan

Desde que tengo uso de razón me he sentido atraído por esta maravillosa ciencia que es la astronomía. Pero, sin duda, Carl Sagan tuvo un papel primordial para que ésta sea hoy, no sólo mi principal afición, sino además mi punto de referencia en el día a día. No quisiera extenderme en elogiar el papel del Dr. Sagan como comunicador y científico, pues son de sobra conocidos su brillante carrera profesional y su talante abierto y cercano.

He tenido la suerte de recoger sus conocimientos a través de la serie *Cosmos*, que atesoro como un gran recuerdo de mi adolescencia, y también he leído gran parte de su obra, que nunca dejará de sobrecogerme por su claridad y su capacidad de conexión con el lector en temas tan escabrosos (para los legos como yo) como la astronomía y la astrofísica.

Pero quiero destacar la que yo entiendo como la principal de sus aportaciones: la humildad del ser humano. Carl Sagan siempre se esforzó por desmitificar ese papel *predominante y centrista* del Hombre en el Universo. Nos hizo entender nuestra propia insignificancia a través de la comprensión de las inmensas dimensiones cósmicas. Todo ello sin incurrir nunca en el más mínimo descrédito ni ofensa hacia la religión como idea general. Me parece que su papel en este sentido ha sido el más exquisito de sus legados, pues nos ha puesto en *nuestro lugar cósmico*. La idea de la humildad percibida a través del conocimiento del Cosmos tiene, a mi entender, incalculable valor en esta vida que nos toca protagonizar. Quizás una mejor comprensión de esta idea erradicase de este planeta sentimientos fatales que nos hacen bordear la autodestrucción y nos enseñase el camino hacia una convivencia en armonía, por la que tanto peleó el Dr. Sagan.

Julio César Monje Bravo
julio_cesar@teleline.es
Isla de Arosa, 21 7º A
28035 Madrid, España

El legado.

La serie televisiva *Cosmos* fue la tarea divulgativa más importante llevada a cabo por el ilustre científico Carl Sagan. Se realizó en 1980, y dio origen al libro del mismo nombre. Duramente criticado por algunos de sus colegas, Carl tuvo la audacia de seguir adelante con su labor de difusión, explicando ideas complejas en forma simple. Su objetivo principal consistió en poner el conocimiento en manos de todos, con la idea de que la misma ciencia que mata y destruye

sea la única capaz de salvar a la humanidad, conceptos que expresa en *Miles de millones* y *El mundo y sus demonios*. Si se tiene la oportunidad de ver los trece capítulos de la serie, se verá que al final de cada uno se incluyen unos minutos de actualización, que consisten en poner al día la vieja serie mediante la narración de los últimos adelantos astronómicos.

En uno de sus últimos libros, *Un punto azul pálido* (1995), vuelve a la carga con las más recientes investigaciones astronómicas: la llegada de la nave *Voyager* a los límites del sistema solar, el Telescopio Espacial Hubble, la nueva política astronáutica mundial, etc. El nombre del libro se basa en la imagen de nuestro planeta desde una enorme distancia, como un pequeño punto azul pálido en la oscuridad del espacio: justamente así captó la sonda *Voyager* a la Tierra en las últimas imágenes transmitidas antes de abandonar el sistema solar. La obra tiene mucho en común con su antecesora, pero el tema central gira en el futuro humano en el espacio y la posibilidad de resolver nuestros problemas más acuciantes: contaminación, hambre, efecto invernadero, riesgo nuclear y el peligro latente de un impacto con un cuerpo celeste.

Finaliza este libro sugiriendo:

“El Cosmos se proyecta, a todos los efectos prácticos, para siempre. Tras un breve hiato sedentario, estamos recuperando nuestro antiguo estilo de vida nómada. Nuestros descendientes remotos, instalados bien seguros en muchos mundos del sistema solar y más allá, estarán unidos por una herencia común, por la estimación hacia su planeta y por el conocimiento de que, aunque el universo pueda albergar otra clase de vida, los únicos humanos en toda su extensión proceden de la Tierra. Mirarán hacia arriba y se esforzarán por localizar el punto azul en sus cielos. No por ver su oscuridad y fragilidad lo amarán menos. Se admirarán de cuán vulnerable fue en su día el depositario de todo nuestro potencial, cuán azarosa nuestra infancia, cuán humildes nuestros comienzos, cuántos ríos tuvimos que cruzar antes de encontrar nuestro destino”.

Pablo M. Gonzalez

Director
Grupo Astronómico Omegan Centauro
<http://www.gaoc.com.ar>
Andalgala 2264
1440 Buenos Aires, Argentina

Términos claros.

Yo soy un gran admirador de este astrónomo que acercó el universo al pueblo. En mi opinión, Carl Sagan fue un astrónomo que supo cómo explicar de forma clara a la gente que no tenía conocimientos de astronomía, física en general, los misterios del Cosmos y que hizo públicas muchas de las cosas que hasta ese momento solamente conocía la gente que se había preocupado por estudiar el tema.

Sin duda fue una gran pérdida y creo que se merece que nos acordemos de él en el aniversario de su desaparición.

Por supuesto, mucha culpa de mi afición a la astronomía la tiene él y su serie *Cosmos*.

Hilari Gascó Blanch
higasbla@jazzfiesta.com
Valencia, España

¿Qué nos dejó Carl Sagan?

Creo que lo más destacable de Carl Sagan no ha sido su aportación a la ciencia, ni sus descubrimientos. Está claro que Sagan, más que científico, era un divulgador. Su nombre ya se conocería sobradamente sólo como autor de éxito de numerosos libros, entre los que se encuentra *Dragones del Edén*, galardonado con el codiciado premio Pulitzer de periodismo. Personalmente supe de él hace unos 20 años al ver un artículo suyo, algo así como *El año cósmico*, en la revista Ibérica, ya olvidada. La impronta de su estilo, la lucidez y claridad de su exposición, hicieron mella en mí de forma irreversible.

El artículo trataba de hacer entender al lector la magnitud de los tiempos cósmicos. Para ello hacía una adecuación tan simple como eficaz: un cambio de escala; 400 años de la vida del Universo equivalían a

1 segundo nuestro, de la vida humana. Resultado: los 12.000 millones de años del Universo se podían comprimir y comparar con un año nuestro. Así podía explicar con unidades y ejemplos asequibles a todos que la Tierra se formó en agosto, que los dinosaurios se extinguieron en los últimos días de diciembre, y que Jesucristo nació 5 segundos antes de la medianoche de fin de año. ¡Qué forma tan asombrosamente fácil de explicar hechos que se miden en unidades de millones de años, que tan inasibles le resultan a nuestras mentes!

Años después disfruté de esta idea nuevamente, ahora de forma visual y animada, cuando la incluyó en la serie *Cosmos*, serie de divulgación científica con un éxito sin precedentes, que fue seguida por millones de personas y traducida a numerosos idiomas.

¿Pero cuál ha sido el mejor legado que nos ha dejado? Como dije antes, no creo que sean sus aportaciones científicas. Y aunque resulte chocante, tampoco creo que lo más importante que nos ha dejado sea su labor divulgativa, aunque inmensa en calidad y cantidad. Creo que lo mejor que podemos aprender de él es su forma de divulgar. Fíjense bien, no digo lo *qué* divulgaba, sino *cómo* lo hacía. Para empezar era muy educado, tremendamente respetuoso con las personas y con las ideas. Incluso cuando critica los horóscopos, las supersticiones, las creencias, etc, lo dice con una sonrisa (al menos psicológica). No se capta en él nada de rabia, rencor, ni siquiera desacuerdo o desaprobación. Todo lo contrario. Creo que el público en general seguía y le gustaba Carl Sagan y la serie *Cosmos*, no tanto por las ideas que transmitía, sino por que las transmitía llamando a la puerta de nuestra casa, sentándose a charlar en nuestra mesa. Utilizaba el respeto, el lenguaje coloquial, la cercanía y el cariño. Un vehículo transmisor al que el público le es difícil resistirse. A Carl Sagan, más que nada, el público le sentía como Humano. Y por tanto le escuchaba.

Luis Salas
luissalas@terra.es
Canarias, España



La carga del escepticismo

por Carl Sagan

Carl Sagan | Departamento de Astronomía, Universidad de Cornell

Una sociedad cada vez más crédula, cuyos miembros aceptan igualmente lo que les ofrece la medicina, las filosofías de la *Nueva Era*, la tecnología, la pseudociencia, los políticos y las sectas, es una sociedad carente del menor sentido del escepticismo. Y entre todo esto, mentes lúcidas como las de Carl Sagan tratan de hacernos ver cuán importante es para el hombre desarrollar ese pensamiento crítico, tratan de encendernos *una luz en la oscuridad*.

¿Qué es el escepticismo? No es nada esotérico. Nos lo encontramos a diario. Cuando compramos un coche usado, si tenemos el mínimo de sensatez, emplearemos algunas habilidades escépticas residuales (las que nos haya dejado nuestra educación). Podrías decir: “Este tipo es de apariencia honesta. Aceptaré lo que me ofrezca.” O podrías decir: “Bueno, he oído que de vez en cuando hay pequeños engaños relacionados con la venta de coches usados, quizá involuntarios por parte del vendedor”, y luego hacer algo. Le das unas pataditas a los neumáticos, abres las puertas, miras debajo del capó. (Podrías valorar cómo anda el coche aunque no supieses lo que se supone que tendría que haber debajo del capó, o podrías traerlo a un amigo aficionado a la mecánica.) Sabes que se requiere algo de escepticismo, y comprendes por qué. Es desagradable que tengas que estar en desacuerdo con el vendedor de coches usados, o que tengas que hacerle algunas preguntas a las que es reacio a contestar. Hay al menos un pequeño grado de confrontación personal relacionado con la compra de un coche usado y nadie afirma que sea especialmente agradable. Pero existe un buen motivo para ello, porque si no empleas un mínimo de escepticismo, si posees una credulidad absolutamente destrabada, probablemente tendrás que pagar un precio tarde o temprano. Entonces desearás haber hecho una pequeña inversión de escepticismo con anterioridad.

Somos escépticos en algunas cosas, pero, desafortunadamente, no en otras.

Ahora bien, esto no es algo en lo que tengas que emplear cuatro años de carrera para comprenderlo. Todo el mundo lo comprende. El problema es que los coches usados son una cosa, y los anuncios de televisión y los discursos de presidentes y líderes políticos son otra. Somos escépticos en algunas cosas, pero, desafortunadamente, no en otras.

Por ejemplo, hay un tipo de anuncio de aspirina que revela que el producto de la competencia sólo tiene una cierta cantidad del ingrediente analgésico que los médicos recomiendan (no te dicen cuál es el misterioso ingrediente),

mientras que *su* producto tiene una cantidad dramáticamente superior (de 1,2 a 2 veces más por cada pastilla). Por tanto deberías comprar su producto. Pero ¿por qué no simplemente tomar dos pastillas de la competencia? Nadie te ha dicho que preguntes. No apliques escepticismo en este asunto. No pienses. Compra.

Nadie te ha dicho que preguntes. No apliques escepticismo en este asunto. No pienses. Compra.

Las afirmaciones de los anuncios comerciales constituyen pequeños engaños. Nos hacen gastar algo más de dinero, o nos inducen a comprar un producto algo inferior. No es tan terrible. Pero considera esto: Tengo aquí el programa de este año de la Expo Whole Life de San Francisco. Veinte mil personas asistieron a la del año pasado. He aquí algunas de las presentaciones: “Tratamientos Alternativos para Enfermos de SIDA: reconstruirá las defensas naturales y prevendrá crisis del sistema inmunitario-aprende sobre los últimos avances que los medios han ignorado por completo.” Me parece que esa presentación podría causar graves daños. “Cómo las Proteínas Sanguíneas Atrapadas Producen Dolor y Sufrimiento.” “Cristales: ¿Son Talismanes o Piedras?” (Yo tengo mi propia opinión) Dice: “Al igual que un cristal enfoca ondas de sonido y luz para la radio y la televisión” las radios de galena tienen bastante tiempo- “también podría amplificar las vibraciones espirituales del hombre desintonizado.” Apuesto a que muy pocos de vosotros estáis desintonizados. O esta otra: “El Retorno de la Diosa, Ritual de Presentación.” Otra: “Sincronicidad, la Experiencia de Reconocimiento.” Esa la da el “Hermano Charles”. O, en la siguiente página: “Tú, *Saint-Germain*, y Cómo Curarse Mediante la Llama Violeta.” Sigue y sigue, con montones de anuncios acerca de las *oportunidades* (que van desde lo dudoso a lo espurio) disponibles en la Expo Whole Life.

Si tuvieras que bajar a la Tierra en cualquier momento del dominio humano, te encontrarías con un conjunto de

sistemas de creencia populares, más o menos similares. Cambian, a veces rápidamente, a veces en una escala de varios años: pero, a veces, sistemas de creencia de este tipo duran muchos miles de años. Al menos unos cuantos están siempre presentes. Creo que es razonable preguntarse por qué. Somos *Homo Sapiens*. Ésa es nuestra característica diferenciadora, eso de *sapiens*. Se supone que somos listos. Entonces ¿por qué nos rodea siempre todo ese tema? Bueno, por una parte, muchos de esos sistemas de creencia tratan necesidades humanas reales que no se presentan en nuestra sociedad. Existen necesidades médicas insatisfechas, necesidades espirituales, y necesidades de comunicación con el resto de la comunidad humana. Puede que haya más de esos defectos en nuestra sociedad que en muchas otras de la historia de la humanidad. Por tanto, es razonable para la gente probar y hurgar en varios sistemas de creencia, para ver si ayudan en algo.

Por ejemplo, tomemos una manía de moda: la canalización. Tiene como premisa fundamental, al igual que el espiritismo, que, cuando morimos, no desaparecemos exactamente, sino que una parte de nosotros continúa. Esa parte, dicen, puede retomar el cuerpo de un humano u otras criaturas en el futuro, y por tanto, personalmente, la muerte pierde mucha amargura para nosotros. Y lo que es más, tenemos una oportunidad, si los argumentos de la canalización son ciertos, de contactar con seres queridos que han muerto.

Hablando personalmente, yo estaría encantado de que la reencarnación fuese cierta. Perdí a mis dos padres en los últimos años, y me encantaría tener una pequeña conversación con ellos, para decirles cómo están los niños y asegurarme de que todo va bien dondequiera que estén. Eso toca algo muy profundo. Pero, al mismo tiempo, y precisamente por esa razón, sé que hay gente que intenta beneficiarse de las vulnerabilidades de los afligidos. Mejor que los espiritualistas y los canalizadores tengan un



Figura 1: ¿Hemos encontrado extraterrestres?

argumento convincente.

O tomemos la idea de que, pensando mucho sobre formaciones geológicas, podemos decir dónde hay depósitos de mineral o petróleo. Uri Geller afirma eso. Ahora bien, si eres un ejecutivo de una compañía de exploración de mineral o petróleo, tus garbanzos dependen de que encuentres los minerales o el petróleo: por tanto, gastar cantidades triviales de dinero, comparadas con lo que te gastas a menudo en exploración geológica, en este caso para encontrar físicamente los depósitos, no suena tan mal. Podrías caer en la tentación.

He empleado una buena cantidad de tiempo en mi vida científica trabajando en el tema de la búsqueda de inteligencia extraterrestre. Piensa cuánto esfuerzo podría ahorrarme si esos tipos están visitándonos.

O tomemos a los OVNI, el argumento de que nos están visitando continuamente seres de otros mundos en naves espaciales. Encuentro esto muy emocionante. Al menos es una ruptura con lo ordinario. He empleado una buena cantidad de tiempo en mi vida científica trabajando en el tema de la búsqueda de inteligencia extraterrestre. Piensa cuánto esfuerzo podría ahorrarme si esos tipos están visitándonos. Pero cuando podemos reconocer alguna vulnerabilidad emocional relacionada con una pretensión, es cuando tenemos que hacer los esfuerzos más firmes de escrutinio escéptico. En esa situación es cuando pueden aprovecharse de nosotros.

