

ESTADO ACTUAL DE LA ASTRONOMÍA *REFLEXIONES DE UN AFICIONADO*

Discurso leído en el acto de su recepción como
Académico Correspondiente en Lanzarote por

D. César Piret Ceballos

el día 11 de julio de 2008

ESTADO ACTUAL DE LA ASTRONOMÍA
REFLEXIONES DE UN AFICIONADO

Depósito Legal: M-29403-2008

Imprime:
Gráficas Loureiro, S.L.

ESTADO ACTUAL DE LA ASTRONOMÍA ***REFLEXIONES DE UN AFICIONADO***

Discurso leído en el acto de su recepción como
Académico Correspondiente en Lanzarote por
D. César Piret Ceballos
el día 11 de julio de 2008

Yaiza (Lanzarote), Hotel Corbeta

*Para Lola y Ángel,
por permitirme disfrutar
“ahí arriba”.*

Excmo. Señor Presidente,
Señora y Sres. Académicos,
Señoras y Señores:

Es un honor para mí dirigirme a ustedes en este marco entrañable del decimoquinto Encuentro Astronómico de Canarias, un encuentro de Amigos de la Astronomía, que este año celebramos aquí, en la Isla de Lanzarote, bajo los auspicios de la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote y Amigos de la Astronomía de Lanzarote.

Antecedentes

Todo comenzó una lluviosa tarde de 1986. Bien es cierto que las nubes no son amigas de los astrónomos, pero el vivir en Cantabria tenía *ciertos* inconvenientes. Esa tarde, mi padre y yo, nos dirigíamos a una tienda de óptica donde después de dudar entre un par de prismáticos y un catalejo soviético, me compró este último. Era, todavía lo conservo, un catalejo de 20x50 con rosca para trípode que nos permitiría intentar ver ... ¿ya lo saben? Sí, correcto, intentar ver el cometa Halley.

Mi abuelo lo había visto en 1910 y mi padre quería repetir la hazaña. Sin embargo el cometa 1P, éste es su nombre oficial, en su última visita no estaba por la labor de dejarse ver por el norte de España. Recuerdo que había que madrugar mucho (un par de veces nos levantamos a las cinco de la mañana), ir a un lugar oscuro (sí, en aquella época había lugares oscuros) y buscarlo hacia el oeste.

No lo vimos. Aunque estrenábamos catalejo, brújula, planisferio y mucho frío, no conseguimos ver nada. Las pocas veces que conseguí que mi padre madrugara en domingo para intentar verlo fueron infructuosas. La afición astronómica de mi padre terminó ahí, la mía empezaba ...

Pero no sólo el cometa Halley tiene la culpa, había un tipo norteamericano, un tal Carl Sagan, que había hecho unos años antes una serie de TV llamada Cosmos.

No sé si fue la música, su voz, o incluso la voz de doblaje de Jose M^a del Río, la que nos transportaba a otros mundos. Después llegó el libro. La historia de Eratóstenes, los antiguos griegos, los capítulos sobre Newton y Kepler que he releído cientos de veces, la verdad es que era todo apasionante. Probablemente ese fue el inicio real de mi afición.

De ahí a dar charlas sobre el catálogo Messier sólo pasaron más de 20 años ...

En realidad todo estaba relacionado, a fin de cuentas Messier buscaba el cometa Halley para comprobar si la Ley de Gravitación de Newton se cumplía. Yo todavía no lo sabía, pero los objetos Messier y los cometas, tal vez no el 1P que no vi, pero sí otros muchos, iban a ser muy importantes en mi afición.



Catalejo de 1986

Observación visual

Todos hemos mirado alguna vez al cielo, quizá no al mejor cielo del mundo, y siempre que no estuviera nublado hemos visto “estrellitas”.

Hasta hace pocos años la observación visual era lo único que podíamos hacer los aficionados; casi todos hemos empezado observando y casi todos hemos querido ver enormes nebulosas, galaxias distantes, ... aunque, en realidad, lo primero que hemos visto ha sido la Luna. Con ese primer refractor que teníamos, la Luna era el primer objeto al que echábamos un vistazo. Cráteres, montañas y mares se nos venían a los ojos cientos de veces más cerca. Cierto es que este refractor adolecía de defectillos: a la Luna le salía un reborde de color

que nos recordaba que las lentes tienen defectos y en este caso la aberración cromática era uno de ellos.

Por suerte alguien tenía un telescopio tipo Newton que salvaba la situación. Entonces, después de discutir si los refractores o los reflectores eran mejores, aprovechábamos la apertura y la rapidez del Newton para ver esas distantes galaxias o esas espléndidas nebulosas.

Hoy en día la discusión no es ésta, ahora se trata de si Nikon o Canon son mejores para astrofotografía o si las cámaras CCD son muy superiores a las Artemis (marcas punteras en astronomía). Se ve que lo que nos gusta es polemizar. ¿Se imaginan ustedes a Velázquez, Murillo y Zurbarán discutiendo sobre pinceles y no sobre pintura?

En realidad, la mejor observación visual es la que se hace a ojo desnudo, puestas de sol, cometas brillantes, lluvias de estrellas, auroras polares, eclipses, todos ellos fantásticos momentos para levantar la vista al cielo.

Observación telescópica

Pero todos queremos un telescopio, tenemos un poco de *voyeur*, queremos llegar más allá, queremos ver más lejos, y eso lo hace perfectamente un tubo lleno de lentes o espejos, y cuanto más gordo, mejor.

Y claro, con el telescopio, además de la Luna, aparecen los planetas, las fases de Venus, los casquetes polares de Marte, la atmósfera de Júpiter y su preciosa mancha roja, sus satélites, que cambiaron la historia, los anillos de Saturno, y hasta Mercurio. Cuenta la leyenda que Copérnico se arrepintió en su lecho de muerte de no haber visto nunca este pequeño planeta. En realidad lo tenía muy crudo, vivía muy al norte y por la cercanía de Mercurio al Sol era casi imposible verlo.

A mí me costó unos cuantos madrugones, pero un día, después de casi una hora buscándolo, justo cuando iba a dejar de rastrear el cielo con los prismáticos, ahí, donde creía llevar mirando una hora, apareció. No era más que un puntito blanco, pero al fin lo vi. En poco tiempo se pudo ver por la tarde, y entonces el “GO-TO”¹ del telescopio tardó *ligeramente* menos tiempo que yo en localizarlo.

¹ El GO-TO es el sistema computerizado de localización de objetos celestes de los telescopios modernos.

Algo interesante de los planetas interiores son los tránsitos. Estas ocasiones constituyen las pocas veces que los astrónomos no tenemos que trasnochar, y permiten disfrutar de unas horas de astronomía diurna.

Para mí, el tránsito de Venus del 8 de junio de 2004 fue el comienzo, no de esta afición, sino del contacto con otros aficionados. Ese día, subí con mi familia a lo alto de la Isla de Tenerife, donde el GOAT (Grupo de Observadores Astronómicos de Tenerife) estaba montando un despliegue impresionante de telescopios para observarlo. Allí conocí a Miguel Ángel Pérez, a David Hernández y a José Ángel Estévez, y no sigo para que no se me olvide nadie. Desde ese día hasta hoy, puedo decir que tengo un montón de amigos en otras islas.

Sin embargo, Venus en sí, nunca me ha parecido interesante; es una luna en chiquitito, se ven sus fases y nada más. Obviamente, los aficionados carecemos de un radar para penetrar sus nubes.

Pero la Luna con el telescopio se engrandece, el monótono círculo gris que vemos a simple vista, se transforma en un mundo agitado y lapidado sin piedad. Ver las cicatrices de esa lapidación pone los pelos de punta. A veces he pensado en cómo quedaría Lanzarote si un buen meteorito nos hiciera un cráter como los que vemos a montones en nuestro satélite. En fin, poco quedaría de nuestra querida isla.

Aunque cuando en 2003 Marte tuvo su máximo acercamiento a la Tierra yo no tenía telescopio, recuerdo el fulgor rojizo que se veía desde la contaminada Arrecife aquella noche de verano. En posteriores oposiciones de Marte, ya no tan favorables, he disfrutado con distintas tonalidades de color, ¿continentes?, ¿montañas?, y con los famosos casquetes polares.

Y así, como quien no quiere la cosa, llegamos a los planetas gigantes, Júpiter y Saturno. Estos dos mundos son de lo más agradecidos para observación visual: las bandas de Júpiter, la Gran Mancha Roja (GMR), los anillos de Saturno. Cualquiera neófito que se acerca por primera vez a un ocular experimenta un asombro que nos recuerda que aún en la sociedad de la información, bombardeados por miles de imágenes, ver algo en directo asombra.

A mí me costó ver la GMR, en realidad juraría que sólo la he visto una vez. Aquí entra en juego la pericia del observador ya que al principio sólo se ven las dos bandas ecuatoriales, y una vez que el ojo ha sido entrenado, aparecen muchas más.

Igual que las bandas de Saturno, me pasé años sin verlas, eran tan fantásticos los anillos que ¡quién se fijaba en el planeta en sí! Sin embargo, lo que más recuerdo ahora es la delicadeza y suavidad del rechoncho cuerpo del planeta anillado. Un delicioso tono amarillo, dividido en sutiles bandas daban

una placentera tranquilidad al observador, no como las turbulentas bandas jovianas.

No hablaremos aquí de las cuatro lunas galileanas que cambiaron la historia, ni de la atmósfera de Titán descubierta por un español; el capítulo se haría demasiado extenso. El lector hará bien en consultar la extensa oferta editorial que existe al respecto.

Y por fin llegamos a los planetas más lejanos: Urano y Neptuno, los cuales no ofrecen demasiado al observador visual ¿o no? ¡Bien!, eso pensaba yo las docenas de veces que los había observado desde mi domicilio, aquí en Lanzarote: dos bolitas pequeñas de un suave color azulado verdoso el primero y azul oscuro el más lejano. Sin embargo, desde el EAC (Encuentro Astronómico de Canarias) celebrado en Vilaflor, Tenerife, mi visión cambió por completo. A 1500 m de altitud, un cielo sereno y con un excelente tubo C9.25², la visión de Urano fue, y todavía lo siento así, lo más bonito que he visto en mi vida. La bolita borrosa que llevaba años viendo se convirtió en una gema, una deliciosa joya de color turquesa que mi retina llevará guardada muchos años. Todavía no he visto imagen que lo supere.

¿Plutón? muy difícil de ver a simple vista. Cuando llegemos a hablar de astrometría de asteroides, volveremos a citarlo.

¿Astrónomos aficionados ... o aficionados a la Astronomía?

¡Bien!, esta pregunta tiene respuestas de diversa índole.

Lo primero que debemos aseverar es que todos somos aficionados a la Astronomía, si no, no estaríamos aquí. Todos disfrutamos con cualquier faceta de la misma, ya sea observación visual, astrofotografía, lectura de libros de temática astronómica, documentales en TV, etc.

Sin embargo, creo que es bueno reconocer que no todas las personas a las que les gusta nuestra afición son capaces de estar una noche contando meteoros en una lluvia de estrellas, construyéndose un observatorio en su casa, fotografiando la misma galaxia durante horas o calculando la fotometría de un cometa. Es decir, hay aficionados, y los hay mucho más aficionados.

Y aún así, queda una ulterior división, la científica. *Astrónomo*, según el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, es una “persona que tiene especiales conocimientos de astronomía” y *Astronomía* “es la ciencia que trata de cuanto se refiere a los astros”. Como tal ciencia, considero que los

² Telescopio de 9 pulgadas y cuarto, unos 235 cm de abertura.

aspectos útiles de la misma deben primar sobre los aspectos puramente estéticos: el hecho de medir la posición de un asteroide y que gracias a esa medida se actualice su órbita, o el cálculo de la magnitud de un cometa para ver así si ha sufrido un estallido, creo que es astronomía de verdad.

No quiero que se entiendan estas palabras como una crítica, yo mismo me considero integrante de los dos grupos, pero es bueno dejar claro que una observación útil es muy distinta de una observación simplemente placentera; la útil podrá ser placentera, pero la simplemente placentera no será útil.

Esto no quita que no podamos simplemente disfrutar de la observación del cielo, ¡faltaría más!, ya que es parte de nuestra afición. Porque ¿somos aficionados?, ¿somos astrónomos? Cada cual debe responder lo que más sienta.

Captación de imágenes

No podemos hablar de aficionados a los astros sin empezar ya a tratar el tema de la astrofotografía. Algo que hace unos años se veía como algo difícil, lento, con resultados muy mediocres para el común de los mortales. Ahora, gracias a las nuevas tecnologías, se ha puesto al alcance de todos con resultados sorprendentes por su rapidez, sensibilidad, inmediatez y, por supuesto, diversión.

a) Las cámaras *WEBCAM*

Cuando estos pequeños aparatitos llegaron a la mano de los más perspicaces se convirtieron en excelentes captadores de imágenes. Gracias a los magníficos programas informáticos que procesan miles de fotografías individuales sacadas con una pequeña *webcam* y las convierten en una excelente fotografía de la Luna o de un planeta, la gente empezó a darse cuenta de que no era necesario tener un telescopio de medio metro para sacar una foto de Júpiter y que saliera la gran mancha roja con detalle; la fotografía planetaria en química es tristísima de ver hoy en día. Excepto de la Luna, una buena foto de Júpiter, Saturno o Marte era misión imposible.

Hoy en día, muchos se inician con una *webcam* y en poco tiempo las imágenes que muestran son increíbles.



© Gustavo Muler

b) Las cámaras *DSLR*

Realmente constituyen el punto de inflexión. Yo estoy absolutamente convencido de que el uso en astrofotografía de las **D**igital **S**ingle **L**ens **R**eflex³ ha supuesto que la fotografía de calidad entrase en el mundo de los aficionados.

No se quien fue el primero que acercó una Nikon o una Canon a su telescopio, pero debió llevarse una grata sorpresa. Aunque soy “nikonista” de corazón debo reconocerle el mérito a la ya antigua Canon 300D. Las primeras fotografías que vi con esa cámara me resultaron realmente llamativas; acostumbrado a la fotografía química, no daba crédito a lo que veía.

Recuerdo que una de las primeras personas que tuvieron esa Canon, me decía entusiasmada que se veía la zona central de la Vía Láctea con 20 segundos de exposición. Antiguamente, con cámaras de película química se necesitaban muchísimos minutos.

Luego llegarían las afamadas 350D y 400D; y otros empezamos a intentar competir con el reinado Canon con las Nikon D70, D50 y D80.