Ahora reconsideremos la canalización. Hay una mujer en el Estado de Washington que afirma entrar en contacto con alguien que tiene 35.000 años de edad: *Ramtha* (quien, por cierto, habla muy bien inglés, con un cierto acento indio). Supongamos que tenemos a *Ramtha* aquí y supongamos que *Ramtha* es cooperativo. Podríamos hacer algunas preguntas: ¿Cómo sabemos que *Ramtha* vivió hace 35.000 años? ¿Quién está llevando la cuenta de los milenios que se interponen? ¿Cómo es que son exactamente 35.000 años? Eso es un número muy redondo. ¿35.000 más qué, o menos qué? ¿Cómo eran las cosas hace 35.000 años? ¿Cómo era el clima? ¿Dónde vivió *Ramtha*? (Sé que habla inglés con un acento indio, pero ¿dónde se hablaba así hace 35.000 años?) ¿Qué come *Ramtha*? (Los arqueólogos saben algo sobre lo que comía la gente por aquel entonces.) Tendríamos una buena oportunidad de descubrir si sus afirmaciones son ciertas. Si fuera realmente alguien de hace 35.000 años, podríamos aprender mucho sobre hace 35.000 años. Por tanto, de una manera u otra, o *Ramtha* es realmente alguien de hace 35.000 años, en cuyo caso descubriríamos algo sobre ese periodo (que es anterior a la glaciación de Wisconsin, una época interesante), o es un farsante y se equivocará. ¿Cuáles son los idiomas indígenas, cómo es la estructura social, con quién más vive *Ramtha* (hijos, nietos), cuál es el ciclo de vida, la mortalidad infantil, qué ropas lleva, cuál



es su esperanza de vida, qué armas, plantas y animales hay? Dinos. En cambio, lo que oímos son las homilías más banales, indistinguibles de las que los supuestos ocupantes de los OVNI les dicen a los pobres humanos que afirman haber sido abducidos por ellos.

Ocasionalmente, por cierto, recibo una carta de alguien que está en *contacto* con un extraterrestre que me invita a “preguntar lo que sea”. Así que tengo una lista de preguntas. Los extraterrestres están muy avanzados, recordemos. Por tanto pregunto cosas como: “Por favor, denme una demostración simple del Último Teorema de Fermat.” O de la Conjetura de Goldbach. Y luego tengo que explicar qué son estas cosas, porque los extraterrestres no las llamarán Último Teorema de Fermat, así que escribo la pequeña ecuación con sus exponentes. Nunca recibo respuesta. Por otra parte, si le pregunto algo como “¿Deberíamos ser buenos los humanos?”, siempre recibo respuesta. Pienso que se puede deducir algo de esta habilidad diferenciada para contestar preguntas. Si son cosas imprecisas y vagas, están encantados de responder, pero si es algo específico, que dé ocasión a descubrir si saben algo realmente, sólo hay silencio.

El científico francés Henri Poincaré hizo una observación sobre por qué la credulidad está tan extendida: “También sabemos lo cruel que es la verdad a menudo, y nos preguntamos si el engaño no es más consolador.” Eso es lo que he intentado decir con mis ejemplos. Pero no creo que ésa sea la única razón por la que la credulidad está extendida. El escepticismo desafía a instituciones establecidas. Si enseñamos a todo el mundo, digamos a los estudiantes de instituto, el hábito de ser escépticos, quizá no limiten su escepticismo a los anuncios de aspirinas y a los canalizadores de 35.000 años. Puede que empiecen a hacerse inoportunas preguntas sobre las instituciones económicas, o sociales, o políticas o religiosas. ¿Luego dónde estaremos?

¿Cómo evitaremos un peligroso futuro si no poseemos las herramientas intelectuales elementales para hacer preguntas agudas a aquéllos que están nominalmente al cargo, especialmente en una democracia?

El escepticismo es peligroso. Ésa es precisamente su función, en mi opinión. Es menester del escepticismo el ser peligroso. Y es por eso que hay una gran renuencia a enseñarlo en las escuelas. Es por eso que no encontramos un dominio general del escepticismo en los medios. Por otra parte, ¿cómo evitaremos un peligroso futuro si no

poseemos las herramientas intelectuales elementales para hacer preguntas agudas a aquéllos que están nominalmente al cargo, especialmente en una democracia?

Creo que éste es un buen momento para reflexionar sobre el tipo de problema nacional que se podría haber evitado si el escepticismo estuviese más disponible en la sociedad americana. El fiasco de Irán/Nicaragua es un ejemplo tan obvio que no tomaré ventaja de nuestro pobre y hostigado presidente (Reagan) hablando sobre ello. La resistencia de la Administración a un Tratado de Prohibición de Pruebas Nucleares y su continua pasión por aumentar las armas nucleares (uno de los pilotos principales en la carrera nuclear) bajo el pretexto de estar más *seguros* es otro asunto semejante. También lo es La Guerra de las Galaxias. Los hábitos de pensamiento escéptico que fomenta el Comité para la Investigación Científica de los Hechos Paranormales (CSICOP) tienen relevancia para asuntos de la mayor importancia para la nación. Hay tantas tonterías promulgadas por los partidos políticos que el hábito de escepticismo imparcial debería declararse un objetivo nacional esencial para nuestra supervivencia.

Si sólo eres escéptico, entonces no te llegan nuevas ideas. Nunca aprendes nada nuevo.

Quiero decir algo más sobre la carga del escepticismo. Se puede coger un hábito de pensamiento en el que te diviertes burlándote de toda la gente que no ve las cosas tan bien como tú. Esto es un peligro social potencial, presente en una organización como el CSICOP. Tenemos que protegernos cuidadosamente de esto.

Me parece que lo que se necesita es un equilibrio exquisito entre dos necesidades conflictivas: el mayor escrutinio escéptico de todas las hipótesis que se nos presentan, y al mismo tiempo una actitud muy abierta a las nuevas ideas. Obviamente, estas dos maneras de pensar están en cierta tensión. Pero si sólo puedes ejercitar una de ellas, sea cual sea, tienes un grave problema.

Si sólo eres escéptico, entonces no te llegan nuevas ideas. Nunca aprendes nada nuevo. Te conviertes en un viejo cascarrabias convencido de que la estupidez gobierna el mundo. (Existen, por supuesto, muchos datos que te apoyan.) Pero de vez en cuando, quizá uno entre cien casos, una nueva idea resulta estar en lo cierto, ser válida y maravillosa. Si tienes demasiado arraigado el hábito de ser escéptico en todo, vas a pasarla por alto o tomarla a mal, y en ningún caso estarás en la vía del entendimiento y del progreso.

Por otra parte, si eres receptivo hasta el punto de la mera credulidad y no tienes una pizca de sentido del escepticismo, entonces no puedes distinguir las ideas útiles

de las inútiles. Si todas las ideas tienen igual validez, estás perdido, porque entonces, me parece, ninguna idea tiene validez alguna.

Algunas ideas son mejores que otras. El mecanismo para distinguirlas es una herramienta esencial para tratar con el mundo y especialmente para tratar con el futuro. Y es precisamente la mezcla de estas dos maneras de pensar el motivo central del éxito de la ciencia.

Los científicos realmente buenos practican ambas. Por su cuenta, cuando hablan consigo mismos, amontonan grandes cantidades de nuevas ideas y las critican implacablemente. La mayoría de ellas nunca llega al mundo exterior. Sólo las ideas que pasan por rigurosos filtros salen y son criticadas por el resto de la comunidad científica. A veces ocurre que las ideas que son aceptadas por todo el mundo resultan ser erróneas, o al menos parcialmente erróneas, o al menos son reemplazadas por ideas de mayor generalidad. Y, aunque, por supuesto, existen algunas pérdidas personales (vínculos emocionales con la idea de que tú mismo has jugado un papel inventivo), no obstante la ética colectiva es que, cada vez que una idea así es derribada y reemplazada por algo mejor, la misión de la ciencia ha salido beneficiada. En ciencia, ocurre a menudo que los científicos dicen: “¿Sabes?, ése es un gran argumento; yo estaba equivocado.” Y luego cambian su mentalidad y jamás se vuelve a escuchar de sus bocas esa vieja opinión. Realmente hacen eso. No ocurre tan a menudo como debiera, porque los científicos son humanos y el cambio es a veces doloroso. Pero ocurre a diario. No soy capaz de recordar la última vez que pasó algo así en la política o en la religión. Es muy raro que un senador, por ejemplo, responda: “Ése es un buen argumento. Voy a cambiar mi afiliación política.”

Es muy raro que un senador, por ejemplo, responda: “Ése es un buen argumento. Voy a cambiar mi afiliación política”

Me gustaría decir unas cuantas cosas sobre las estimulantes sesiones sobre la búsqueda de inteligencia extraterrestre (SETI) y sobre el lenguaje animal en nuestra conferencia del CSICOP. En la historia de la ciencia, existe un instructivo desfile de importantes batallas intelectuales que resultan tratar todas ellas sobre lo centrales que son los seres humanos. Podríamos llamarlas batallas sobre la presunción anti-copernicana.

He aquí algunas de las cuestiones:

- *Somos el centro del Universo. Todos los planetas y las estrellas y el Sol y la Luna giran alrededor nuestro.* (Chico, debemos ser *realmente* especiales.) Ésa era la creencia impuesta (Aristarco aparte) hasta la época de Copérnico. Le gustaba a mucha gente porque les daba una posición central personalmente injustificada en el Universo. El mero hecho de estar en la Tierra te hacía privilegiado. Eso te hacía sentir bien. Luego llegó la prueba de que la Tierra era sólo un planeta y de que esos puntos brillantes en

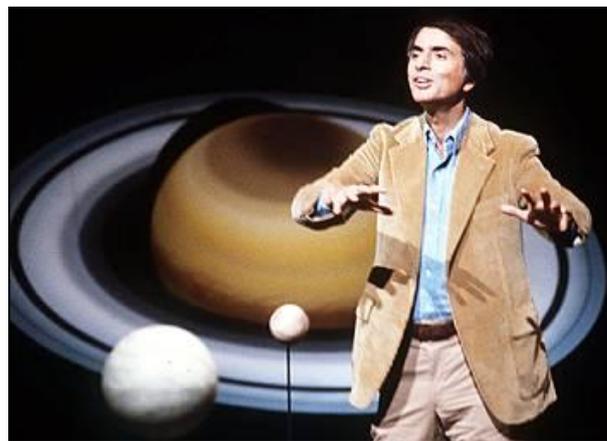


Figura 2: ¿Cuál es nuestra posición en el Universo?

movimiento eran también planetas. Decepcionante. Incluso deprimente. Mejor cuando éramos centrales y únicos.

- *Pero al menos nuestro Sol está en el centro del Universo.*

No, esas otras estrellas también son soles, y lo que es más, nos encontramos en las afueras de la galaxia. No estamos nada cerca del centro de la galaxia. Muy deprimente.

- *Bueno, al menos la Vía Láctea está en el centro del Universo.*

Luego un poco más de progreso científico. Descubrimos que no existe eso del centro del Universo. Lo que es más, hay cien mil millones de galaxias más. Ésta no tiene nada de especial. Completamente deprimente.

- *Bueno, al menos nosotros, los humanos, somos el pináculo de la creación. Somos aparte. Todas esas criaturas, las plantas y los animales, son inferiores. Nosotros somos superiores, no tenemos conexión con ellos. Todo ser viviente ha sido creado separadamente.*

Luego viene Darwin. Descubrimos una continuidad evolucionaria. Estamos relacionados estrechamente con las otras bestias y vegetales. Lo que es más, nuestros parientes biológicos más cercanos son los chimpancés. *Ésos* son nuestros *parientes* más cercanos (¿esos bichos?) Es una vergüenza. ¿Has ido alguna vez al zoo y los has visto? ¿Sabes lo que hacen? Imagina lo embarazosa que era esta verdad en la Inglaterra victoriana, cuando Darwin tuvo esta idea.

Hay otros ejemplos importantes (sistemas de referencia privilegiados en física y la mente inconsciente en psicología) que pasaré por alto.

Mantengo que en la tradición de este largo conjunto de debates (cada uno de los cuales ha sido ganado por los

copernicanos, por los tipos que dicen que no hay nada especial en nosotros), hubo una nota callada profundamente emocional en los debates de las dos sesiones del CSICOP que he mencionado. La búsqueda de inteligencia extraterrestre y el análisis de un posible *lenguaje* animal hieren a uno de los sistemas de creencia pre-copernicanos que quedan:

- *Al menos somos las criaturas más inteligentes de todo el Universo.*

Si no existen más chicos listos en ninguna parte, aunque estemos relacionados con los chimpancés, aunque estemos en las afueras de un universo vasto y tremendo, al menos todavía nos queda algo especial. Pero, en el momento que encontremos inteligencia extraterrestre, se perderá el último pedazo de presunción. Creo que parte de la resistencia a la idea de la inteligencia extraterrestre es debida a la presunción anti-copernicana. Asimismo, sin tomar ninguna postura en el debate de si hay otros animales (los primates superiores, especialmente los grandes monos) inteligentes o con un lenguaje, es claramente, a nivel emocional, la misma cuestión. Si definimos a los humanos como criaturas que tienen lenguaje y nadie más tiene lenguaje, al menos somos únicos en ese aspecto. Pero si resulta que todos esos sucios, repugnantes y graciosos chimpancés pueden, con el Ameslan o de cualquier otra manera, comunicar ideas, entonces ¿qué nos queda de especial a nosotros? En los debates científicos existen, a menudo inconscientemente, impulsoras predisposiciones emocionales sobre estas cuestiones. Es importante darse cuenta de que los debates científicos, al igual que los debates pseudocientíficos, pueden llenarse de emociones por todas estas razones.

Ahora echemos un vistazo más de cerca a la búsqueda de inteligencia extraterrestre por radio. ¿En qué se diferencia de la pseudociencia? Dejadme contar un par de casos reales. A principios de los sesenta, los soviéticos ofrecieron una rueda de prensa en Moscú en la que anunciaron que una fuente distante de radio, llamada CTA-102, estaba variando sinusoidalmente, como una onda seno, con



Figura 3: ¿Estamos solos en el universo?

un periodo de unos 100 días. ¿Por qué convocaron una rueda de prensa para anunciar que una fuente distante de radio estaba variando? Porque pensaban que era una civilización extraterrestre de inmenso poder. Eso se merece convocar una rueda de prensa. Esto es incluso anterior a la existencia de la palabra *cuásar*. Hoy sabemos que CTA-102 es un cuásar. No sabemos muy bien lo que es un cuásar: y existe más de una explicación para ellos mutuamente exclusiva en la literatura científica. No obstante, pocos consideran seriamente que un cuásar, como CTA-102, sea una civilización galáctica extraterrestre, porque hay un número de explicaciones alternativas de sus propiedades que son más o menos consistentes con las leyes físicas que conocemos sin evocar a la vida alienígena. La hipótesis extraterrestre es una hipótesis de último recurso. Sólo si falla todo lo demás se acude a ella.

Un púlsar es una estrella comprimida hasta el tamaño de una ciudad, soportada como no lo está ninguna otra estrella, no por presión gaseosa, no por exclusión electrónica, sino por las fuerzas nucleares.

Segundo ejemplo: en 1967, científicos británicos encontraron una fuente de radio cercana que fluctuaba en un periodo de tiempo mucho más corto, con un periodo constante de hasta diez cifras significativas. ¿Qué era? Su primer pensamiento fue que era algo como un mensaje que se nos estaba enviando, o un faro de navegación interestelar para las naves espaciales que volaban entre las estrellas. Incluso le dieron, entre los de la Universidad de Cambridge, el pervertido nombre de LGM-1 (Little Green Men, u Hombrecillos Verdes). Sin embargo (eran más listos que los soviéticos), no convocaron una rueda de prensa, y pronto se hizo claro que lo que tenían era lo que ahora se llama un *púlsar*. De hecho fue el primer púlsar, el púlsar de la Nebulosa Cangrejo. Bueno, ¿qué es un púlsar? Un púlsar es una estrella comprimida hasta el tamaño de una ciudad, soportada como no lo está ninguna otra estrella, no por presión gaseosa, no por exclusión electrónica, sino por las fuerzas nucleares. Es, en cierto sentido, un núcleo atómico del tamaño de Pasadena. Sos-tengo que esa es una idea al menos tan rara como la del faro de navegación interestelar. La respuesta a lo que es un púlsar tiene que ser algo muy extraño. No es una civilización extraterrestre, es otra cosa: pero otra cosa que abre nuestros ojos y mentes e indica posibilidades en la naturaleza que nunca habríamos adivinado.

Luego está la cuestión de los falsos positivos. Frank Drake en su original experimento Ozma, Paul Horowitz en el programa META (Megachannel Extraterrestrial Assay) patrocinado por la Sociedad Planetaria, el grupo de la Universidad de Ohio y muchos otros grupos han recibido señales que han hecho palpitarse sus corazones. Piensan por un momento que han captado una señal genuina. En algunos casos no tenemos la menor idea de lo que fue; las señales no se han repetido. La noche siguiente apuntas el

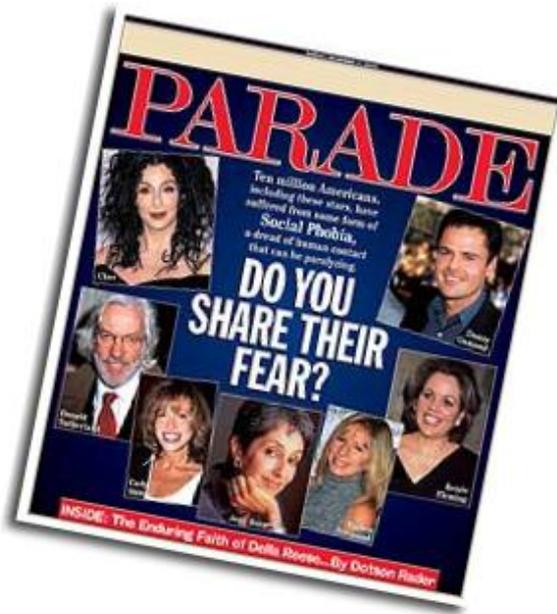


Figura 4: Carl Sagan escribía en *Parade*, una revista semanal de temática general que se distribuye con diferentes diarios en EEUU, leído por 65 millones de personas. Aunque cada vez más, y en *Astronomía Digital* somos testigos, este es aún un caso poco común entre los científicos.

mismo telescopio al mismo punto en el cielo con la misma modulación y la misma frecuencia, y lo pasa-bandas todo de la misma manera, y no oyes nada. No publicas esos datos. Puede ser un mal funcionamiento del sistema de detección. Puede ser un avión militar AWACS revoloteando y emitiendo en canales de frecuencia supuestamente reservados para la radioastronomía. Puede ser un aparato de diatermia en la misma calle. Hay muchas posibilidades. No se declara inmediatamente que has descubierto inteligencia extraterrestre sólo porque has encontrado una señal anómala.