Yo he visto fotografías fantásticas con cualquier modelo; en realidad, lo imprescindible es el telescopio y un buen cielo; la cámara, el fotógrafo y el ordenador vienen después, cuando la foto ya se ha hecho. Ahora mismo, cualquier cámara digital, incluso las compactas, mediante el método del *disgiscoping*, pueden acercar el inmenso mundo de la astrofotografía a

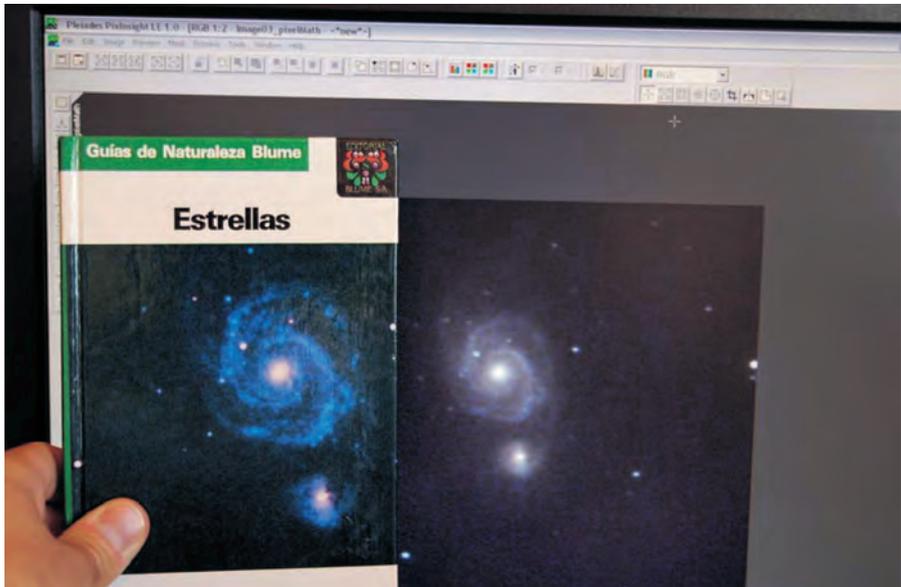
³ Cámara *reflex* digital de una sola lente intercambiable. Antaño las SLR (Single Lens Reflex) dominaron el mercado de las cámaras *reflex* en contraposición a las TLR (Twin Lens Reflex), cámaras que admitían un rollo de tamaño superior al clásico de 35 mm, pero que eran menos versátiles.

cualquiera que disponga de un telescopio. Incluso sin él, se pueden mostrar maravillas, como demuestra mi humilde foto sacada desde el Parque Nacional de Timanfaya, apoyando la cámara en un trípode y dejando el obturador abierto unos 10 minutos.



© César Piret.

El primer objeto decente de cielo profundo que fotografié fue la galaxia M51.



Mi Nikon apuntaba hacia ella y en pocos segundos estaba viendo en la pantalla del ordenador una manchita borrosa y no muy espectacular, pero eso sí, más grande y más nítida que lo que habían visto mis ojos en toda su vida a través del ocular. Me hizo mucha ilusión poder compararla con la portada de mi primer libro de astronomía.

Sin embargo la astrofotografía de calidad no pasa simplemente por apuntar y disparar. Un excelente enfoque, un perfecto seguimiento del objeto mientras se desplaza por el cielo, una muy buena calibración de las tomas obtenidas, ... eso es sólo el principio.

Luego, como a todo en esta vida, para que una fotografía valga la pena habrá que “meterle horas”, es decir, es importantísimo el procesado posterior, tema que se escapa de esta pequeña reseña. Pero es un mundo que ofrece, al que se acerque con ganas, unos resultados sorprendentes. Y cuando a una foto se la trata con cariño el resultado es como el que vemos a continuación:



© Máximo Ruiz Romero “*Maxi*”



© César Piret

Éste es el resultado que yo obtuve cuando me ayudaron con el procesado en uno de los objetos del cielo más impresionantes, el grandioso cúmulo globular “Omega Centauri”, un objeto del hemisferio Sur que apenas se puede ver desde la plana Lanzarote. Atravesando las turbulentas brumas del horizonte, propias de la cercanía al mar, por el ocular del telescopio es probablemente el objeto más grande que podemos admirar, aunque sin la nitidez deseada. Todo cambia cuando se fotografía.

Y como muestra final este ejemplo:

En el libro de Carl Sagan *Un punto azul pálido* se cita esta fotografía de la nebulosa de Orión como la mejor fotografía hecha desde la tierra “hasta el momento”. Efectivamente, es una foto soberbia, hecha por un auténtico profesional, David Malin, y con un telescopio de *sólo 400 cm*.

La mejor imagen obtenida hasta el momento por un telescopio con base en la Tierra de la Gran Nebulosa de Orión, un campo abonado para las estrellas. Fotografía de David Malin, cedida por ROE/Anglo-Australian Observatory.



No podía imaginarse el Dr. Sagan lo poco que le duraría el reinado a esta foto. Hoy en día, poco más de una década después, con un pequeño (pero de excelente calidad) telescopio de *sólo 7 cm*, y hecha por un aficionado, podemos ver la siguiente imagen. Nótese las diferencias de tonalidades de la nebulosa y la cantidad de detalles que aparecen en la fotografía del “aficionado”.

Y eso que a finales del siglo pasado, David Malin era considerado un maestro del procesado, simplemente, ahora ha entrado en acción el chip.



© Jose Manuel Vega Toledano “Espeluznante”

c) Cámaras CCD

En realidad, las cámaras normales, ya llevan un chip CCD (o CMOS) (lo que sustituye al rollo fotográfico en el mundo digital) que hace maravillas, por lo que ¿es necesario un apartado sólo de CCD?

Bueno, tal vez el no iniciado no lo conozca pero las cámaras CCD exclusivas de astronomía son una de las nuevas maravillas de la ciencia cuyos resultados asombran.

La sensibilidad que tienen a la débil luz del cielo profundo es muy superior a la de las cámaras digitales. Si en el ejemplo anterior veíamos cómo ha mejorado el poder de captación de luz con una simple cámara, da vértigo lo que se puede hacer hoy en día con una CCD. Y ese vértigo se puede concretar.

En mi primer libro de astronomía *Estrellas* de la Editorial Blume, de 1987 (véase la foto más arriba), se decía que la magnitud límite desde la Tierra era de 24 y que el “futuro” telescopio espacial, podría llegar a la 28.

Bien, hoy en día desde el telescopio NOT (Nordic Optical Telescope) de La Palma, con un par de horas de exposición, se llega a la 28, gracias, ¿cómo si no?, a las modernas CCD. Desde los megatelescopios del Observatorio Europeo Austral (en Chile) se llega a la magnitud 30 en una hora, pero nos queda más lejos ...

En realidad lo que da vértigo es pensar qué capacidades disfrutaremos en la siguiente década; por ejemplo, cuando funcione el Grantecan (Gran telescopio de Canarias).

Debido al impresionante potencial que tienen en sus manos los aficionados, volvemos a las dos vertientes: la astrofotografía en general y la ciencia astronómica en particular.

Un ejemplo de astrofotografía CCD es la fantástica toma de M81 que vemos a continuación:



© Gustavo Muler

Ciencia ... ¿por aficionados?

Dice el Génesis que dijo Dios: “Hágase la luz”; eso fue el día primero. Aunque Dios tenía muchas cosas que hacer, para el día tercero se volvió a acordar de los astrónomos: “Haya luceros en el firmamento celeste”. Y desde ese tiempo, un montón de fotones han salido desparramados en todas direcciones. Desgraciadamente, al séptimo día Dios descansó.

Si hubiera seguido activo, tal vez los árboles diesen telescopios de 10 pulgadas o cámaras CCD, pero como no ha sido así, los hemos tenido que fabricar nosotros.

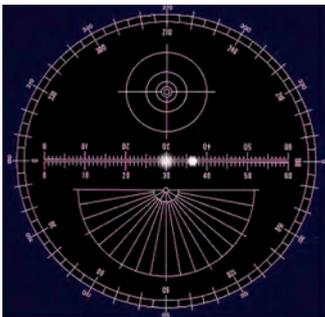
Y con estas modestas herramientas, mucho tiempo después de lo que narra el Génesis, tratamos de captar esos fotones que salieron de los luceros hace ya mucho tiempo.

Ahora lo que tenemos que ver es qué hacer con esa luz.

A partir de ahora llamaremos estrellas a los luceros del Génesis y lo primero que podemos hacer es mirar dónde están y cómo se mueven unas alrededor de otras. Así podemos adentrarnos en el fascinante mundo de las ESTRELLAS DOBLES.

Antes de tener una CCD, e incluso antes de usar una DSLR, empecé a hacer mis pinitos en este mundillo. Con un ocular micrométrico empecé a mirar la distancia entre estrellas dobles facilitas.

El estudio de las estrellas dobles es un campo apasionante en el que los aficionados tenemos mucho que decir. Hay muchas estrellas dobles que no han sido revisadas desde su descubrimiento y el estudio de los componentes para determinar si son pares ópticos o físicos y su movimiento entre ambos es algo al alcance de cualquier aficionado.



Los aficionados, al principio, disfrutaban midiendo la distancia entre dos estrellas: primero han de calibrar su ocular micrométrico y luego pueden decir qué separación hay entre el par observado. Eso hice yo durante varios meses llegando a tener bastante precisión. Hay miles de estrellas dobles para observar, así que manos a la obra.

Sin embargo, el estudio de estrellas múltiples no llegó a atraerme por completo, me apetecía tener una cámara digital y la observación visual tiene sus límites, máxime cuando vives en un lugar contaminado lumínicamente.

Así que adquirí mi flamante Nikon D80 con la que empecé a obtener resultados notables, no tanto en astrofotografía, especialidad difícil donde las haya, sino, en el estudio de asteroides y cometas brillantes.

La ASTROMETRÍA llegaba, por fin, a mi Observatorio “Montaña Blanca”.

Desde que conocí el trabajo de Ramón Naves, apodado “Cometas” en distintos foros de internet, me apasionó el trabajo tan meticuloso que hacía: no había cometa que no siguiese, no había fotometría que no hiciera; en fin, en los foros de internet se le consideraba un “ser distinto”. En realidad lo era, ya que en ciertos foros donde la astrofotografía era lo común, él bregaba en solitario detrás de los cometas. Como irónicamente decía: la gente sólo hacía “postales en color”, la ciencia astronómica es básicamente en B&N de ahí viene su lucha en pro de la ciencia.

Obviamente, como buen predicador, la gente le respetaba, pero nadie le hacía caso y, menos aún le seguían. Yo sí que intenté convertirme en discípulo suyo, pero en observación visual no era posible. En eso estábamos, cuando Juan Antonio Henríquez, con una cámara DSLR empezó a convertirse en serio a la única fe verdadera. Sus comienzos fueron alentadores y con su Canon obtuvo el Código MPC (código de Observatorio que asigna el Minor Planet Center) sin problemas.

El día que presentó su recién estrenado código J51, algo cambió en mí. Me di cuenta que mi Nikon también serviría para esto y me lancé de cabeza al estudio de la astrometría y el manejo de los programas informáticos. Con la ayuda de Juan Antonio Henríquez Santana y de Ramón Naves, Gustavo Muler obtuvo el primer MPC de Lanzarote y al día siguiente yo obtuve el mío. Y los dos, con Nikon.

La Orden Cometaria de repente sufrió una transformación, de estar Ramón sólo, pasó a tener varios discípulos y en menos de un año, 20 códigos MPC han surgido por toda España. El último (a la hora de escribir estas líneas) es de otro vecino de Tías, apenas a un kilómetro de mi casa.

El Gran Maestro de la Orden sé que está muy contento.

¿Y qué tiene de especial unirse a la única fe verdadera, olvidar el color, y ver el cielo sólo en blanco y negro?

Pues muy sencillo, la posibilidad de hacer CIENCIA con mayúsculas.

El cálculo de la órbita de un asteroide, la variación de la magnitud de un cometa, el estallido de un cuásar; en resumidas cuentas, la *astrometría* y la *fotometría* llegaban a Lanzarote.

Obtuve el código MPC J46 el 29 de Mayo de 2006 después de estudiar unos pocos asteroides del cinturón principal. La Nikon no permitía pasar de la magnitud 15 aproximadamente, y aunque el servicio prestado fue excelente, tuve que sustituirla por algo más eficaz en el mundo astronómico, una CCD. Adquirí la CCD más económica del mercado en ese momento y desde entonces todo cambió. La sensibilidad subió de tal manera que asteroides de la magnitud 20 y cometas de la magnitud 19 han sido el límite hasta hoy.

¡¡¡ Magnitud 20 !!!

Tal vez ese frío número a muchos no le diga nada, pero las discusiones entre aficionados por ver objetos más débiles, han sido antológicas; yo mismo, hace pocos años, para decidirme a comprar un telescopio, la magnitud límite que podías observar era un dato para tener en cuenta, obviamente dependía de tu cielo y la abertura del tubo, pero todos soñábamos por llegar a una magnitud alta y todos discutíamos si con tal o cual *teles* se podía ver tal o cual objeto de cielo profundo. Por ejemplo, con mi primer telescopio, un enorme refractor de 150 mm, Plutón de la magnitud 14 estaba lejos de verse, sin embargo ahora llegamos hasta la 20. El ojo ya no tiene nada que hacer contra el chip.

Pero esos límites no son reales, con esos objetos tan débiles la fotometría no es precisa, la relación señal-ruido es escasa, la precisión es poca ... pero nadie me quita lo “bailao”, de poder decir que he llegado tan alto. Hoy en día sé que ése no es mi cielo: dependiendo de mi equipo, de una correcta resolución por píxel me mantengo en un límite de magnitud 17-18; eso me da la seguridad de no meter la pata demasiadas veces.

¿Y qué podemos ver a esas magnitudes?, pues cosas increíbles, cometas recién descubiertos, asteroides peligrosos que pueden impactar con la Tierra, etc. La ilusión de poder seguir un cometa que se descubrió la noche anterior y que ya estás viendo en tu ordenador, el hecho de que con tu trabajo varíen su órbita, que era muy preliminar hasta que tú (y otros) lo estudian.

Cuando una circular del MPC comunica estos hechos, y además compruebas que tu trabajo está al lado del de otros que tienen equipos profesionales con telescopios de más de un metro de diámetro y que tus medidas tienen la misma validez, eso es un aliciente impensable hace poco tiempo.

Y eso por no hablar del descubrimiento de algo especial, como el gran estallido del cometa 17P, descubierto por Juan Antonio Henríquez, o más modestamente, el seguimiento que hice yo mismo de uno de los estallidos periódicos del cometa 29P, que gracias al aviso de Ramón, tuve la suerte de poder ver.

Ahora vamos a verlo más en profundidad.

Astrometría

La Astrometría simplemente consiste en calcular la posición de un objeto celeste (en coordenadas de ascensión recta y declinación) en un momento dado; para eso, el dato del tiempo debe ser muy preciso, es conveniente sincronizar el reloj del ordenador con un reloj atómico para que el error de precisión sea menor de un segundo.