Y si se repitiese, ¿lo anunciarías? No. Puede ser una broma. Puede ser algo que le pasa a tu sistema y que no eres capaz de descifrar. En cambio, llamarías a los científicos de un montón de radiotelescopios y les dirías que en ese punto particular del cielo, a esa frecuencia, modulación, y banda y todo eso, parece captar algo curioso. ¿Por favor, podrían mirar si captan algo parecido? Y sólo si obtienen la misma información varios observadores independientes del mismo punto del cielo piensas que tienes algo. Aun entonces sigues sin saber que ese algo es inteligencia extraterrestre, pero al menos has podido determinar que no es algo de la Tierra. (Y también que no es algo en órbita terrestre; está más lejos que eso.) Este es el primer plan de acción que se requiere para asegurarse de que realmente tienes una señal de una civilización extraterrestre.

Fíjate que hay una cierta disciplina implicada. El escepticismo impone una carga. No puedes salir y gritar *pequeños hombrecillos verdes*, porque vas a parecer muy

tonto, como les pasó a los soviéticos con el CTA-102, que resultó ser algo muy distinto. Es necesaria una cautela especial cuanto las implicaciones son de tanta importancia como aquí. No estamos obligados a decidirnos por algo en cuanto tenemos unos datos. No pasa nada por no estar seguros.

Me suelen preguntar: “¿Crees que existe inteligencia extraterrestre?” Y yo respondo con los argumentos habituales. Hay un montón de lugares allá afuera, miles de millones. Luego digo que me sorprendería mucho que no existiese inteligencia extraterrestre, pero que por supuesto no tenemos pruebas concluyentes de ello. Y luego me preguntan: “Vale, pero ¿qué es lo que crees realmente?” Y respondo: “Ya te he dicho lo que creo.” “Sí, pero ¿qué te dicen tus entrañas?” Pero yo no intento pensar con mis entrañas. En serio, es mejor reservarse la opinión hasta que tengamos pruebas.

Después de que se publicase mi artículo *El Arte de la Detección de Camelos* en *Parade* (1 feb. 1987), recibí, como puedes imaginar, un montón de cartas. *Parade* es leído por 65 millones de personas. En el artículo di una larga lista de cosas que eran *presuntos o demostrados camelos* (treinta o cuarenta). Los defensores de todas esas cosas resultaron uniformemente ofendidos, por lo que recibí montones de cartas. También ofrecí un conjunto de instrucciones muy elementales acerca de cómo tratar a los camelos (los argumentos de una autoridad no valen, todos los pasos de una cadena de evidencias tienen que ser válidos, etcétera). Mucha gente contestó diciendo: “Tiene usted toda la razón en las generalidades; desafortunadamente, eso no es aplicable a mi doctrina particular.” Por ejemplo, uno de ellos decía que la idea de que existe inteligencia extraterrestre fuera de la Tierra es un ejemplo de excelente camelo. Concluía: “Estoy tan seguro de esto como de cualquier otra cosa en mi experiencia. No hay vida consciente en otro lugar del Universo. El Hombre vuelve así a su legítima posición en el centro del Universo.”

Todo periódico americano tiene una columna diaria de astrología. ¿Cuántos tienen siquiera una columna semanal de astronomía?

Otro remitente también estaba de acuerdo con todas mis generalidades, pero decía que, como escéptico empedernido, yo había cerrado mi mente a la verdad. Más notablemente, he ignorado la evidencia de que la Tierra tiene seismil años de antigüedad. Bueno, no la he ignorado; he considerado la supuesta evidencia y *luego* la he rechazado. Existe una diferencia, y ésta es una diferencia, podríamos decir, entre prejuicio y postjuicio. Prejuicio es hacer un juicio antes de considerar los hechos. Postjuicio es hacer un juicio después de considerarlos. El prejuicio es terrible, en el sentido de que se cometen injusticias y graves errores. El postjuicio no es terrible. Por supuesto, no puedes ser perfecto; también puedes cometer

errores. Pero es permisible hacer un juicio después de haber examinado la evidencia. En algunos círculos incluso se fomenta.

Si la ciencia se explicase a la gente de a pie de una manera accesible y excitante, no habría sitio para la pseudociencia.

Creo que parte de lo que impulsa a la ciencia es la sed de maravilla. Es una emoción muy poderosa. Todos los niños la sienten. En una clase de parvulario, todos la sienten; en una clase de bachillerato casi nadie la siente, o siquiera la reconoce. Algo pasa entre el parvulario y el bachillerato, y no es sólo la pubertad. No sólo los colegios y los medios no enseñan mucho escepticismo, tampoco se fomenta mucho este emocionante sentido de lo maravilloso. Ambas ciencia y pseudociencia despiertan ese sentimiento. Una pobre popularización de la ciencia establece un nicho ecológico para la pseudociencia.

Si la ciencia se explicase a la gente de a pie de una manera accesible y excitante, no habría sitio para la pseudociencia. Pero existe una especie de Ley de Gresham por la que, en la cultura popular, la mala ciencia expulsa a la buena. Y por esto pienso que tenemos que culpar, primero, la comunidad científica por no hacer un mejor trabajo popularizando la ciencia, y segundo, a los medios, que a este respecto son casi por completo inútiles. Todo periódico americano tiene una columna diaria de astrología. ¿Cuántos tienen siquiera una columna semanal de astronomía? Y también pienso que es culpa del sistema educativo. No enseñamos a pensar. Esto es un error muy serio que podría incluso, en un mundo infestado con 60.000 armas nucleares, comprometer el futuro de la humanidad.

Sostengo que hay mucha más maravilla en la ciencia que en la pseudociencia. Y además, en la medida que esto tenga algún significado, la ciencia tiene como virtud adicional (y no es una despreciable) su veracidad. Ω

Copyright 1987 por Carl Sagan. Este artículo aparece en la revista *Skeptical Inquirer*, vol. 12, otoño de 1987

Carl Sagan fue profesor de la cátedra David Duncan de Astronomía y Ciencias Espaciales en la Universidad de Cornell, responsable de misiones de la NASA como la *Mariner*, *Viking*, *Voyager* y *Galileo*, instructor de astronautas, genial divulgador científico, cofundador de la Sociedad Planetaria y gran activista escéptico contra las pseudociencias. Entre los numerosos premios que ha recibido se encuentran el *Pullitzer*, el *Apollo*, el *Masursky* y la medalla al Bienestar Público. El asteroide 2709 fue bautizado con su nombre.

Traducción al español de Gabriel Rodríguez Alberich, editor asociado, *Astronomía Digital*.

Este artículo está reproducido con el permiso de su viuda Ann Druyan, a quien le agradecemos la atención prestada.

Una vela en la oscuridad



Javier Armentia | Planetario de Pamplona, España

Carl Sagan desapareció el 20 de diciembre de 1996, el día que se inauguraba en varios centros de divulgación científica de España una exposición titulada *Crónicas Marcianas*.

El 20 de diciembre de 1996, estábamos a punto de inaugurar en cuatro planetarios españoles el primer proyecto conjunto, un programa que se titulaba *Crónicas Marcianas* y que pretendía recoger cuánto hemos imaginado, cuánto hemos estudiado, y cuánto nos queda por aprender, sobre Marte. Ese mismo día nos llegaba la noticia de la pérdida de Carl Sagan, de su muerte irremediable tras una larga lucha contra una enfermedad incurable. Sin duda una casualidad, pero un hecho que gravitó sobre esa fiesta de los planetarios, de los centros de divulgación de la ciencia. Al menos, he de confesar que yo sentí un foco de dolor en el corazón.

Sería casi veinte años antes, la memoria es así de imprecisa, cuando pude ver la serie de Sagan para la tele, el *Cosmos*. Tan maravillosa como imperfecta, o quizá tan maravillosa *porque* imperfecta. Por lo personal, por esa impronta *Sagan* que rodeaba la serie de comienzo a fin. Y, como tantos otros, en esa y sucesivas reemisiones de la serie, me quedé enamorado, perdidamente atrapado por el Universo contado por ese tipo menudo, un poco redicho acaso, que era capaz de saltar de la antigua Persia a la NASA sin solución de continuidad. Nunca he podido establecer un criterio preciso, una crítica racional, del valor de la serie: comprobé en mis tiempos de profesor en la Universidad que había *oleadas Sagan*, años en los que el número de alumnos de la especialidad de Astrofísica aumentaba debido a la emisión por la TV de la serie: posiblemente habían sido, como yo, atrapados por la misma.

Me he pasado después mucho tiempo hablando del cielo, y de lo divino y lo humano en torno a él, y una y otra vez he regresado, queriendo u obligado, a las referencias de Sagan. No me arrepiento: no podría, porque sigo viéndolo como un modelo (es decir, como una luz de un faro que te sirve de referencia de una costa que es imprecisa o desconocida) de lo que hay que hacer para transmitir conceptos, emociones, actitudes, en un mundo como el de la divulgación científica. Y no le resto las críticas: no podría ser de otro modo, que nadie está exento de ellas, ni siquiera los ídolos, porque eso los hace más humanos, y al menos te deja la posibilidad de imaginar que un día podrán ser superados... ojalá.

No podría hacer un panegírico: estoy hablando de la

manera en que uno queda a veces atrapado por una frase, por una forma de contar las cosas. Quizá en el caso de Sagan, el asunto es más peliagudo, porque además de la divulgación, llegué a conocer al Sagan digamos beligerante, una persona que apostó no sólo por la ciencia como divulgación, sino por la ciencia como sostén de una civilización en progreso, la era de los derechos humanos. El Sagan del escepticismo, del pensamiento racional, de la vela en la oscuridad como metáfora de una ciencia que está siendo atacada por los que prefieren la oscuridad del pseudoconocimiento, me acabó de convencer de que la tarea del científico, o del divulgador, es de *interés general*, es algo casi necesario en esta era de la trivialización y la relativización de todo. Uno se entristece al pensar lo que podría haber sido de una persona si no hubiera muerto. Es lógico, y más cuando la aprecias. En el caso de Carl Sagan, a pesar de todo, uno siente que afortunadamente tuvo tiempo para decir muchas cosas (menos de las que habría dicho de seguir vivo, obviamente). Pero ahí quedan sus escritos, su actitud ante la vida, es decir, ante muchos problemas de la vida. Con opiniones que podemos o no compartir, pero en cualquier caso dichas de forma sincera, argumentadas convincentemente.

El día en que inauguramos *Crónicas Marcianas* se nos murió Sagan... y quiero pensar que ese proyecto que se hacía realidad ese día pudo llegar a recoger un poco de las ideas que le movieron a lo largo de su vida. ¿Petulante? Acaso. Al menos, sé que en esa especie de *espíritu* que mueve un proyecto de divulgación, estuvo ese afán de gentes como Carl Sagan de reivindicar la ciencia como algo tan nuestro que no podemos dejarlo de lado; algo que es capaz de conmovernos o de hacernos reír; algo sobre lo que no podemos pasar ignorantes, como si no fuera con nosotros. Supongo, quiero creer, que alguien como Carl Sagan habría coincidido en esa idea. Ω

Javier Armentia
planetario@cin.es

Director, Planetario de Pamplona
Presidente, ARP-Sociedad para el Avance del Pensamiento
Crítico
España



Jesús Gerardo Rodríguez Flores | Sociedad Astronómica de la Laguna, México

De una monografía inédita y de próxima publicación, he seleccionado cuatro secuencias que todos los aficionados a la ciencia hemos experimentado. Primero, nuestra experiencia personal de cómo la labor divulgativa de Carl Sagan nos movió hacia la ciencia, posteriormente dos de sus mayores proyectos de divulgación, y finalmente los últimos días de su vida, cuando en una última lección nos deja en claro que la ciencia aún tiene mucho que avanzar en beneficio de la humanidad.

Un homenaje personal.

Si existe una persona cuyos esfuerzos de divulgación científica han influenciado a miles o millones de personas, y las ha reclutado al fascinante mundo de la astronomía, seguramente es Carl Edward Sagan. Hoy a cuatro años de su muerte recordamos sus proyectos de divulgación y aspectos de su vida que han revolucionado la nuestra. Un homenaje y un testimonio personal.

Aún recuerdo como ocurrieron los acontecimientos que me llevaron a aficionarme por la astronomía y todo aquello que tuviera que ver con la exploración del espacio. Tal vez desde los seis años, aproximadamente, mis padres acostumbraban llevarme continuamente al cine. Una de las grandes ventajas que tuve fue que mi infancia tuvo su origen en el mismo momento en que empezaba el cine fantástico, con sus grandes historias de ciencia ficción y asombrosos efectos especiales. Eran los tiempos de Steven Spielberg con su *Encuentros Cercanos* y *ET*; del maestro George Lucas y su trilogía de *La Guerra de las Galaxias*; y de otras producciones como *Viaje a las Estrellas*; la Película *Alien: el octavo pasajero*. Con esa influencia, era lógico que me sintiera atraído por la ciencia ficción y todo lo que tuviera que ver con la ciencia y la exploración del espacio. El cielo estrellado me atraía la atención, era poco lo que sabía de constelaciones o de reconocer los planetas y era en ocasiones difícil encontrar quien me

asesorara; solo mi tía María compartía mi interés por las estrellas y planetas, y mi mamá el atractivo por la Luna.

Luego, simultáneamente a los títulos, se escuchaba una agradable voz que decía “Cosmos: Un viaje personal”

Sin embargo, siendo ya 1980, mi acercamiento a la ciencia tuvo lugar ante el televisor. Como cualquier niño, las caricaturas vespertinas son un merecido premio al cumplir con la tarea oportunamente. Lo curioso fue que avanzada la tarde, un día de esos, cancelaron unas series de dibujos animados y empezaron a transmitir una serie norteamericana. Iniciaba con una bella y tranquilizadora música mientras un conglomerado de estrellas blancas y rojas se iban desplazando hacia los extremos de la pantalla conforme se desplazaba la imagen. Luego, simultáneamente a los títulos, se escuchaba una agradable voz que decía: *Cosmos: Un viaje personal*. Posteriormente aparecía el título del capítulo: *En la orilla del océano cósmico*. Los siguientes sesenta minutos, fueron muy reveladores. Creo que por primera vez desde que veía televisión vi un programa sin dar un solo parpadeo durante una hora (excepto en los comerciales, tal vez). Pero ver escenas de nuestra naturaleza, de otras partes de nuestro planeta, ver la majestuosidad que había teni-

do la biblioteca de Alejandría y sobre todo ese fascinante viaje por el Cosmos, fue lo más estimulante que una mente de ocho años podía recibir. Pude ver por primera vez las galaxias, las nebulosas, como ocurrían las supernovas y lo pequeño que era nuestro planeta a comparación del Cosmos. ¡Qué suerte que mi papá acababa de comprarnos un televisor a colores!

Pude ver por primera vez las galaxias, las nebulosas, como ocurrían las supernovas y lo pequeño que era nuestro planeta a comparación del Cosmos

Desde entonces supe quien era Carl Sagan, y lo empecé a admirar. Conforme fueron avanzando los capítulos, nuevas fuentes de conocimientos me fueron revelados, y poco a poco fui complementándolos con libros, revistas y todo aquello que pudiera conseguir sobre astronomía. A partir de entonces vi el cielo de otra forma. Cuantas veces pasaron los capítulos, siempre los ví. Posteriormente llegaron otras series: *Nova*, *El cuerpo humano*, *El mundo de Cousteau*, *Historia del Hombre*, *La Tierra*, pero ninguna me dejó tan impresionado como *Cosmos*.