Actualmente gracias al programa informático Astrométrica, cualquiera (incluso yo) puede calcular posiciones de manera correcta. El proceso es muy sencillo, se saca una fotografía del campo donde se encuentra el objeto y Astrométrica reconoce las estrellas de esa fotografía, según el catálogo estelar que usemos, principalmente UCAC 2 en astrometría y USNO A2.0 en fotometría.

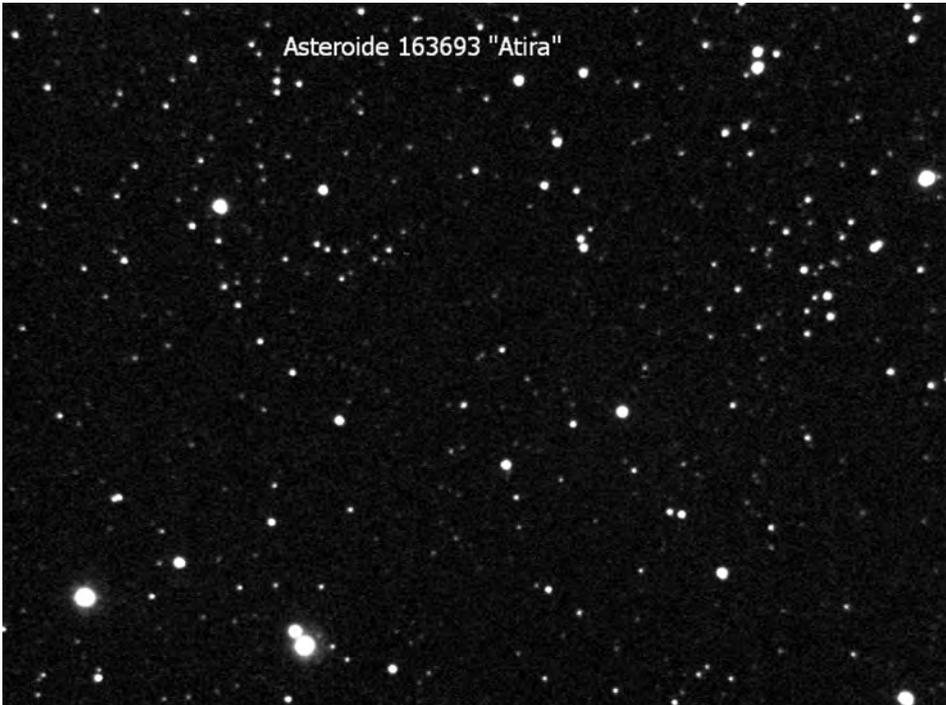
Una vez que el programa ha localizado las estrellas de la foto (cuantas más mejor) si pinchamos con el ratón sobre el objeto a medir, Astrométrica calcula las coordenadas del cometa o asteroide con referencia a las estrellas del catálogo. La precisión es asombrosa, muchas veces el único error es el inherente al propio catálogo.

Para calcular con precisión es conveniente que el objeto sea visible, de esa manera el programa puede calcular el centroide del objeto sin problemas, la cuestión es que, muchas veces, los objetos son tan débiles que simplemente no se ven en una fotografía o se ven tan débilmente que su relación señal-ruido es mínima.

La fotografía siguiente es del campo del asteroide Atira, que desgraciadamente es tan débil que sólo se ven las estrellas, no hay ni rastro del asteroide.

Si expusiéramos durante mucho más tiempo con intención de captar más luz, sería contraproducente ya que el asteroide es mucho más rápido que la velocidad sideral con la que se mueve nuestro telescopio, por lo que lo más que obtendríamos sería una línea, que no nos permitiría obtener el dato de su posición con exactitud. Se parecería al principio de indeterminación de

Heisenberg, si intentamos verlo, no podremos medirlo y si intentamos medirlo no llegaremos a verlo ... (una interpretación un poco libre, claro está).



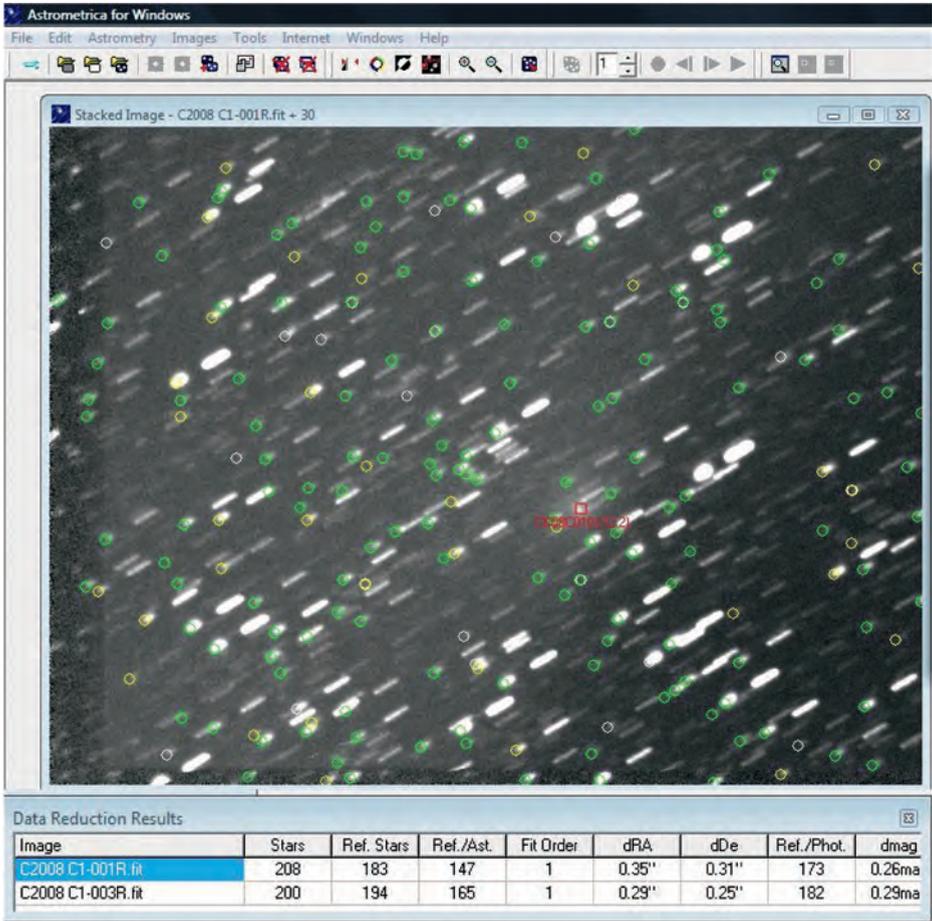
Por lo tanto, lo primero que debemos hacer es obtener fotografías de un tiempo máximo que permita nuestra relación de segundos de arco por píxel. De tal manera que nos aseguremos que el objeto no se mueva en las fotografías, que sea completamente puntual. Tal vez esa exposición no permita ver el objeto, pero eso, aunque parezca increíble, no es problema alguno.

Ahí entra en juego una de las maravillas que permite el programa, permite sumar varias fotografías, pero siguiendo la *velocidad* y *dirección* de desplazamiento del objeto, de tal manera que sumando muchas el objeto aparece como por arte de magia y las estrellas se convierten en finas líneas. Si el objeto se mueve muy despacio las estrellas dibujarán cortas estelas, si el objeto se mueve muy deprisa o sumamos fotografías por un total de varias horas, las estrellas dejarán enormes estelas en la suma, dándole, a mi juicio, un valor estético a este trabajo: cientos de líneas y un puntito en el centro de la imagen. Ése es el objetivo. Ahora, sí se ve el asteroide.

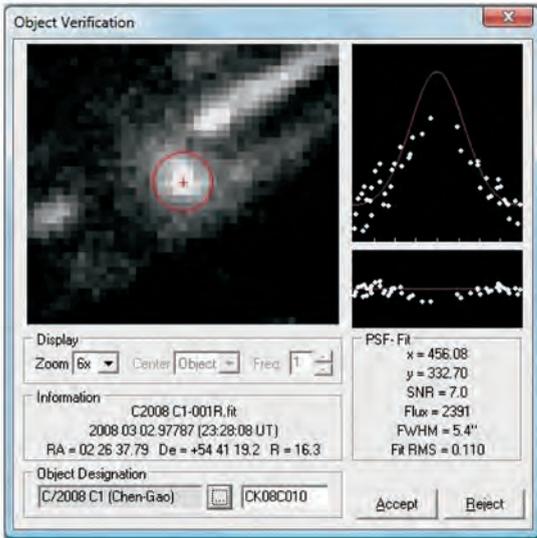


Y así es como Astrométrica encuentra el objeto y lo cataloga.

Veamos un ejemplo con un cometa de este año 2008. Una vez sumadas las fotos (en este caso más de 30) el programa reconoce estrellas de las fotografías (en este ejemplo, más de 200) y, por último, según su base de datos, te indica donde “debería” estar el objeto. En este caso se aprecia a simple vista que donde indica que debe estar el cometa, verdaderamente está. Si el cuadradito de Astrométrica no coincidiese con el objeto, probablemente la órbita estará defectuosa y será modificada a partir de nuestras observaciones.

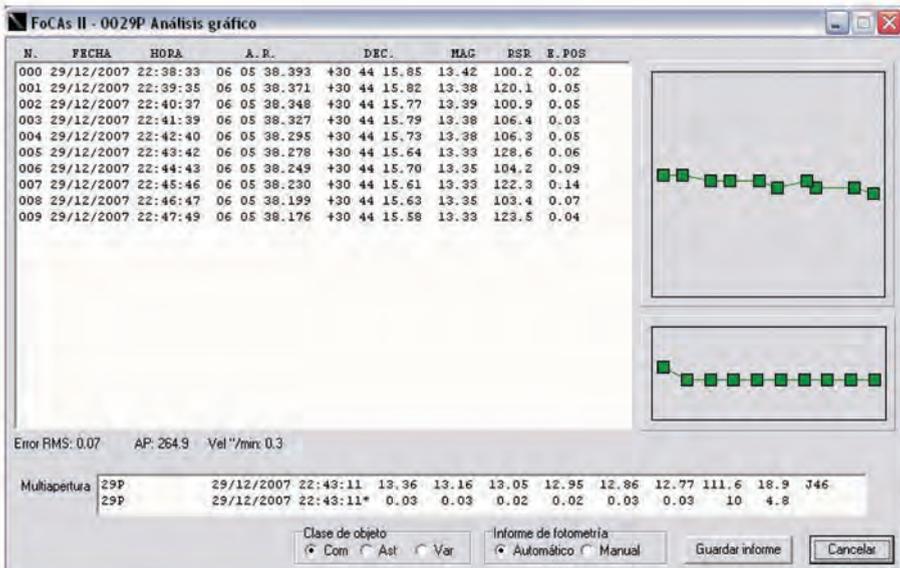


Por último, pinchando en el objeto, confirmaremos el nombre y veremos un montón de datos útiles, junto con las coordenadas precisas en ese momento dado, (fecha en formato MPC y hora en tiempo universal) de ascensión recta y declinación y una estimación de la magnitud medida. No es una medida muy exacta, hay programas mejores como veremos en el siguiente capítulo.



En la imagen de al lado, vemos el resultado astrométrico. Sin embargo, si queremos estudiar la fotometría de un cometa, podremos usar el programa FOcAS, (FOtometría con AStrométrica) diseñado por aficionados españoles.

Ahí, además de un valor fotométrico correcto sabremos el fondo de cielo que tenemos y la calidad de enfoque de nuestras imágenes. Un excelente programa que debemos a Julio Castellano.



Fotometría

Como su propio nombre indica, consiste en medir la luz de un objeto celeste, obteniendo su magnitud en un momento dado.

Una vez sacada una fotografía del objeto en cuestión (cometa, cuásar, exoplaneta, etc.), se procesan las tomas para que, usando las magnitudes conocidas de las estrellas de la imagen y el fondo de cielo intrínseco⁴ podamos calcular la magnitud del objeto con una precisión asombrosa. Esa precisión “asombrosa” obviamente viene determinada por el catálogo estelar usado en fotometría de cometas, el USNO A2.0. No es perfecto, pero es el mejor que tenemos a nuestro alcance.

El fondo de cielo (FC) es comúnmente usado por los aficionados para conocer la calidad del cielo que disfrutamos. Aproximadamente, un FC de 15/16 en el cenit y en luna nueva suele corresponder con un cielo bastante polucionado, es decir, una gran ciudad. Un FC de 18/19 corresponde a pueblos o ciudades pequeñas, los valores superiores a 20 se disfrutan sólo en zonas rurales desdobladas u Observatorios profesionales de alta montaña.

Como ejemplo, citar que en mi Observatorio J46, dentro de las luces de Tías y rodeado por Arrecife, Puerto del Carmen, etc, obtengo, a partir de 40° de altura sobre el horizonte, un excelente FC que llega a 19 en las mejores noches; sin embargo, por debajo de los 40° se suele quedar en un modesto 16/17. Desplazándonos unos km hasta el Observatorio J47 (Nazaret, Lanzarote), ganamos aproximadamente entre media y una magnitud en el cenit, lo que implica que desplazarnos hasta zonas realmente oscuras mejora ostensiblemente la calidad de la observación.

Afortunadamente, los programas informáticos procesan sin piedad la luz contaminante sin que afecte ostensiblemente a la calidad de las medidas fotométricas.

¿Filtros fotométricos?

Durante mucho tiempo, al hablar de fotometría, se consideró imprescindible el uso de filtros fotométricos en las imágenes CCD, claro que la fotometría que hacían los aficionados desde hace décadas se circunscribía a las

⁴ El brillo de fondo de cielo es la magnitud de lo que brilla un pedacito de cielo de 1 x 1 segundo de arco cuadrado.

estrellas variables. En éstas es fundamental usarlos, ya que las respuestas de los chips de las CCD no son iguales, ni el color de las estrellas tampoco. Los filtros, simplificando un poco, estandarizan la imagen de tal manera que las medidas obtenidas son similares entre observadores y por lo tanto fiables y útiles.

¿Y en los demás casos? Creo que en los últimos años ha quedado bien demostrado que no son imprescindibles. Estudios recientes de Ramón Naves dejan claro que en cometas, prácticamente usando la banda R del catálogo USNO es más que suficiente. Simplificando también, los cometas reflejan en su mayor parte luz solar, por lo que el índice de color que éstos reflejan en su mayoría, corresponde a la clase espectral del Sol.

Cuásares y exoplanetas, son otros ejemplos de la no necesidad de filtros ya que ahí lo que intentamos ver es simplemente la variación de brillo. Si el cuásar sube de magnitud, puede tener que ver con el comportamiento del agujero negro que hay allí, pero los aficionados sólo podemos ver (y ya es bastante) el brillo del mismo. Y en los exoplanetas, lo que interesa es ver cómo baja la magnitud de la estrella de esos planetas, para comprobar que el planeta está “tapando” aunque sea mínimamente su luz.