En aquel entonces los libros me empezaron a atraer, no tanto por la lectura (era una tragedia en cuanto a lectura) pero las fotos e ilustraciones me resultaban mesmerizadoras. Cual sería mi sorpresa cuando un día vi un libro de Carl Sagan en la tienda de autoservicio. Se trataba de *Murmullos de la Tierra*. Estaba atraído totalmente por el libro, lo hojeé en la tienda tanto como pude para ver las ilustraciones, y como pude me las ingenie para comprarlo al cabo de pocas semanas. Un día supe que la serie de televisión *Cosmos* había dado origen a un libro del mismo título. Pensé: “¡Cuánto daría o sería capaz de hacer por conseguir el libro!”. Para mi fortuna, un día de esos, el libro apareció en la sección de libros de la misma tienda de autoservicio. Allí estaba *Cosmos*, pero su precio era verdaderamente prohibitivo. Con el mayor de mis esfuerzos, junte todos mis *domingos* sin gastarme un solo centavo y finalmente logre completar el costo del libro. En aquel entonces empezaba a tener la rara costumbre de comprar libros por curiosidad de hojearlos o simplemente de tenerlos. ¡No tenía la paciencia de leerlos totalmente! Por lo mismo, temía que en mi casa me llamaran la atención por comprar un libro tan caro solo para hojearlo. Lo que hice entonces fue que le di el dinero a mi tía María para que me lo comprara y al cabo de algunos días me lo llevara a casa. Mis temores eran infundados, mi madre sabía cuanto quería yo ese libro, y mi padre no encontró ningún inconveniente (tal vez porque cuando lo hojeé yo ya había desprendido la etiqueta del precio).

Lo cierto es que desde entonces decidí que un día sería astrónomo. Mis padres no estaban muy convencidos de mi decisión, y con justa razón. Ya en otras ocasiones había optado por distintas profesiones. Lo cierto es que me apoyaron en lo que pudieron. En una navidad me regalaron un pequeño telescopio y en otras me compraban juegos de química, enciclopedias o libros de astro-

nomía. Posteriormente empecé a comprar revistas como *Muy*, y mi papá empezó a comprarme algunos libros de la colección de Biblioteca de Divulgación Científica, entre cuyos títulos estaba *La Conexión Cósmica*. Mi papá me llevó al Palacio Federal, para ver los telescopios y fotos astronómicas de allí. Luego me llevó a conferencias del Ingeniero Harry De la Peña, a quien desde entonces admiraba. Y no puedo olvidar al campamento que fuimos para ver al cometa Halley y donde tuve oportunidad de platicar con el Ingeniero De la Peña sobre astronomía planetaria. Para entonces yo ya tenía un amplio conocimiento sobre astronomía y astronáutica. ¡E incluso durante un tiempo había estudiado el fenómeno OVNI, sin llegar a nada, como todo mundo!

Para entonces, tanto libro aparecía de Carl Sagan, libro que compraba. Lo seguía admirando y quería ser como él, aunque para entonces sabía que ser mexicano y además astrónomo, son dos cosas que en ocasiones no resultan ni lucrativas ni exitosas. Fue entonces cuando surgió la convocatoria para que todos aquellos aficionados a la astronomía formaran la Sociedad Astronómica de la Laguna. La idea se me hacía atractiva, desde el punto de vista de que ya habría un grupo y un sitio que lo mantuviera a uno en contacto con mi afición.

¡Pero curiosamente de pronto no me interesó ser miembro!

Sin embargo, mi papá insistió en suscribirnos y punto. Y como donde manda capitán no gobierna mariner... Hoy doy gracias por esa decisión que tomó. ¡Estuve a punto de tomar una de las más erróneas decisiones de mi vida! Modestia a parte no tarde en atraer la atención de *los jefes*, principalmente del Ingeniero Hector Astorga quien me apoyo y escucho mis inquietudes en su momento. Ya siendo miembro, recuerdo que un día le comente mi nueva inquietud. Ahora quería ser una especie de divulgador científico.

¿Una especie de Isaac Asimov?, me preguntó. Yo contesté afirmativamente. Pero al cabo de poco tiempo cambié de prototipo. Quería, más bien, seguir el ejemplo de Carl Sagan. Alguien con ilusiones, que sepa explicar lo complicado de maneras sencillas. Que sepa aplicar los medios de comunicación para llevar la ciencia y sus beneficios a la sociedad, que pueda aclarar lo que es ciencia y lo que es superstición.

En diciembre de 1996 me enteré de que Sagan sufría mielodisplasia, una enfermedad de la sangre, semejante a la leucemia, que parecía obsesionares por truncar los futuros planes de Carl Sagan. Lamentablemente, unos cuantos días después de enterarme de su enfermedad por la revista *Muy Interesante*, escuche en los noticieros la información sobre su fallecimiento. Casi puedo imaginarme a Carl Sagan en su lecho final expresando las legendarias palabras de Leonardo Da Vinci en iguales circunstancias: “¡Tantas cosas por hacer! ¡Tantas cosas por hacer!”. Lamento que Sagan no fuera un creyente del alma y su inmortalidad, pero espero que, así como él no fue perfecto y no siempre tenía la razón, descubra que algo de su consciencia y su mente es inmortal y que podrá ver el continuo progreso de la ciencia, la técnica y la humanidad desde

cualquier sitio del Cosmos en que se encuentre. Por lo pronto, su objetivo de llevar la ciencia a la gente ha sido cumplido, pues chicos y grandes nos hemos acercado al Cosmos y la ciencia gracias a su labor divulgadora. Y yo en lo particular, le debo una gran parte de lo que soy y de lo que pienso lograr. Sin ese *toque mágico* que me dio con su serie *Cosmos*, mi vida y mis sueños serían muy diferente.

He aquí mi homenaje personal a un hombre único

He aquí mi homenaje personal a un hombre único. Pero a pesar de ser único, espero que muchos hombres como él, comprometidos con el progreso de la ciencia y nuestra civilización, vengán inmediatamente a llenar el importante vacío que ha dejado en el campo de la divulgación científica. De no ser así, cada uno de los que gozamos con su conocimiento y obra divulgadora tomaremos la estafeta dentro de nuestras limitadas posibilidades.

Cosmos: Un viaje personal.

A principios de la década de los setentas comenzó la primera de sus muchas apariciones en el programa *The Tonight Show* con Jonny Carson donde presentó millones de las maravillas de la astronáutica y astronomía a los televidentes. Allí empezó a convertirse en el más popular divulgador astronómico de América. Sin embargo su popularidad se incrementó con su serie de televisión *Cosmos*. Dicha serie surgió a raíz de la decepción de Carl Sagan por la cobertura realizada por los medios de comunicación de las misiones *Viking* en Marte. Además, su participación como invitado en las cadenas televisivas no le permitían tener ningún control sobre el contenido de los programas. A raíz de ello formó su propia compañía de producción para realizar documentales científicos. Su jefe de operaciones fue B. Gentry Lee, quien era el director de análisis de datos y planificación de la misión *Viking*, y posteriormente colaboraría con Arthur C. Clarke en la serie de novelas de ciencia ficción *Cita con RAMA*. Sagan recuerda:

“Lee propuso que formáramos una compañía productora dedicada a la difusión de la ciencia de un modo atractivo y accesible. En los meses siguientes nos propusieron un cierto número de proyectos. Pero el proyecto más interesante fue el propuesto por KCET, la rama del Servicio Público de Radiodifusión en Los Angeles. Aceptamos finalmente producir de modo conjunto una serie de televisión en trece episodios orientada hacia la astronomía pero con una perspectiva humana muy amplia. Su destinatario sería un público popular, tenía que afectar al corazón tanto como a la mente”. (*Cosmos*, 1980).

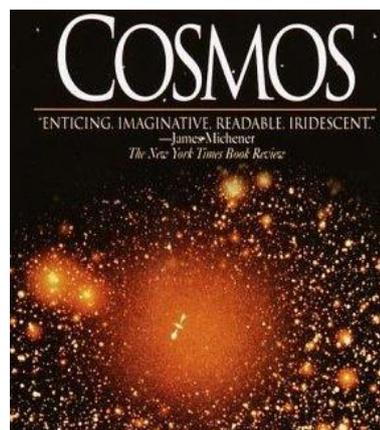


Figura 1: La serie de televisión *Cosmos* ha sido vista por 500 millones de personas en todo el planeta. En EEUU, la adaptación literaria ha vendido más de 5 millones de ejemplares.

El proyecto consistía en una serie de 13 capítulos, de una hora cada uno, donde Carl Sagan fuera el anfitrión y explicara, de forma sencilla y casi poética, el funcionamiento del universo. El proyecto se planeó desde 1977 y arrancó a mediados de 1979 en colaboración con KCET. Para la realización de la serie se contó con ocho millones de dólares, donados por *Atlantic Richfield Company*, la *Corporation for Public Broadcasting* y las fundaciones *Arthur Vining Davis* y *Alfred P. Sloan*. La *British Broadcasting Corporation* (BBC) de Londres y la *Polytel International* de Alemania Occidental fueron co-productores. Todo bajo la guía de Greg Andofer, un joven productor que originalmente había presentado a Sagan y Gentry Lee la propuesta de KCET para la serie. Los guiones de la serie fueron elaborados por Carl Sagan, con el auxilio de Ann Druyan y el astrónomo Steven Soter. Además de cerca de un centenar de científicos encargados de verificar el contenido científico de las diversas partes de la serie.

La serie se emitió semanalmente del 28 de septiembre al 21 de diciembre de 1980

La idea fundamental del proyecto *Cosmos* era elaborar una serie visualmente atractiva y cautivadora al público. Para lograr ello se contrató a un impresionante equipo de producción encargado de elaborar gran cantidad de secuencias de efectos especiales. Cerca de dos horas y media de efectos especiales fueron elaborados por el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA y la *Motion Pictures, Inc* (MPI). En esta última estuvieron encabezados por Robert Blalack y Jamie Shourt, colaboradores de la mítica película *La Guerra de las Galaxias*. Gracias a sus creaciones, Sagan desciende hasta la superficie de Venus, Marte y Titán, experimenta el Big Bang y vuela a través de otro sistema solar en el momento en que su estrella explota en una colosal explosión de supernova.

Junto con MPI colaboraron reconocidos artistas espaciales como John Allison, Don Davis, Adolf Schaller, Rick

Sternbach, Brown y Anne Norcia y otros bajo la dirección del artista en jefe Jon Lomberg (brazo derecho de Sagan en muchos proyectos visuales). Uno de los mas grandes logros de MPI fue el llamado *Cosmic Zoom*, un viaje por todo el cosmos que realiza Sagan en su *nave de la imaginación* durante el Capítulo Primero, en dicha secuencia se inicia un viaje a velocidades hiperlumínicas desde mas allá del cúmulo galáctico de Pegaso, pasando por el Grupo Local, la Vía Láctea, la Nebulosa de Orión, y las Pléyades, hasta llegar al planeta Tierra.

La Magicam, una compañía especializada en elaboración de modelos a escala de gran realismo estuvo a cargo de los decorados correspondientes a la recreación de la gran Biblioteca de Alejandría (capítulo 1: En la orilla del océano cósmico), el interior del cerebro humano (capítulo 11: La persistencia de la memoria); y el famoso Calendario Cósmico, un escenario del tamaño aparente de una cancha de fútbol con un calendario donde cada día representa 40 millones de años, teniendo en el 1 de enero el Big Bang de hace 15.000 millones de años y siendo toda la historia humana los últimos segundos del 31 de Diciembre. De la misma forma 17 secuencias de animación computarizada fueron realizadas por James Blinn y Charles Kohlhas del Laboratorio de Propulsión a Chorro. Entre las más destacadas se encuentran el desarrollo de la evolución desde las criaturas unicelulares al homo sapiens y la duplicación del ADN.

La serie se emitió semanalmente del 28 de septiembre al 21 de diciembre de 1980 por el *Public Broadcasting System* (PBS) en horario de máxima audiencia. *Cosmos* se convirtió en la más popular serie en la historia de la televisión pública y llegó a ser vista por unos 500 millones de personas y gano tres premios Emmy.

Casi simultáneamente con la serie de televisión, la editorial *Random House* publicó el libro *Cosmos* el cual inmediatamente se convirtió en un best seller.

¿Pero a que se debe el éxito de *Cosmos*? Carl Sagan da la respuesta en la introducción de su libro, una respuesta que debería calar profundo en muchos medios masivos de comunicación:

“Nuestro lema es que el público es mucho más

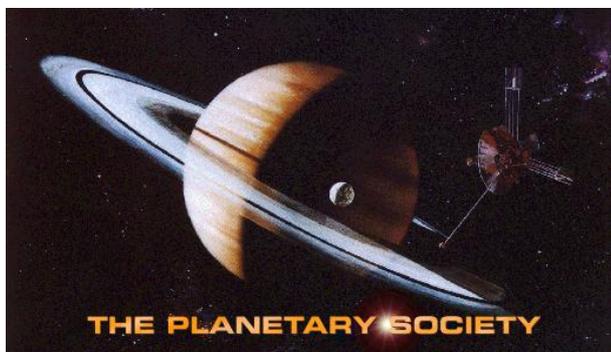


Figura 2: La Sociedad Planetaria fomenta el desarrollo de misiones de exploración espacial y de búsqueda de inteligencia extraterrestre.

inteligente de lo que se suele suponer; que las cuestiones científicas más profundas sobre la naturaleza y el origen del mundo excitan los intereses y las pasiones de un número enorme de personas. La época actual es una encrucijada histórica para nuestra civilización y quizás para nuestra especie. Sea cual fuera el camino que sigamos, nuestro destino está ligado indisolublemente a la ciencia. Es esencial para nuestra simple supervivencia que comprendamos la ciencia. Además la ciencia es una delicia; la evolución nos ha hecho de modo tal que el hecho de comprender nos da placer porque quien comprende tiene posibilidades mayores de sobrevivir.” (*Cosmos*, 1980).

La Sociedad Planetaria.

En la década de los setentas, los fondos gubernamentales para la exploración espacial empezaron a reducirse, lo cual no sucedió con los presupuestos de la Defensa. El invertir en la posible destrucción del planeta y el ser humano, es obviamente menos prometedor que la exploración del espacio. Carl Sagan planteó que la exploración del sistema solar era una empresa humana de interés público, en los cuales llegado el momento las empresas privadas y el ciudadano de la calle se encargarían de financiar.

“El coste de una exploración Grand Tour de todos los planetas del Sistema Solar exterior (cancelada por falta de fondos) es comparable al presupuesto de 1970 para el sistema Minuteman II; el coste de un enorme telescopio óptico en el espacio capaz de realizar estudios definitivos sobre los orígenes del universo, se puede comparar al del Minuteman II para 1970... Un programa de una década de duración dedicado a la investigación sistemática de todo el Sistema Solar costaría tanto como los errores contables cometidos en un solo sistema de "defensa" y en un solo año". “Otro punto de vista que es preciso considerar es la exploración espacial como entretenimiento. Un Vikingo podría ser financiado totalmente mediante la venta a cada americano de un solo ejemplar de una revista que contuviera fotografías tomadas en la superficie de Marte por el Vikingo. Las fotografías de la Tierra, la Luna, los planetas y galaxias en espiral e irregulares, son formas características del arte de nuestra época. Fotografías tan impresionantes como las del Lunar Orbiter del interior del cráter Copérnico y las enviadas por el Mariner 9 de los volcanes marcianos, tormentas de viento, lunas y casquetes polares de hielo, inspiran a la vez asombro y sentido artístico. Cualquier vehículo mecánico, no manejado por el hombre, y enviado a Marte,

podría ser financiado mediante un sistema de suscripción televisiva. Por otra parte, ¿quién duda de que un disco grabado con los, al parecer, extraños ruidos que se oyen en Marte no se vendería a escala mundial?”. (*La Conexión Cósmica*, 1973).

Siguiendo con esa premisa, Sagan comentaría años después en su serie *Cosmos* que un programa vigoroso de exploración planetaria y la búsqueda por radio de inteligencias extraterrestres costaría en estas unidades un dólar aproximadamente al año por cada ciudadano de los Estados Unidos.

“Un estudio sugiere que por cada dólar gastado en los planetas retornan siete dólares a la economía nacional. Y sin embargo, hay muchas misiones importantes y totalmente factibles que no se han intentado por falta de fondos: entre ellas vehículos terrestres para que exploren la superficie de Marte, una cita cometaria, sondas de aterrizaje en Titán y una búsqueda a plena escala de señales de radio procedentes de otras civilizaciones del espacio” (*Cosmos*, 1980).

Bajo estas ideas, Carl Sagan y varios amigos fundaron *The Planetary Society*. Dicha sociedad era una especie de organismo civil estrechamente relacionado con el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) de Pasadena, California. La Sociedad Planetaria tendría originalmente en Carl Sagan a su presidente. Y en las labores directivas sería apoyado por Bruce Murray (vicepresidente y ex director) del JPL y Louis Friedman (director ejecutivo de *The Planetary Society*). Desde hace más de una década, la Sociedad Planetaria se ha convertido en una fuente de recursos económicos y humanos destinados a la exploración espacial y la búsqueda por radio de inteligencia extraterrestre. Además de convertirse en un importante grupo de influencia sobre los representantes del Congreso norteamericano que deben analizar las partidas de recursos destinadas a continuar la exploración del Sistema Solar. La Sociedad Planetaria tiene un portafolio de miembros muy destacados como son los astronautas Michael Collins, Edwin Aldrin, James Lowell, Harrison H. Schmitt y Sally Ride. A escritores como Arthur C. Clarke, Ray Bradbury, James Michener y el desaparecido Isaac Asimov. Igualmente importantes empresarios son constantes benefactores de la misma como Bill Gates, dueño de *Microsoft*; Steve Jobs, fundador de *Apple* y dueño de *NeXT Computers*; y los fundadores de *Hewlett-Packard*. Sin olvidar al multimillonario director cinematográfico Steven Spielberg.

Los últimos días.

Desde 1994, Sagan sufría una batalla contra un raro desorden sanguíneo conocido como mielodisplasia el cual deriva en leucemia. El 7 de abril de 1995, Carl Sagan

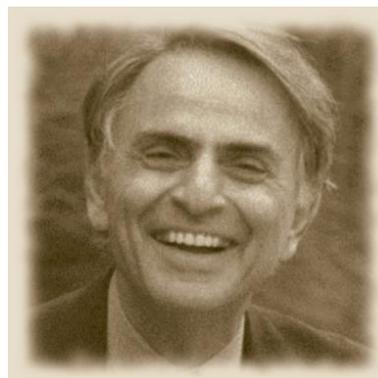


Figura 3: Carl Sagan: Divulgador, científico, ecologista...

sufrió un trasplante de médula para intentar acabar con la enfermedad. La donante había sido su hermana Carie. Durante un tiempo, la enfermedad pareció desaparecer, Sagan regreso a su retiro en Ithaca, Nueva York, al lado de su esposa Ann Druyan y sus hijos. Sin embargo, tuvo que volver a Seattle para continuar el tratamiento a base de quimioterapia.

“He aprendido mucho en mi batalla contra la muerte: cosas acerca de la belleza de la vida, del valor de los amigos y la familia, del poder transformador del amor”.

Quiero hacerme viejo junto a mi esposa Annie. Quiero ver a mis hijos crecer y participar en su desarrollo intelectual y personal. Quiero conocer a mis futuros nietos. Existen muchos problemas científicos de cuya solución quiero ser testigo: la exploración de todos los mundos del sistema solar, la búsqueda de vida extraterrestre... Quiero ver cómo se resuelven los mayores dilemas de la historia del ser humano: los peligros y las promesas de la tecnología, la emancipación de la mujer, el crecimiento político, económico y tecnológico de China, los viajes interestelares...” (Entrevista a *Muy Interesante*, diciembre 1996).

Sagan aún en los momentos críticos de su vida hablaba sobre su mundo tangible y físico. Con un pensamiento embriagado en el escepticismo científico y pobre de creencias:

“Me gustaría creer que, cuando muera, volveré a vivir. Que alguna parte pensante, alguna forma de memoria o de sentimiento permanecerá en mí. Pero con la misma intensidad que lo deseo, sé que no hay nada que sugiera que es algo más que una vana esperanza”. (Entrevista a *Muy Interesante*, diciembre 1996).

Carl Sagan falleció a consecuencia de una neumonía, complicada por la vulnerabilidad de su sistema inmunológico, el 20 de Diciembre de 1996. Sobrevive su tercera esposa y co-autora Ann Druyan y, cinco hijos.

El asteroide 2709 Sagan fue bautizado con su nombre, y el 4970 Druyan en honor a su esposa. Ω

Referencias

- [1] *La conexión cosmica*, Carl Sagan. Biblioteca de divulgación científica Muy Interesante. Ed. Orbis.
- [2] *Cosmos*, Carl Sagan. Colección Documento. Ed. Planeta.
- [3] Revistas Muy Interesante y *Sky & Telescope*.

Jesús Gerardo Rodríguez Flores
Editor asociado, Astronomía Digital
jgerardo@prodigy.net.mx
<http://www.astrored.net/megacosmos>
Sociedad Astronómica de la Laguna
México

Carl Sagan, pacifista y ecologista

David Galadí-Enríquez | Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), España

Nadie se sorprende cuando al hablar de Carl Sagan y su obra se menciona la Astronomía o la vida extraterrestre. Menos conocido, aunque comentado muy a menudo, es el compromiso de Sagan con la lucha contra la pseudociencia y en defensa del pensamiento crítico. Sin embargo, es bastante gente la que se sorprende (aunque no los buenos conocedores de su obra) cuando se habla del pacifismo y el ecologismo en la labor del gran divulgador estadounidense. Sin embargo, se trata de temas que, aunque no constituyan el eje central de su obra, sí están presentes de modo casi constante, desde sus primeros libros hasta su obra póstuma, *Miles de millones*, en la que adquieren un lugar predominante.

Cuando se habla de una manera muy general de pacifismo y ecologismo, no es infrecuente colocar los dos temas dentro de una misma categoría más o menos nebulosa. Se usa incluso a veces el término ecopacifismo. Sin embargo, las dos ideas son bien distintas y conviene separarlas. El pacifismo consiste en la oposición a la guerra, mientras que el ecologismo tiene que ver con el empleo racional de los recursos naturales. Vamos a considerar brevemente la presencia de estos dos conceptos en la obra de Sagan.

Pacifismo: guerra fría y guerra caliente.

La mayor parte de la vida científica de Sagan se desarrolló en plena guerra fría. Él era, además, un científico empleado en uno de los campos de mayor competencia entre las superpotencias: la exploración espacial. No cabe duda de que la guerra fría fue un condicionante permanente de su actividad. Sagan se distinguió siempre por una actitud abierta de colaboración con los científicos *del otro lado*. Él sabía que el progreso de la ciencia requiere intercambio libre de ideas. Buena prueba de esta actitud es la publicación de un libro en colaboración con un científico soviético (I.S. Shklovskii) a finales de los años setenta, *Vida inteligente en el Universo*, una obra que todavía mantiene buena parte de su interés y que sigue siendo accesible en las librerías.

Su actitud colaboradora con científicos del este lo llevó a vivir varias situaciones curiosas con los servicios secretos estadounidenses, como relata en un capítulo delicioso de La conexión cósmica titulado *Ciencia e inteligencia*. En esa misma obra, publicada también a finales de los años setenta, Sagan se atrevía a elogiar las virtudes que, a su modo de ver, presentaba el estilo soviético en la exploración del espacio.

No es casual que Sagan fuera el científico estadounidense elegido en 1988 para el experimento de las revistas *Parade* (de EEUU) y *Ogoniok* (URSS) de intercambiar artículos de personajes relevantes en la vida intelectual de ambos estados. En su obra póstuma, *Miles de millones*, Sagan relata esta curiosa experiencia con la perspectiva de los años.

Pero no sólo destaca la actitud de Sagan ante las implicaciones de la guerra fría, sino también sus opiniones acerca de la peor de las formas de guerra *caliente*: las armas nucleares. La especialización de Sagan en el estudio de las atmósferas planetarias lo llevó a plantearse,

como bien sabemos, las posibles consecuencias de un impacto asteroidal con la Tierra. Una derivación natural de esos estudios fue el análisis de las consecuencias de un bombardeo atómico masivo. Sagan y sus colaboradores propusieron por primera vez el guión de lo que se ha dado en llamar *el invierno nuclear*: las gravísimas consecuencias climáticas de un enfrentamiento nuclear a gran escala. Sus conclusiones se recogen en un libro impresionante escrito con Richard Turco titulado precisamente así, *El invierno nuclear*. En España alcanzó menos difusión porque su publicación coincidió con el decaimiento de la guerra fría. Aun así, su lectura sigue siendo muy recomendable: a pesar del fin de la guerra fría, los arsenales nucleares del mundo siguen repletos igual que antes.

Sagan y sus colaboradores propusieron por primera vez el guión de lo que se ha dado en llamar *el invierno nuclear*

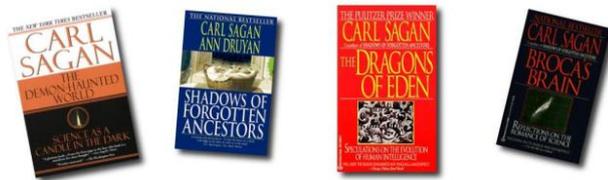
Sagan hizo una publicidad muy eficaz contra el armamento nuclear. Aparte de su obra dedicada al invierno nuclear, todo el mundo recuerda el capítulo impresionante -tanto de la serie de televisión como del libro *Cosmos*- titulado *¿Quién habla en nombre de la Tierra?*

Sagan manifestó en diversas ocasiones, incluyendo algunas de sus obras más conocidas, su oposición a varias aventuras bélicas estadounidenses, reales o proyectadas. Su oposición al proyecto *Guerra de las galaxias* es una consecuencia directa de su actitud ante la carrera de armas nucleares, como explica en *El invierno nuclear*. Sobre su oposición a la guerra del Golfo ofrece detalles en *Miles de millones*.

En conclusión, para cerrar el apartado dedicado al pacifismo, hay que hacer constar que Sagan es una de las personas que más ha contribuido a que la humanidad tome conciencia de que las consecuencias globales de una guerra atómica a gran escala serían de tal magnitud, que no tendría sentido hablar de vencedores en un enfrentamiento semejante.

Ecologismo.

Las referencias a la defensa del medio ambiente y al uso racional de los recursos no renovables (esencia del ecologismo) son constantes en la obra divulgadora de Sagan.



Al igual que en su actitud opuesta a las armas nucleares, los argumentos de Sagan provienen no tanto de consideraciones ideológicas más o menos abstractas, sino del estudio científico y racional de la situación. Ello le confiere un gran poder de convicción a sus argumentos.

Como sabemos, Sagan fue uno de los creadores de la teoría del efecto invernadero. Esta teoría se formuló para dar explicación a las elevadísimas temperaturas que reinan en la superficie del planeta Venus. Para dar una medida de la situación comentemos que Venus se encuentra al doble de distancia al Sol que Mercurio. Sin embargo, en Venus hace el doble de calor que en Mercurio (500 grados en Venus frente a 300 en Mercurio). La única razón de esta anomalía es el efecto invernadero inducido por el alto contenido de dióxido de carbono de la atmósfera venusiana. Sagan siempre insistió en el valor ejemplarizante de lo que está pasando en Venus, y sus advertencias sobre las posibles consecuencias del calentamiento global en la Tierra debido a la emisión de dióxido de carbono producido por la quema de petróleo son constantes. Hay ejemplos en *La conexión cósmica*, *Un punto azul pálido* y, sobre todo, en *Miles de millones*, donde varios capítulos están dedicados al calentamiento global, la gestión de los combustibles fósiles y las energías alternativas.

Si Venus es el paradigma del efecto invernadero, Marte es, en la obra de Sagan, ejemplo recurrente para ilustrar los efectos de la degradación de la capa de ozono. El suelo marciano analizado por las sondas *Viking*, frito y esterilizado por la radiación ultravioleta solar, es un ejemplo machacón de las consecuencias extremas que puede implicar el crecimiento del famoso *agujero de ozono*. También resulta ser su obra póstuma, *Miles de millones*, la que trata este tema con más profundidad.

Implicaciones políticas.

A nadie se le pueden escapar las implicaciones políticas de todos estos asuntos. Y, ciertamente, Sagan no rehúye formular algunos de los corolarios políticos de sus opiniones. Es algo que hace no sólo cuando se trata de pacifismo o ecologismo. También cuando habla de la lucha contra las pseudociencias (por ejemplo en *El mundo y sus demonios*), Sagan concluye con una apología clara de la educación pública y del apoyo estatal a la investigación básica (no aplicada). Del mismo modo, *El invierno nuclear* está repleto de ideas contundentes sobre política internacional, y *Miles de millones* contiene multitud de referencias expresas a acciones políticas nacionales e internacionales para detener el deterioro del medio ambiente.

Si a este tipo de opiniones se añade el talante decididamente agnóstico o ateo de Sagan (manifiesto en muchas

de sus obras, por ejemplo en *Un punto azul pálido*) y sus opiniones acerca de otros asuntos conflictivos (por ejemplo el aborto, tratado en *Miles de millones*), se entiende que en el panorama político de EEUU, en el que sólo hay dos opciones, Sagan estuviera clasificado de modo irremisible en el lado progresista. Él mismo lo asume cuando titula una parte entera de *Miles de millones* (la dedicada al medio ambiente) con la pregunta: *¿Qué conservan los conservadores?*. Incluso entre los simpatizantes del partido demócrata, sus posiciones son vistas a veces con recelo.

Sin embargo, desde el punto de vista europeo o incluso español, muchas de las propuestas de Sagan parecen moderadas y asumibles por partidos nada sospechosos de extremismo. Creo que en un ambiente como el español, las propuestas pacifistas y ecologistas de Sagan se captan en su justa medida y con la objetividad que les confiere su justificación científica. Por eso creo que en nuestro entorno Sagan cuenta con tantos partidarios y tan pocos detractores, y le auguro a su obra póstuma, la de más carga ecopacifista, el mismo éxito de público que a las anteriores.

Quiero terminar citando dos frases de Sagan que sintetizan su actitud ante los temas tratados. La primera, tomada de *Un punto azul pálido*, resume el camino que lo llevó a sus opiniones sobre el respeto del medio ambiente:

“Otros mundos nos proporcionan informaciones cruciales sobre las estupideces que no debemos cometer en la Tierra. Recientemente se han descubierto tres potenciales catástrofes ambientales, todas ellas con efectos a escala global: la reducción de la capa de ozono, el calentamiento fruto del efecto invernadero y el invierno nuclear. Y resulta que los tres hallazgos se hallan íntimamente relacionados con la exploración planetaria”.

Acabo con una cita de *Miles de millones* elegida -con buen criterio- por los editores para la cubierta del libro, y que muestra el carácter optimista de Sagan:

“A menos que resultemos mucho más estúpidos de lo que creo, de las crisis medioambientales de nuestro tiempo debería surgir una integración de las naciones y las generaciones, e incluso el final de nuestra larga infancia”.

David Galadí-Enríquez
Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)
Torrejón de Ardoz
Madrid, España

Un escéptico militante

Luis Alfonso Gámez | Periodista científico

El autor hace un recorrido por la faceta divulgadora y escéptica de Carl Sagan.

“Muere creador de serie científica *Cosmos*”. El 20 de diciembre de 1996, esas seis palabras aparecieron en la pantalla de mi ordenador como encabezamiento de un breve despacho de agencia, un texto de once líneas en el que se destacaba la faceta divulgadora de Carl Sagan. Mi primera reacción fue de resistencia a creer la noticia. Pero, como siempre, la realidad se acabó imponiendo: sucesivas notas de agencia confirmaron, a lo largo de aquella tarde, el fallecimiento del autor de *Cosmos*. Como muchos, aunque no tuve el placer de conocer personalmente a Sagan, le echo en falta desde entonces.

Han pasado cuatro años desde que el cáncer acabó con la vida del científico que más ha hecho por acercar la ciencia al hombre de la calle, y su legado sigue tan vigente como cuando TVE emitió *Cosmos* por primera vez. Entonces adolescente, seguí la serie de principio a fin, la volví a ver cada vez que la repusieron y acabé comprándomela en vídeo. En los últimos veinte años, se han rodado numerosas series de divulgación científica, pero, si la memoria colectiva tiene una grabada a fuego, es la del sonriente astrofísico que montaba en bicicleta, caminaba por el interior de la biblioteca de Alejandría, recorría el Universo en una cuasi-todopoderosa nave espacial, y hablaba de lo divino y lo humano.

Cosmos fue un éxito de público en todos los países en los que se emitió, gracias a la capacidad de Sagan de transmitir su pasión por la ciencia, por el conocimiento, de una forma comprensible y atractiva. Lo hacía todo tan fácil que conseguía que hasta los que éramos de letras puras y duras nos sintiéramos partícipes de la aventura de la ciencia, y quisiéramos saber más. Todavía me acuerdo de cómo una profesora de Geografía de la Universidad de Deusto destacaba en las aulas el carácter pedagógico de *Cosmos* y nos la recomendaba ver. Si ella hubiera practicado con el ejemplo que nos ofrecía, sus clases no hubieran resultado tediosas e incomprensibles.

Pero Sagan fue mucho más que *Cosmos*, que, si algo provocó, fue que los libros del astrofísico se tradujesen al español con inusitada rapidez y que, supongo que gracias en parte al tirón de su imagen televisiva, se vendiesen como rosquillas, hasta el punto de que el basado en la serie llegó a aparecer en fascículos. Muchos de los que seguimos atónitos los trece episodios de *Cosmos*, acabamos leyendo otros libros de su autor, desde el primero hasta su testamento vital, *Miles de millones*, en el que asoma el Sagan más comprometido. Porque Sagan divulgaba ciencia, pero también tomaba partido en cuestiones sociales que iban desde la superpoblación hasta la lucha contra fundamentalismos de todo tipo.