Con esto, queda demostrado que ciertos trabajos, muy gratificantes, podemos hacerlos sin filtros. Sin usarlos, las medidas siguen siendo válidas y correctas.

Ahora vamos a ver ejemplos concretos de mi trabajo y su utilidad.

Cometas

Mi primer cometa que fotografié fue el **C/2006 M4 (SWAN)**.

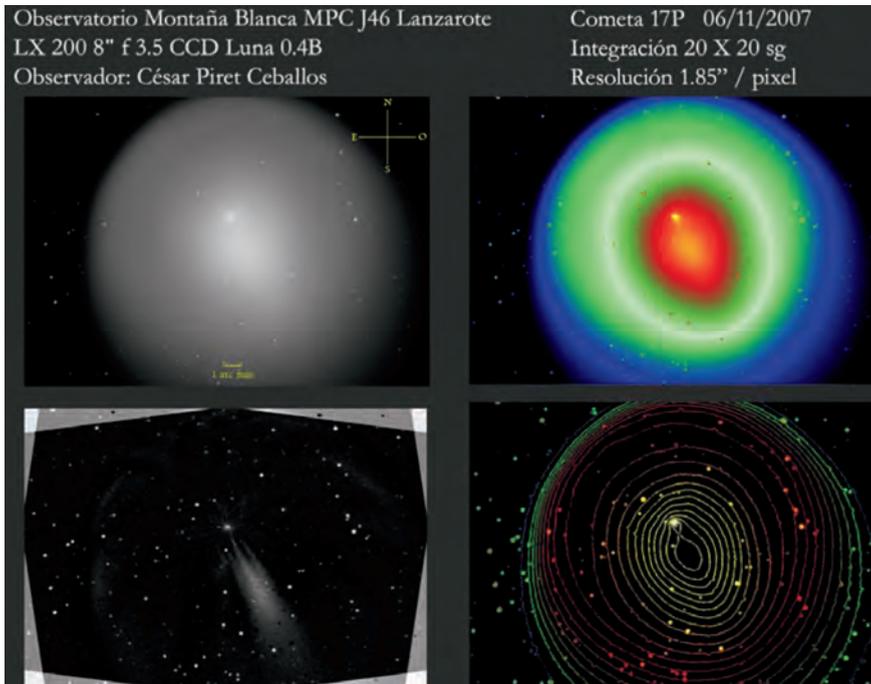


Nikon D80. Teleobjetivo 400 mm (recorte)

La foto no sirvió de nada. Por falta de calidad en la captación de imágenes, ya que los programas informáticos no se entendían con mis

fotografías. Pasar del formato RAW de la cámara digital al formato FIT propio de las imágenes astronómicas no funcionaba bien. Pero ver la cola de un cometa así de pronto en la pantalla de mi ordenador me sorprendió. La última vez que había visto la cola de un cometa había sido en Granada, el siglo pasado, se trataba del Hale-Boop. Después, dejando a un lado el teleobjetivo y colocando la cámara directamente en el telescopio, las imágenes mejoraron lo suficiente como para poder empezar a procesarlas, aunque de manera muy artesanal. Era un proceso muy tedioso, procesar cinco o seis fotos de un cometa podía llevarme toda una noche; descargarlas, introducir manualmente la hora y la fecha, calibrarlas y reducirlas era un trabajo divertido pero muy lento. Con el paso a una modesta CCD, lo que antes me llevaba horas, se convirtió simplemente en segundos sin que además yo tuviera que hacer nada. Una vez automatizado el proceso, puede uno dedicarse al estudio del objeto y dejar que el ordenador haga lo más rutinario.

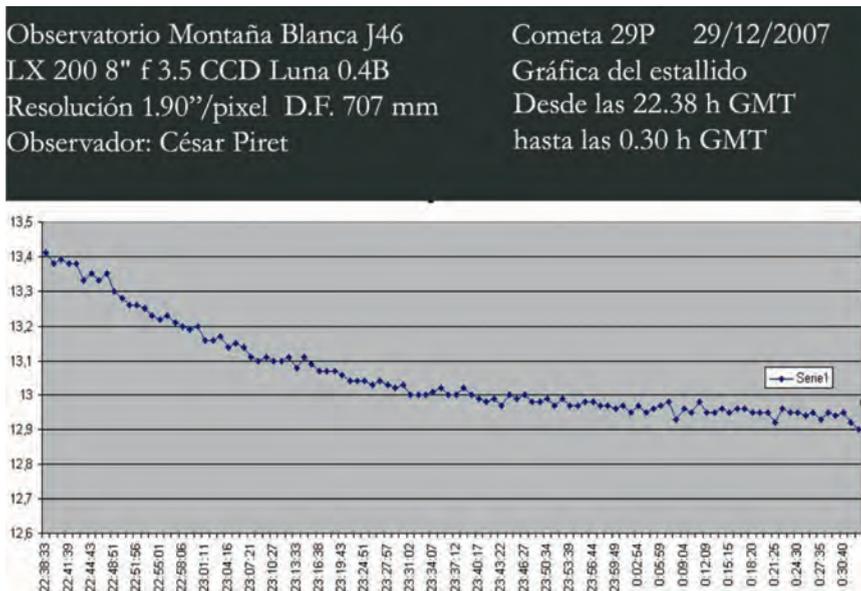
Ahora, gracias a una “enorme” experiencia de un año de duración, ya puedo hacer fotografías de cierta calidad y fundamentalmente útiles. En la siguiente imagen se puede ver al mismo objeto (Cometa 17P) con varios tipos de



distinto procesado, en el que además de distribución luminosa (falso color e isofotas) se pueden apreciar sus ζ tres colas? que tuvo al comienzo del estallido (filtro Larson-Sekanina).

Se ha hablado mucho del 17P desde que lo descubrió Juan Antonio Henríquez, así que sirva mi foto como homenaje a quien me ayudó a que mi trabajo fuera correcto y me concedieran el Código MPC. ¡Gracias!

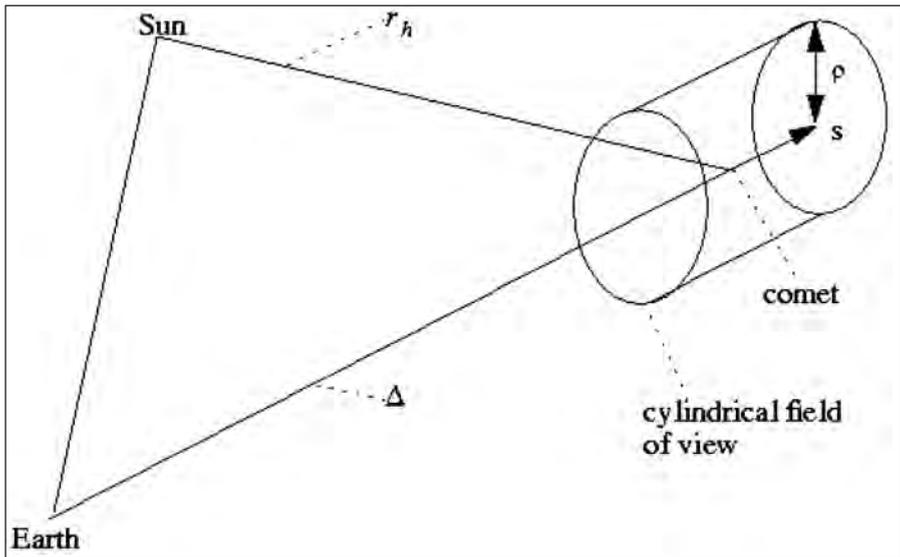
Otro cometa, el cual tuvo también un fuerte estallido fue el 29P. Esta vez, gracias a Ramón Naves (gracias también a ti, Ramón), fui testigo de cómo subía de magnitud minuto a minuto, era Navidad, finales de año y aunque en Lanzarote el invierno no es demasiado duro, recuerdo que ese 29 de Diciembre me quedé helado. Ver cómo la gráfica de luz del cometa dibujaba una suave curva, me hizo disfrutar del momento como un enano, sobre todo, sabiendo que yo era la única persona que lo estaba observando (a Ramón se le había nublado ...). Esta preciosa gráfica dio que hablar en su momento.