Contagió a mucha gente su entusiasmo por la búsqueda de inteligencia extraterrestre y por la exploración espa-

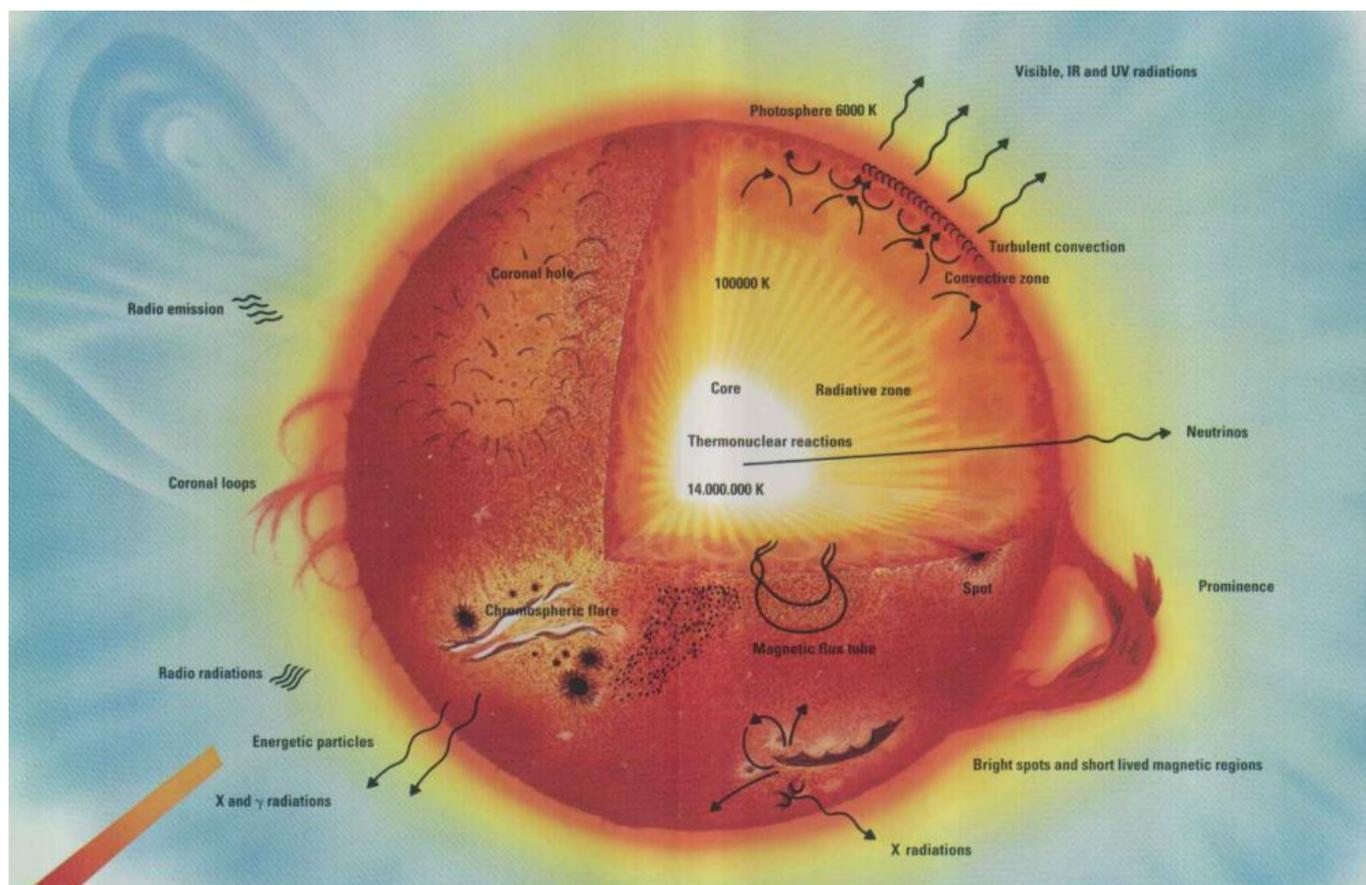
cial, o su temor a que los demonios nucleares se liberaran, pero también hizo algo a lo que que no se ha dado la suficiente importancia: fue un firme opositor de quienes, en *El cerebro de Broca*, bautizó como *fabricantes de paradojas*. Sagan ya había mantenido duros enfrentamientos con los paladines de la anticencia cuando, hace veinticinco años, no dudó en sumarse a las filas de lo que era un tímido movimiento: el escepticismo organizado ante el progresivo avance de la pseudociencia. Junto a Isaac Asimov y Martin Gardner, entre otros, fue uno de los fundadores del Comité para la Investigación Científica de los Hechos Paranormales (CSICOP), organización a la que apoyó siempre que se le necesitaba, según me confesó Paul Kurtz, el presidente del CSICOP, hace un par de años.

Si se hicieron en vida dos críticas a Sagan, éstas eran que simplificaba la ciencia en demasía y que todo lo que flotaba alrededor de él era negocio. Respecto a lo primero, ahora que tras su muerte todo el mundo alaba su trabajo en *Cosmos*, no está de más recordar que, en su época, algunos censuraron su manera de divulgar, que consideraban simplista en exceso. Sagan, por fortuna, nunca hizo caso a sus críticos y siguió acercando la ciencia a la población en general, consciente de que sólo una ciudadanía informada podía apoyar la investigación científica y orgulloso de su papel de intermediario.

Si simplificar algo para que la gente lo entienda no es malo, tampoco lo es ganar dinero con la divulgación. Sagan lo ganó y controlaba la publicación de sus artículos en otros países hasta el extremo de exigir ver antes las maquetas. Pero hacía excepciones. Así, por ejemplo, su militancia escéptica se anteponía al negocio no sólo cuando se trataba de apoyar el trabajo del CSICOP, sino también cuando se le pedía ayuda desde fuera de Estados Unidos. A mediados de los años 80, tuve oportunidad de comprobarlo. Pedí, sin mucha fe, el permiso para publicar, en la revista de los escépticos españoles, el artículo de Sagan que aparece en este número de *Astronomía Digital*. La respuesta del divulgador no se hizo esperar: nos autorizó, a cambio de recibir una copia de la revista para su archivo. Ése fue el Sagan que, además del de la televisión y los libros, conocí indirectamente, un hombre comprometido con sus principios que podía pedir el dinero que quisiera por sus trabajos, pero que, llegado el momento, no dudaba en respaldar iniciativas con las que no iba a ganar nada. Ω

Luis Alfonso Gámez
vader@ctv.es

<http://ovnis.arp-sapc.org>
Periodista científico, El Correo Vasco



Comprendiendo el Sol

María Fernanda Nieva y Olga I. Pintado | Departamento de Física, Universidad Nacional de Tucumán (Argentina)

En el siguiente artículo se describe la estructura interna y externa del Sol, haciéndose un análisis de los procesos más importantes que ocurren en cada región. También se analizan las perturbaciones características de la superficie solar.

Introducción.

A medida que la Astrofísica fue desarrollándose, se descubrió que el Sol es una estrella con características similares a las muchas otras observadas en el firmamento. De esta manera, se comprendió el gran interés que adquieren las investigaciones en Física solar relacionadas con el estudio del Universo y su evolución.

Su importancia en el marco de la Astronomía radica en que, al ser la estrella más cercana, nos brinda mucha información a través de la observación de fenómenos que no son observables en otras estrellas, como la estructura de la superficie, las manchas, etc. El Sol es la única estrella cuya superficie puede verse.

Otro motivo de estudio del Sol es la gran influencia que él ejerce sobre nuestro planeta por ser la fuente principal de energía. Su presencia es vital para el desarrollo de la vida y cualquier cambio que se produzca en él afecta a la Tierra en diferentes maneras. Las interacciones entre el

Sol y la Tierra se manifiestan con variaciones en el campo magnético terrestre debido al viento solar, perturbaciones en la atmósfera producidas por efecto de radiación solar, cambio en la concentración de Ozono por radiación ultravioleta solar, etc.

El Sol es una estrella típica de secuencia principal. Consiste en un cuerpo fluido que contiene el 99% de la masa del sistema solar. Su masa tiene un valor intermedio entre los valores extremos de las estrellas. Permanece en una situación estable manteniendo su tamaño debido al balance entre la presión de radiación y la fuerza de gravedad. Cada capa está en equilibrio hidrostático. Además irradia al espacio la misma cantidad de energía que produce en el núcleo, es decir, mantiene la condición de equilibrio térmico.

Estructura solar.

El Sol puede dividirse en dos regiones marcadas: una

región interna y una externa.

En la región interna se producen fenómenos que no podemos observar pero que influyen en los procesos que ocurren en la zona externa y que son los que podemos medir. Esta se divide en tres capas adyacentes con características diferentes determinadas por la temperatura de las mismas. La parte más interna es el núcleo, que es el responsable de la producción de la energía solar, luego una zona radiativa, donde la radiación sufre distintos procesos que hacen disminuir su energía, y una zona convectiva, en la que la temperatura es menor que en las anteriores y los fenómenos más importantes se deben a movimientos de masas de gases calientes.

La región externa también está constituida por tres capas adyacentes por encima de la región interna y se la considera como la atmósfera solar. La primera capa se denomina fotosfera, formada por un gran número de gránulos brillantes y estructuras supergranulares que dan evidencia de los movimientos de la zona de convección. Por encima de ella se ubica la cromosfera, que es una capa menos densa, de unos miles de kilómetros de espesor y cuya temperatura aumenta con la altura. Luego se extiende la corona, que es una capa aún más rarefada, abarca una distancia de varios radios solares y tiene una temperatura muy elevada.

Estructura interna.

Núcleo.

El núcleo se extiende hasta $0,25 R_{\odot}$ (radio solar). En esta región es donde se produce el 99% de la energía y la misma es debida a procesos de fusión termonuclear. En este proceso el hidrógeno se transforma en helio y se emite energía en forma de radiación gamma.

El proceso principal de producción de energía se denomina cadena protón-protón, característico de estrellas poco masivas. Los pasos de este proceso son los siguientes:

Desde que el sol se formó menos de un 0,1% de su masa se convirtió en energía y el 5% del Hidrógeno en Helio.

Zona radiativa.

A medida que la radiación alcanza la superficie del Sol, ésta es absorbida, dispersada y emitida por los átomos. Parte de la energía se disipa debido a estas interacciones y los rayos gamma se transforman en radiación de mayor longitud de onda, como los rayos X, radiación ultravioleta, etc. Esto se produce en una región que se extiende desde unos $0,25 R_{\odot}$ hasta $0,86 R_{\odot}$.

Zona convectiva.

Más allá de $0,86 R_{\odot}$, en la zona convectiva, la menor temperatura permite que los electrones sean capturados por átomos de H para formar iones negativos de hidrógeno

y también de otros elementos más pesados. Estos iones son muy eficaces para absorber fotones y aumentan de manera considerable la opacidad de la región, evitando de ese modo la propagación de la radiación en altas frecuencias.

En la zona convectiva, grandes masas de gas caliente son transportadas hacia la fotosfera por medio de corrientes turbulentas.

Estructura externa.

Fotosfera.

La fotosfera es la capa desde la que se emite la mayor parte de la luz visible del Sol. Por esa razón es que representa lo que usualmente se conoce como superficie solar. Esto es consecuencia de los procesos de absorción y emisión que se producen en capas inferiores a ella, ya que la radiación original de los procesos nucleares es mucho más energética. Su espesor es de unos 300 a 500 km y su densidad aumenta hacia el centro, incrementando de esa manera la opacidad. La temperatura en su límite inferior es de unos 8000 K y en el superior de unos 4500 K.

Es apreciable el hecho de que el disco solar sea más brillante en su centro que en los bordes (oscurecimiento hacia el limbo). Cuando miramos hacia el centro del disco solar, la radiación observada proviene de capas internas de la fotosfera y a medida que nos acercamos al limbo, la penetración de las capas va disminuyendo (Figura 3). Por lo tanto, en los extremos sólo pueden verse las capas más altas y más frías, por eso se ven más oscuras. Esto ocurre en el visible.

En capas más externas hay una inversión de la temperatura y ésta aumenta con la altura. En estas regiones se produce radiación en frecuencias de rayos X, ultravioleta y radio. Al observar el sol en estas frecuencias, hay un abrillantamiento hacia el limbo.

La fotosfera provee evidencia de una zona de convección turbulenta bajo la superficie visible (ver figura 1). Por encima de la zona radiativa hay corrientes convectivas que transportan burbujas de gases calientes hacia la fotosfera. Al alcanzar la superficie, esta agitación térmica produce una estructura granular uniforme.

La fotosfera está compuesta por una masa de gránulos brillantes en movimiento cuyo tiempo de vida es de 5 a 15 minutos mientras irradian energía, se enfrían y vuelven a la zona convectiva subyacente. El tamaño típico de los mismos es de unos 700 a 1000 km y su velocidad de ascenso está entre 0,5 y 2 km/s, pasando luego a desparramarse por la superficie a una velocidad horizontal de 0,25 km/s. El gas más frío desciende por los espacios intergranulares.

A una escala mayor hay estructuras supergranulares con extensiones de 30 000 km y que contienen cientos de gránulos individuales. Su tiempo de vida es de 12 a 24 horas.

En los bordes de estas formaciones el campo magnético solar es más intenso, y dando lugar al entramado cromosférico que ocurre en la capa siguiente de la fotosfera.

Los fenómenos que manifiestan actividad de manera más marcada son las manchas solares. Asociadas a ellas están las fáculas, que son zonas luminosas más brillantes que el promedio y que aparecen en la vecindad de las manchas antes de que éstas se formen y se mantienen varias semanas después de su desaparición.

Cromosfera.

Por encima de la fotosfera existe una capa de 500 a unos pocos miles de kilómetros de espesor, en la que se produce una inversión de la temperatura desde 4500 K a 6000 K y se denomina cromosfera. Está compuesta por gases ionizados.

En las zonas más externas de ella hay una región de transición de unos miles de km hasta llegar a la corona. La temperatura alcanza un valor de 10^6 K en la porción más exterior de esta región.

El espectro visible de la cromosfera está compuesto por un continuo muy débil y un gran número de líneas de emisión brillantes superpuestas a él. Es débil porque el gas cromosférico es muy transparente a la mayoría de las longitudes de onda del visible, y al ser poco absorbente, es también poco emisor.

Durante un eclipse total de Sol la cromosfera se puede observar por unos segundos en los extremos de la fase total mientras la fotosfera está completamente oculta. En el momento del eclipse total se observan unas 3500 líneas de emisión bien identificadas de H, He y algunos metales. Una de las líneas de emisión cromosféricas más importantes es la línea H_α de la serie de Balmer del Hidrógeno (6563 Å). En un espectro solar normal, ésta corresponde a una línea de absorción intensa, pero si se toma una imagen en esa longitud de onda estamos obteniendo una imagen de la cromosfera.

La porción superior de la cromosfera se caracteriza por tener una estructura muy variable a escala local y a gran escala. Usando luz monocromática se ve que está formada por un gran número de salientes denominadas espículas, de unos 1000 km de espesor. Éstas tienen movimientos ascendentes y descendentes desde 6000 a 10 000 km a una velocidad de 30 km/s en períodos de 10 minutos, y siguen las direcciones de los campos magnéticos locales. Su temperatura oscila entre los 10 000 y 20 000 K.

Hay teorías que sostienen que la energía almacenada en el campo magnético local es la responsable del lanzamiento hacia arriba de la materia que conforman las espículas.

La cromosfera muestra una estructura a gran escala llamada entramado cromosférico. Las unidades que lo constituyen coinciden en posición con los supergránulos de la fotosfera y sus bordes están determinados por el campo magnético más intenso situado en el perímetro de las células supergranulares (1000 a 2000 G). Es decir que el comportamiento del plasma de baja densidad de la cromosfera está gobernado por el campo magnético subyacente.

Observándolo en luz monocromática, el entramado toma la forma de una estructura con una emisión brillante. Esto se ve a una altura mayor a los 10 000 km, más arriba las espículas se disipan, disolviendo la estructura.

En las regiones polares se ponen de manifiesto casquetes más oscuros que coinciden con los agujeros coronales. En esas regiones se encuentran macroespículas, que contienen materia cromosférica a una temperatura de 50 000 K y llegan a alturas de más de 40 000 km, con un tiempo de vida medio de 40 a 50 minutos.

También se ven en luz monocromática unos filamentos de gas de corta duración (10 a 20 minutos), con movimientos horizontales, llamados fibrillas. Tienen una longitud de 10000 km y un espesor de 1000 a 2000 km. Su estructura se rige por la influencia del campo magnético local.

La cromosfera presenta variados fenómenos, como fulguraciones, protuberancias, filamentos y playas, que se describirán más adelante, porque están relacionadas con la actividad solar.

Corona.

La corona es la atmósfera exterior del Sol. A pesar de su elevada temperatura, su emisión es muy pobre debido a la baja densidad que presenta. El brillo va disminuyendo a mayores distancias respecto de la superficie. Su tamaño es de unos cuantos radios solares.

Durante un eclipse total de Sol puede observársela, y se muestra como un tenue halo que rodea al disco solar.

La forma de la corona varía de manera notable, dependiendo de la actividad solar (cuya descripción se verá más adelante): si la actividad presenta un mínimo, su forma es simétrica alrededor del disco, y si pasa por un máximo, la asimetría que muestra es pronunciada.

Para hacer este tipo de estudio se utiliza un dispositivo llamado coronógrafo, en el que se oculta la región del disco produciendo un eclipse artificial.

A fines del siglo XIX se descubrió un elemento en la corona que todavía no se había encontrado en La Tierra: el helio. Además se encontró una serie de elementos altamente ionizados observando ciertas líneas de emisión que provenían de la corona (por ej., Fe XIV). Este fenómeno nos da un indicio de la alta temperatura que tiene esa región externa de la atmósfera (alrededor de 10^6 K). Para mantener estas temperaturas se necesita una fuente continua de energía. Las primeras explicaciones tentativas respecto a este fenómeno afirmaban que la energía provenía de ondas de choque acústicas o magnetohidrodinámicas generadas en la superficie solar por la convección. Las nuevas hipótesis apuntan al calentamiento por corrientes eléctricas inducidas debidas a la variación de los campos magnéticos.

A causa de su altísima temperatura, el gas coronal es un intenso emisor de rayos X, y observando en esas longitudes de onda, se pueden ver las concentraciones y estructura de la corona en todo el disco solar.

Usando esta característica se pueden apreciar en ella tres tipos principales de regiones:

- Regiones activas y puntos coronales brillantes, que emiten fuertemente en rayos X y están asociadas a bucles cerrados de campos magnéticos.
- Regiones no perturbada, de menor intensidad en rayos X y con un campo magnético débil, que a gran escala parece ser cerrado.
- Agujeros coronales, que delimitan regiones de campo magnético débil cuyas líneas de fuerza no se curvan uniendo zonas de polaridad opuesta (están abiertas).

Los agujeros coronales se muestran como manchas oscuras en las imágenes de rayos X y ultravioletas y pueden cubrir una gran porción del disco visible. Están presentes en los casquetes polares y de ellos emergen las plumas polares, que tienen su origen en los puntos brillantes.

Hay una fuerte tendencia actual a pensar que el campo magnético constituye el elemento básico de la corona, y que sin él ésta no existiría, ya que este campo afecta a todas las estructuras coronales.

Encima de las regiones activas de la fotosfera se encuentran largas extensiones de la corona que pueden tener forma de abanico, que son extensiones situadas por encima de las protuberancias, y en forma de rayos, que son más angostas. Estas estructuras siguen la geometría del campo magnético local.

Las mayores extensiones coronales ocurren por encima de las manchas solares, y se observó que llegan a distancias muy grandes (hasta $20 R_{\odot}$).

Otras estructuras observadas en la corona son los transitorios coronales, que tienen forma de gigantescos bucles de materia lanzados hacia el espacio interplanetario. Estos se desencadenan por fulguraciones con eyección de masa o por protuberancias eruptivas y viajan a velocidades entre 200 y 900 km/s. Los transitorios coronales son los procesos impulsivos a mayor escala observados hasta ahora.

El gas presente en la corona es poco denso y no almacena mucha cantidad de energía a pesar de su alta temperatura. Éste está siendo arrojado periódicamente hacia el espacio y lleva consigo un importante flujo de partículas, que se conoce como viento solar. El gas perdido de esta manera se reemplaza por una nueva masa gaseosa proveniente de la cromosfera.

Actividad Solar.

A continuación se describen de modo más detallado las manifestaciones de actividad solar que se destacan, como ser las manchas solares, fulguraciones, protuberancias, filamentos, playas, y viento solar.

Manchas Solares.

Las manchas solares son la mejor evidencia de actividad en el Sol. Consisten en una región central oscura llamada umbra, y una zona más clara denominada penumbra. La penumbra tiene un diámetro promedio de

2,5 veces el de la umbra, y su área total constituye el 80% de la mancha. La penumbra tiene una estructura de filamentos claros y oscuros con disposición radial desde la umbra. Ambas se muestran más oscuras que la fotosfera porque su temperatura es menor a la de ella: unos 4000 K para la umbra, 5600 K para la penumbra y 6000 K para la fotosfera, aproximadamente.

Se percibe un constante movimiento de gas que fluye desde la umbra y a través de la penumbra en forma radial, se eleva, y luego vuelve siguiendo una curva hacia la umbra.

La forma de las manchas puede abarcar desde pequeños poros de 1000 km de diámetro, hasta complejas estructuras que pueden extenderse hasta unos 100 000 km.

Debido a que las manchas tienen grandes campos magnéticos, éstas aparecen generalmente de a pares con polaridad opuesta, o en grupos, más que de manera individual. Para las dobles, se distinguen las *p* (*preceding*) y las *f* (*following*). Las manchas *p* y *f* tienen polaridades opuestas, al igual que las que se encuentran separadas por el ecuador. Las regiones de polaridad opuesta están separadas por una línea neutra, donde la componente vertical del campo tiene valor cero, y es allí donde se encuentran los filamentos oscuros absorbentes.

El campo magnético vertical en la umbra es de unos 2000 a 4000 G, es decir, 10 000 veces más intenso que el campo geomagnético.

Las partículas cargadas que componen la materia solar tienden a moverse a lo largo de las líneas de campo magnético, ya que en ellas no experimentan resistencia. La elevada conductividad eléctrica, debido a la gran ionización, provoca que la materia y el campo magnético del Sol estén acoplados, por eso se dice que el campo está “congelado” en la materia. Este es un resultado muy importante, ya que nos muestra que, si la energía del campo es dominante, el flujo de materia sigue la forma del campo magnético local, y si la energía cinética de la materia es mayor que la magnética, las líneas de campo se deformarán siguiendo el movimiento de la materia.

El número de manchas visibles en el disco solar varían periódicamente: en el máximo de actividad solar llegan a verse más de 100, y en el mínimo pueden pasar varias semanas sin que se vea ninguna. Durante los últimos 50 años el período promedio entre máximos ha sido de 10,4 años.

Fulguraciones.

Son descargas espontáneas y violentas de energía que ocurren en las vecindades de las regiones activas. Alcanzan su brillo máximo en apenas unos minutos y demoran hasta 10 minutos en bajar la luminosidad.

Emiten partículas atómicas y radiación en todo el rango del espectro electromagnético, pero se las observa normalmente en luz monocromática (por ejemplo $H\alpha$ y K del calcio).

En $H\alpha$ una fulguración se ve inicialmente como algunos puntos brillantes y compactos dentro de una playa y la región de emisión más intensa se extiende rápidamente

desde 1000 km hasta 10 000 km. La emisión $H\alpha$ se produce en una fina línea en la región de transición entre la cromosfera y la corona, a partir de los 5000 km sobre la fotosfera.

El número de fulguraciones que ocurren está muy relacionado con el ciclo solar (y con el número de manchas solares). En un máximo se encuentran 6 fulguraciones al día y en un mínimo pueden pasar varios días sin percibir ninguna.

Se acepta que la fuente primaria de energía es la energía magnética almacenada. El estudio de las fulguraciones es de máximo interés debido a la emisión de rayos X, ultravioletas y partículas que tienen influencia directa sobre la Tierra. Una comprensión del mecanismo de las fulguraciones proporcionarían claves importantes para la búsqueda de energía a partir de la fusión termonuclear controlada por confinamiento magnético en la Tierra como búsqueda de una fuente eficaz de energía.

Protuberancias.

Son fenómenos que se observan en el limbo del Sol como nubes flameantes en la alta cromosfera y en la corona inferior. Son nubes de materia a temperatura inferior y densidad más alta que la de su alrededor (10 000 a 30 000 K: cien veces menor que la temperatura coronal y la densidad 100 veces la de la corona).

En longitudes de onda como ultravioleta o rayos X, se ven como manchas oscuras porque la emisión de la materia coronal es mucho mayor.

Los filamentos son del mismo tipo que las protuberancias, y se los distingue por la manera en que se los ve: absorción o emisión.

Las protuberancias se distinguen entre quiescentes y activas.

- Protuberancias quiescentes.

Consisten en uno de los fenómenos solares más estables y de mayor duración. Son capaces de mantener su forma general y su estructura durante períodos desde unos meses hasta un año sin destruirse y a veces lo hacen con una erupción violenta y se dispersan en el espacio.

Tienen una longitud de 200 000 km, una altura de 40 000 km y un espesor que va desde los 5000 a los 8000 km. Su forma es de hojas largas, finas y verticales.

Tienen lugar a lo largo de la línea neutra que separa regiones de polaridad opuesta en un grupo de manchas solares. A lo largo de ellas las líneas de campo son paralelas a la superficie solar.

Los filamentos de las regiones activas están muy relacionados con este tipo de protuberancias ya que se forman en los mismos tipos de lugares y también duran mucho tiempo. Sin embargo, su flujo de materia tiene dirección longitudinal, y en las protuberancias predomina el flujo vertical.

- Protuberancias activas.

Su tamaño es de 60 000 km aproximadamente. Están relacionadas con grupos de manchas solares y tienen forma de arcos o bucles.

En la zona inferior de la corona se encuentran condensaciones coronales en forma de arco, que siguen la forma de bucles o arcos cerrados del campo magnético entre regiones de polaridad opuesta dentro de las regiones activas, o arcos mayores que conectan zonas de polaridad opuestas más separadas. El plasma en esa región se mueve a lo largo de las líneas de fuerza, y su densidad es de 5 a 10 veces la densidad media de la corona.

Las protuberancias de arco conectan regiones de polaridad opuesta cruzando la línea neutra, a diferencia de las anteriores. Su existencia depende de que el flujo de materia hacia la cromosfera y de energía magnética no se agoten.

Filamentos.

Son tubos y bucles de materia relativamente concentrada a temperaturas cromosféricas por encima de los grupos de manchas y pueden llegar a más de 100 000 km de longitud. Se forman a lo largo de la línea neutra que divide la polaridad opuesta entre dos grupos de manchas.

Sobre el fondo brillante del disco solar, absorben la luz, y vistos en el limbo son unas 100 veces más brillantes que el fondo de la corona y se ven en emisión, entonces se conocen como protuberancias.

Puede crecer unos 10 000 km a lo largo de una rotación solar y llegar a estirarse hasta 1 000 000 km.

Después de desaparecer las manchas los filamentos se corren hacia los polos y sobreviven más tiempo que las mismas.

Playas.

Son áreas de brillo más intenso visibles en varias líneas monocromáticas y se destacan sobre el fondo de la cromosfera. Su posición coincide aproximadamente con la de las fáculas fotosféricas, por eso se las llama fáculas cromosféricas.

Se cree que su brillo se debe al incremento del flujo de energía en la atmósfera solar que es transportada por la acción del campo magnético concentrado. También se supone que la fuente principal de calentamiento de la atmósfera solar es la deposición de energía por medios mecánicos, por eso el proceso que se encarga de aumentar la temperatura de las playas es el entramado cromosférico.

Los campos magnéticos en las playas son de 100 a 200 G, y eso permite el incremento de deposición de energía en ellas y en la corona encima de ellas, al contrario de lo que ocurre con las umbras de las manchas.

Viento solar.

Está constituido por un número casi igual de protones y de electrones junto con una pequeña cantidad de iones y núcleos, entre los que se encuentran las partículas alfa. Estos provienen de materia que abandona la corona y es reemplazada desde la cromosfera.

El viento solar tiene velocidades que van desde 200 a 900 km/s y las partículas tardan 4 ó 5 días en alcanzar la Tierra.

La densidad de partículas a una distancia media entre el Sol y la Tierra es de $5 \times 10^6/m^3$. La densidad de viento solar que se mide cerca de La Tierra es de 5 a 10 partículas/ cm^3 , con una velocidad de 500 km/s aproximadamente. Cerca de la Tierra la temperatura del plasma que compone al viento es de 10^5 K. La mayor parte del viento solar fluye a partir de los agujeros coronales. Ω

Referencias

- [1] Abbetti, G. (1962), El Sol, EUDEBA, Buenos Aires.
- [2] Engelbrekton, S. (1994), *Astronomy*, Wm.C.Brown Publisher.
- [3] Karttunen, H.; P.Kroeger; H.Oja; M.Poutanen & K.J.Donner (Eds) (1994) *Fundamental Astronomy*, Springer Verlag, Berlin.
- [4] Nicolson, I. (1986), El Sol, Hermann Blume Progen-sa, Madrid.

María Fernanda Nieva y Olga I.Pintado
opintado@tucbbs.com.ar
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán
Argentina



Un primer intento de cámara Schmidt para CCD

José Antonio Soldevilla |

A partir de un objetivo Maksutov de 500 mm f:5,6 con una colimación defectuosa, vi la posibilidad de experimentar la construcción de una pequeña cámara Schmidt. El diámetro óptico del menisco es de unos 85 mm, y la zona que tapa el secundario de 50 mm, justo lo que tienen de diámetro las cámaras CCD MX516 y similares. Yo lo probé con una MX916 de unos amigos -aunque uno sea el importador, no puedes tener un cacharrito de cada cosa que importas o representas, ¡vaya ruina!- que tiene casi 65 mm de diámetro, con lo que el área útil es una ridiculez. Pero como siempre, si las pruebas se hacen en la más absoluta precariedad, luego cualquier cambio representa una mejora.

A partir de un objetivo Maksutov con una colimación defectuosa, vi la posibilidad de experimentar la construcción de una pequeña cámara Schmidt

El primer paso consistió en desmontar el secundario y sustituirlo por una improvisada pieza de aluminio que permitiera enchufar la cámara CCD a través del acoplador de 1,25".

Los más avisados habrán sospechado que usar este acoplamiento producirá un viñeteado importante, y así es, pero también permite el *enfocar a lo bruto* desplazando

la cámara dentro y fuera de su alojamiento de portaocular. Y así puedo medir cuál ha de ser la distancia que debe tener la pieza definitiva torneada con roscas de acoplamiento tanto a la CCD como al objetivo. Así que siendo consciente de toda esa precariedad, coloqué el objetivo-CCD encima de un trípode fotográfico, peladito, sin seguimiento, apunté a una zona de Casiopea a voleo,



Figura 1: Imagen positiva de la espada de Orión con sólo 1 minuto de exposición.

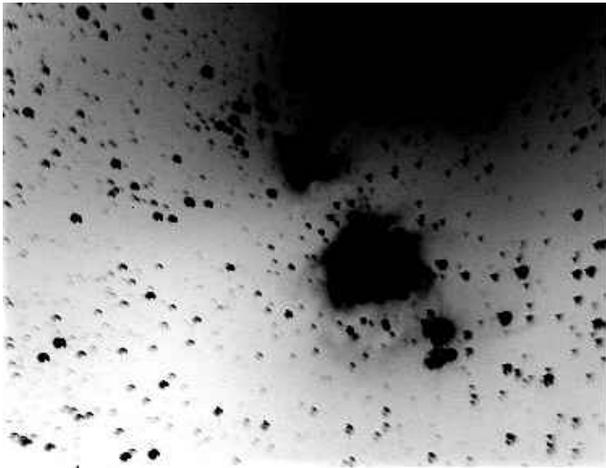


Figura 2: Imagen negativa de la espada de Orión con 10 m de exposición. Nótese que la zona *buena* de exposición corresponde a la esquina quemada, y que a pesar de eso, se ven los bucles que envuelven M42.

y tras algunos tanteos para medio encontrar el punto de enfoque, di una exposición de 15 segundos para empezar y, ¡caramba! Un montón de viñeteado... pero un montón de estrellas.

El aparato parece tener un poco de coma, pero como no puedo enfocar con precisión, no sé hasta qué punto es importante. A pesar del buen cielo que tengo desde mi observatorio, y de la pequeña área útil del objetivo, un minuto de exposición ya empieza a mostrar el fondo de cielo claramente.

La noche siguiente intento ver el campo que ofrece este juguete: hoy sí saco mi vieja y querida Superpolaris, la apunto someramente al Polo y le monto encima el inventillo. Vuelvo a retocar la posición de la cámara -que se ha movido- y vuelvo a enfocar. Hoy aún me ha quedado más descentrado, y ya no es que tenga viñetado, es que el disco de plena iluminación queda fuera del campo. Bueno, como lo que quiero es ver el campo cubierto, mientras me

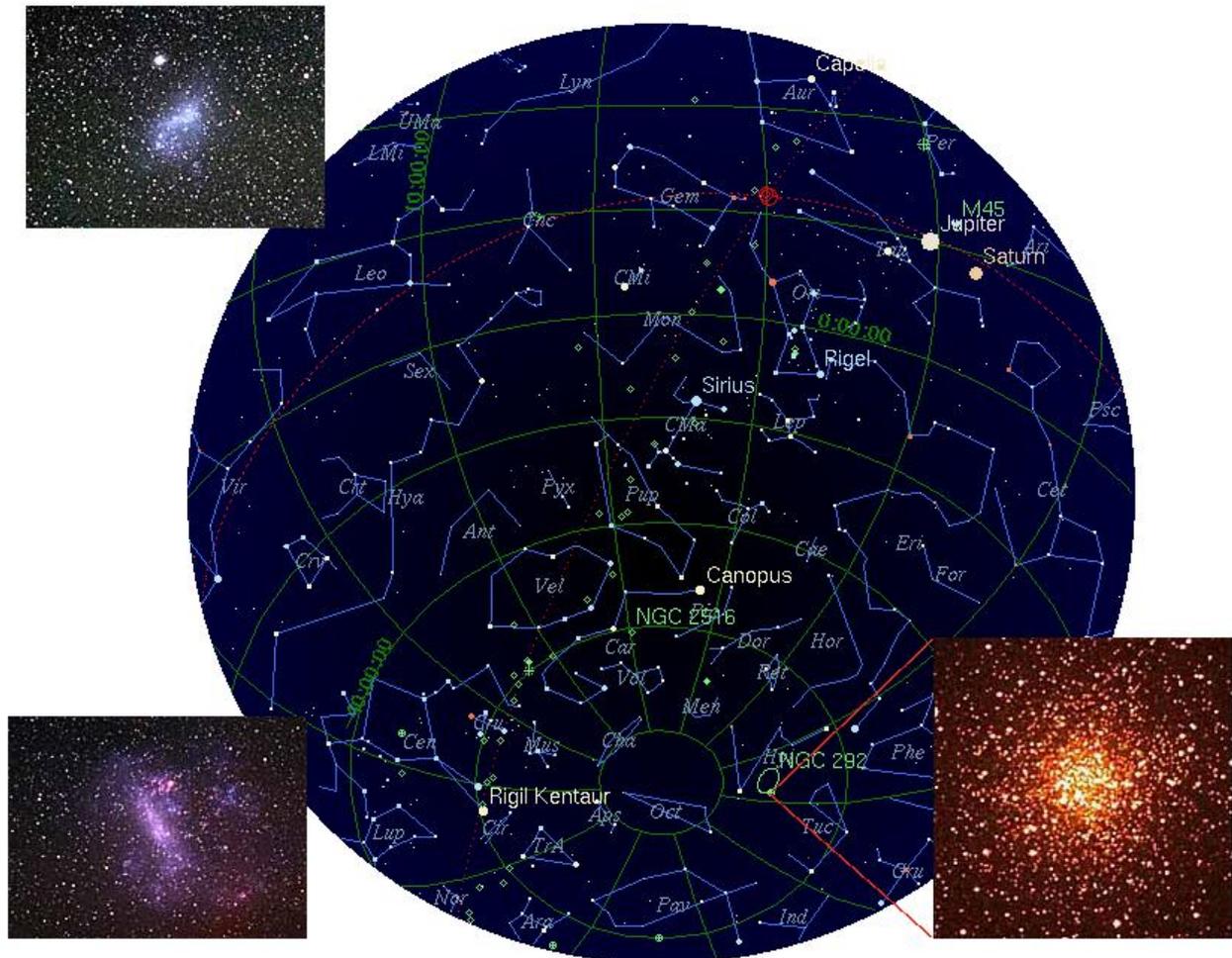
salgan algunas estrellas conocidas que permitan hacerme una idea, me basta.

Apunto a M42 (¿dónde, si no?) y empiezo con una exposición de 15 segundos. Aparece en la esquina superior derecha de la imagen, cerca de la zona de plena iluminación. ¡Y ahí está no sólo M42, sino todo el cinturón, incluyendo M43! Luego intento recentrar la imagen en el chip, y al hacerlo me alejo rápidamente de la zona sin viñeteado, con lo que no me sirve para calibrar exposiciones, sólo el campo. Bueno, eso ha estado bien. Ahora tocará, cuando tenga un hueco, la construcción definitiva y llegado el caso, añadir una lente correctora. Ya se verá. Ω

José Antonio Soldevilla
Editor asociado, Astronomía Digital
telescop@arrakis.es
<http://www.arrakis.es/~telescop>
Cataluña, España



Figura 3: Cámara Schmidt, creada a partir de un Maksutov por el autor del artículo.



Cielo de verano en el Hemisferio Sur

Silvia Díez Smith | Qué podemos observar

Se suele escuchar con frecuencia que, en nuestro hemisferio, los mejores cielos para observar son los invernales por la riqueza de los objetos que se encuentran a la vista. Sin embargo, nos encontramos con la crudeza de los fríos días por estas latitudes, que muchas veces frustran nuestras salidas por mejor voluntad que se ponga. Los cielos de verano son igualmente maravillosos, llenos de inquietantes y fascinantes objetos a la vista, que van cambiando como si realmente de un teatro se tratara. Algunos se irán, desapareciendo hasta la próxima temporada, y otros llegarán para renovar nuestro interés en ellos.

Agreguemos a esto los planetas que más atraen nuestra atención: Saturno y Júpiter, ya visibles por estos días a buena altura, después de las 22 h observando hacia el noreste.

Júpiter nos ofrece desde la Gran Mancha Roja para hacer su seguimiento, hasta sus satélites galileanos, para

aquéllos que gustan de esta actividad. La sola contemplación de sus bandas ya es una delicia. Con binoculares no podremos apreciar sus bandas, pero sí sus cuatro satélites galileanos.

Saturno es un planeta que fascina a cualquiera que lo observe por primera vez

Saturno, el planeta que fascina a cualquiera que lo observe por primera vez, con un telescopio reflector de 15 cm se ve estupendo. Con mayores, ni que hablar. No lo verán *inmensos*; pequeño, casi como una figurita de manual de escuela.

Marte, para los madrugadores o trasnochadores, a poca altura observando hacia el horizonte este-noreste. Nos ofrece pocos detalles, y suele decepcionar al novato. Quien

agudiza la vista y posee un telescopio mediano, puede observar los polos o algún detalle.

Mercurio, por estos días rondando el horizonte este, difícil ver por su baja altura.

Venus, después de la puesta del Sol, observando hacia el oeste, y por largo rato a muy buena altura. Podemos observar sus fases.

Neptuno y Urano, estos dos puntitos verdosos. Siempre nos empeñamos en buscarlos... Se pueden encontrar en Capricornio durante muy buena parte de la noche. Con poco o mucho instrumental, para todos los gustos

Desde los más modestos binoculares, ya tenemos para deslumbrarnos con la observación.

Los primeros que tuve fueron unos Sotem de 7x35, modestos, pero fascinantes. Pude deleitarme con ellos durante muchos años, observando cúmulos, nebulosas, multitud de estrellas que no veía a simple vista, etc. Claro que no se observan grandes detalles, pero para mí, fue el paraíso.

Los más adecuados: unos buenos 7x50 nos dejarán totalmente satisfechos; unos 9x63 nos dejarán boquiabiertos.

Por estos meses, tenemos una buena variedad de objetos Messier a la vista

Con telescopios pequeños, medianos o grandes, todo irá bien. Para objetos como los Messier, lo recomendable es usar oculares de poco aumento y gran campo.

Por estos meses, tenemos una buena variedad de objetos Messier a la vista. Entre los más conocidos: Las Pléyades (M45); la Gran Nebulosa de Orión (M42) conjuntamente con su satélite M43; el Pesebre (M44) en Cáncer; variedad de galaxias en Virgo y Coma Berenice, etc.

Observando hacia el Sur, las fascinantes Nubes de Magallanes nos ofrecen sus maravillas.

Comencemos por la Gran Nube de Magallanes, esta galaxia irregular con aspecto verdaderamente de nube a simple vista. Debemos ser realistas: la contaminación atmosférica de las grandes ciudades nos obliga a retirarnos hacia las afueras para poder apreciarlas en toda su magnitud, tanto a la mayor como a la menor. Encontramos la Gran Nube en la constelación del Dorado. Cubre unos 12° del cielo. Se encuentra a una distancia de 160.000 años luz y tiene una magnitud de 0,9. En esta galaxia se encuentra una nebulosa gaseosa gigante llamada 30 Doradus, más conocida como Tarántula. Multitud de cúmulos y nebulosas se apiñan en esta galaxia.

Las observaciones más hermosas de La Gran Nube, así como de la pequeña, tuve oportunidad de hacerla desde locaciones alejadas de los centros urbanos, aprovechando los largos viajes a Mendoza o a la Patagonia. En esos cielos claros y limpios, lejos de cualquier tipo de contaminación, se admiran al punto de la emoción a simple vista. Se puede ver de un color perlado brillante. Con binoculares, son extraordinarias. Dejo el lujo de los mil detalles para quien se vea tentado a observarla detenidamente.

La Pequeña Nube de Magallanes es otra galaxia irregular. Se encuentra en la constelación de Tucán, cubre un área de unos 8°, y presenta una magnitud de 2,3. Se encuentra a una distancia de 190.000 años luz. Esta pequeña galaxia es una de las más cercanas a la nuestra junto a la Gran Nube de Magallanes. Tiene pocas nebulosas y menos polvo que la Gran Nube, aunque tiene una mayor proporción de estrellas. Estos dos objetos son imperdibles, y están a disposición del ojo del observador gran parte del año.

Muy cerca de la Pequeña Nube de Magallanes, encontramos otro objeto imperdible, el cúmulo globular 47 Tucanae (NGC104), que se encuentra en la constelación de Tucán. Tiene una magnitud de 4,0 y es uno de los cúmulos globulares más próximos: su distancia es de unos 20.000 años luz. Es de una belleza muy particular. Su alta concentración de estrellas nos deja fascinados. En belleza, a mi ver, en esta zona del cielo es sólo superado por Omega Centauri. Se encuentra en AR 00 h 24,1 m dec: -72° 05'.

En esta misma zona, muy cerca de 47 Tucanae y de la Pequeña Nube de Magallanes (sobre ésta y a la izquierda de 47 Tuc) tenemos otro cúmulo globular. NGC 362 tiene una magnitud de 6,6. Es también un cúmulo muy compacto, aunque no como 47 Tuc, no tan fácil de ver y, por supuesto, no tan atractivo como aquél. Su ubicación: AR 1 h 03 m 12,0 s dec -70° 51'. Se encuentra a una distancia de 8,7 kiloparsecs.

Si esperamos hasta la medianoche, al levantar más la Vía Láctea en esta zona -observando hacia el horizonte sur- veremos muchos objetos destacados. Entre ellos uno de los más atractivos es NGC 2516. Este cúmulo tiene un gran tamaño. Se observa en detalle con telescopios de campo amplio. Tiene una magnitud de 3,8 y se encuentra a una distancia de 440 parsecs en la constelación de Carina. Está compuesto por estrellas que van de la magnitud 7 a 13, y tiene una antigüedad de 100.000.000 de años. Su tamaño aproximado es de 1° (para comparar, la Luna tiene medio grado).

En esta zona que menciono, busquen después de medianoche, y a quien guste jugar disfrutando de la observación, que haga un barrido de la zona. Se encontrarán con objetos deliciosos y sorprendentes.

Silvia Díez Smith
Editora asociada, Astronomía Digital
astro@cielosur.com
<http://www.cielosur.com>
Argentina



Las huellas de Sagan en Internet

Gabriel Rodríguez Alberich | Una visita a la Red

En honor a Carl Sagan

Lourdes Villareal es la autora de uno de los artículos sobre la vida y obra de Carl Sagan que ha aparecido en números anteriores de *Astronomía Digital*. Y es además responsable de una de las páginas en español más completa sobre Sagan. *En honor a Carl Sagan* es un web repleto de contenido.

En la página dedicada a su biografía, podemos detallar con bastante detalle la vida del divulgador, que “nació el 11 de noviembre de 1934 en el barrio de Beshonhurst, en el corazón de Brooklyn, Nueva York, hijo de inmigrantes provenientes de Europa central”. Lourdes nos cuenta qué tal estudiante fue Sagan, desde la escuela hasta sus tesis universitarias. Desde ahí, se comentan sus andanzas por varios proyectos de exploración planetaria: *Mariner II*, *Mariner 4*, *Pioneer*, etc.

En otro apartado, en *De su vida y obras* está comen-

tada, en orden cronológico, la bibliografía de Carl Sagan. La autora del web, quizás sin ser consciente de la influencia del propio Sagan en sus palabras, introduce sus pensamientos y deducciones en estos párrafos, no limitándose a realizar un mera lista de libros. Sin duda alguna, la lectura de esta bibliografía es amena e invita a la reflexión. Valga de ejemplo que para Lourdes Villareal el hecho de que Sagan sea tan reconocido por el público como gran científico no se debe tanto a que superia explicar las cosas de forma sencilla, sino “más bien esa combinación entre ciencia bien explicada y poesía pura”. La autora nos regala con una de las más divertidas definiciones que se podrán leer sobre Sagan, es la de “estrella *pop* del mundo científico”.

Finalmente, este web encontraremos una recopilación de citas de Sagan, una pequeña página dedicada a la Sociedad Planetaria y sobre todo una completa guía de enla-

ces a lugares relacionados con este científico, incluyendo algunas listas de correo electrónico: ¡para no aburrirse durante semanas!

Sin duda, *En honor de Carl Sagan* es un web indispensable cuando hablamos de Carl Sagan en la red.

Víctor R. Ruiz

Enlaces relacionados:

- En honor de Carl Sagan
<http://members.nbci.com/lourdesv/sagan.htm>

Club Científico Carl Sagan

El Club Científico Carl Sagan se define como “un sitio dedicado a la divulgación científica, en memoria del gran astrofísico Carl Sagan”. Su intención es recoger artículos de divulgación científica que expliquen de forma sencilla las preguntas sobre el origen y destino del universo, en qué dirección puede ir el tiempo, o los límites de la sabiduría humana.

En la página del Club Científico Carl Sagan podemos encontrar varios artículos sobre la búsqueda de inteligencia extraterrestre (SETI), sobre la formación del Universo y sobre la inteligencia artificial.

A parte de estos artículos, el Club Científico Carl Sagan mantiene una lista de correo electrónico donde los interesados “en cualquier tema científico, preferentemente relacionado con la astrofísica” puede plantear sus dudas... o resolverlas. En esta lista “queda terminantemente prohibido hablar de pseudociencia” así que atentos aquellos que van en busca de hechos paranormales.

Desde luego, el Club Científico Carl Sagan está abierto a las colaboraciones en forma de artículos o el envío de imágenes, sonidos y animaciones relacionados con la temática de la página.

Víctor R. Ruiz

Enlaces relacionados:

- Club Científico Carl Sagan
<http://www.ciudadfutura.com/universo>

100cia

Internet, la Red de Redes, es un mar de información. Una persona con acceso a la Red tiene en su mano una cantidad de recursos culturales tan basta, que ya la hubiera querido para si cualquier erudito bibliotecario de la antigua Alejandría. Hace pocos años, una persona no podía estar fácilmente al día en cine iraní, enterarse de los últimos avances en microbiología, conocer los últimos resultados de la liga de balonmano neozelandesa, no tenía acceso a las fotografías que una nave de la NASA acababa de tomar hace unas horas. Internet es un poderoso medio de difusión, en el que la información se propaga por

todo el planeta de manera inmediata. Algunos la consideran una revolución de proporciones superiores a la de la televisión y la radio.

Pero Internet no es unidireccional, como éstas. Internet permite al usuario interactuar, hacerse partícipe de esta orgía cultural, ser escuchado en medio del oleaje.

Un sitio que se aprovecha de esto es SlashDot, el paradigma de las noticias interactivas. SlashDot es una página web de noticias relacionadas con el mundo de la informática, donde lector y redactor se confunden. Su esquema de funcionamiento es simple: las noticias consisten en breves reseñas a otras noticias externas, con enlaces a la fuente original, acompañadas de un foro de comentarios donde los lectores tienen la posibilidad de expresar sus opiniones acerca de los temas que se tocan. Cualquiera puede publicar noticias y comentarios.

Partiendo del éxito que este esquema le ha dado a SlashDot y a su homónimo español BarraPunto, nace 100cia, una página web que ofrece desde el verano comentarios de actualidad científica en castellano, una iniciativa de Alex Dantart.

Con un diseño al más puro estilo weblog, 100cia clasifica sus noticias en quince temas científicos, a saber: física, matemáticas, biología, química, astronomía, informática, geología, aeronáutica, genética, medicina, paleontología, oceanografía, meteorología, ingeniería y arqueología. Al día de hoy, seis editores se encargan de publicar las noticias que aparecen en 100cia, a las que se suman las que pueden enviar los cerca de 400 usuarios que hay registrados.

Como servicio añadido, 100cia envía un correo electrónico cada semana con las últimas noticias aparecidas en la página web a todo el que lo solicite.

Gabriel Rodríguez Alberich
chewie@asef.us.es
Astronomía Digital

Enlaces relacionados:

- 100cia <http://100cia.com>
- BarraPunto <http://www.barrapunto.com>
- SlashDot <http://slashdot.org>

·AstroRED·

ASTRONOMÍA DIGITAL