En los cometas, el trabajo es difícil por varias razones; cuando son débiles, son muy débiles, ya que la luz está dispersa entre el núcleo, la coma, la cola, etc., no es como en los asteroides cuya luz es mucho más puntual. El trabajo con cometas es más difícil pero muy interesante.

El estudio de la fotometría es, pues, fundamental ya que el aumento del brillo permite conocer su comportamiento. En este caso se usa el parámetro $A_f(\rho)$, ampliamente utilizado en fotometría cometaria; fue introducido en 1984 por Michael A'Hearn con el objetivo de describir el brillo de la coma de los cometas.

Se podría explicar como la altura de polvo en cm que recogeríamos de un cilindro (de base equivalente a la proyección de la apertura fotométrica) que cortara la cola y coma del cometa. Este valor es una característica del cometa que define muy bien la actividad del mismo. Usualmente se mide en cm.



Cortesía de M. Müller, E. Grün y Julio Castellano

NEO's

Hace poco tiempo, varios asteroides se hicieron famosos en el mundo de la información de hoy en día. Primero fue Toutatis catalogado con el número 4179 ó 1989 AC; luego llegó Apophis, 99942 ó 2004 MN4.

Los periódicos, ávidos de noticias que nos puedan preocupar a todos un poco más, además del incremento de las hipotecas o del precio de la gasolina, empezaron a sacar de contexto las posibilidades remotas de que un pedrusco de tamaño preocupante nos pueda caer encima.

Todos recordamos que los dinosaurios se extinguieron gracias a un tremendo pepinazo que destruyó el hábitat de esos magníficos animales y que permitió que unos ratoncillos como nosotros nos desarrolláramos sin preocuparnos de esos mastodontes.

Estamos aquí gracias a un asteroide, tal vez dejemos de estar gracias a otro.

Sin embargo, el mundo puede estar tranquilo, gracias a los astrónomos no habrá roca alguna que nos pueda matar, que no hayamos descubierto, catalogado, estudiado y predicho el impacto con asombrosa exactitud. Si algún día nos extinguimos de esta manera, podremos saber con certeza el cuándo y el dónde. ¿Maravilloso, verdad?

No tendremos la suerte de los dinosaurios de no saber cuándo nos caerá en la cabeza. Gracias a mi trabajo y al de otros colegas, podremos dejar de pagar la hipoteca o el crédito del coche con un tiempo de antelación sin temor a embargo alguno.

El seguimiento de NEOs (Near Earth Object), “Objeto cercano a la tierra”, es algo apasionante y muy divertido. Los asteroides del cinturón principal son lentos y todos son viejos conocidos. Desde que el asteroide nº 1, Ceres⁵, fuese descubierto el primer día del año de 1801 por Piazzi han sido catalogados y comprobadas sus órbitas, unos cuantos miles, los cuales orbitan tranquilamente entre Marte y Júpiter.

Pero hay otros asteroides que les da por visitarnos más a menudo, sus órbitas hacen que nos pasen “rozando” y continuamente se descubren asteroides cercanos que se pueden calificar de “peligrosos”. Los NEOs en ese caso se denominan PHAs, “Potentially Hazardous Asteroids” (asteroides potencialmente peligrosos), y hay reconocidos hasta el momento casi mil.

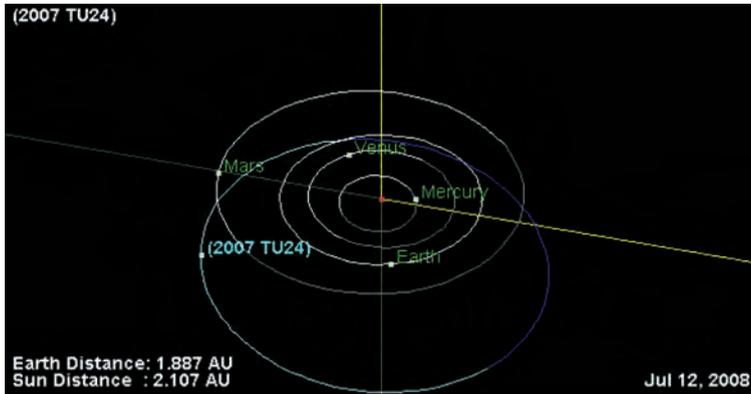
Para denominar a un NEO como peligroso tienen que cumplirse unos requisitos: o bien la magnitud del objeto es inferior a 22, es decir, que es un asteroide brillante y si es brillante es porque o está “cerca” o es muy “grande” lo cual nos debería preocupar un poquito, o bien la Distancia de Intersección Mínima Orbital es inferior a 0.05 UA⁶, es decir, cuando se crucen las órbitas de la roca y la tierra, estará bastante cerca.

En los siguientes diagramas, puede verse la órbita del asteroide que ha pasado más cerca en los últimos años, el 2007 TU24.

⁵ Realmente, cuando se descubrió Ceres se estaba buscando un posible planeta que cumpliera la ley de Titius-Bode la cual establece una relación progresiva entre la distancia al Sol y la posición de los planetas. Esa ley predecía un planeta en el lugar que ahora conocemos como cinturón de asteroides.

⁶ La Unidad Astronómica es la distancia entre la Tierra y el Sol, unos 150 millones de km.

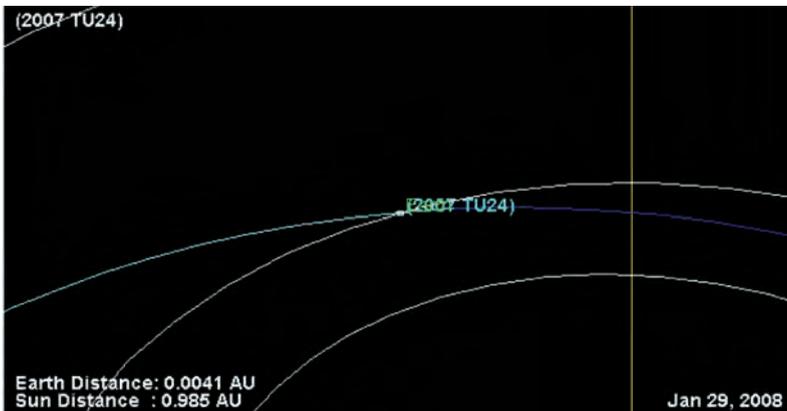
En el primer dibujo vemos la distancia entre el pedrusco y nosotros a partir de mañana mismo: está más lejos que el Sol, no es preocupante.



Cortesía Jet Propulsion Laboratory (JPL-NASA)

Sin embargo, la gente iba despreocupada por la calle el pasado 29 de enero. Iban de compras, al cine, tal vez, incluso, empezaban a cenar. Ajenas al peligro, más de 6.000 millones de personas estaban ajenas a un potencial impacto. A poco más de la distancia que nos separa de la Luna, un monstruo cruzaba el cielo a toda velocidad.

En el siguiente diagrama podemos ver como la órbita de la Tierra, se cruzó con la órbita del posible asesino ...

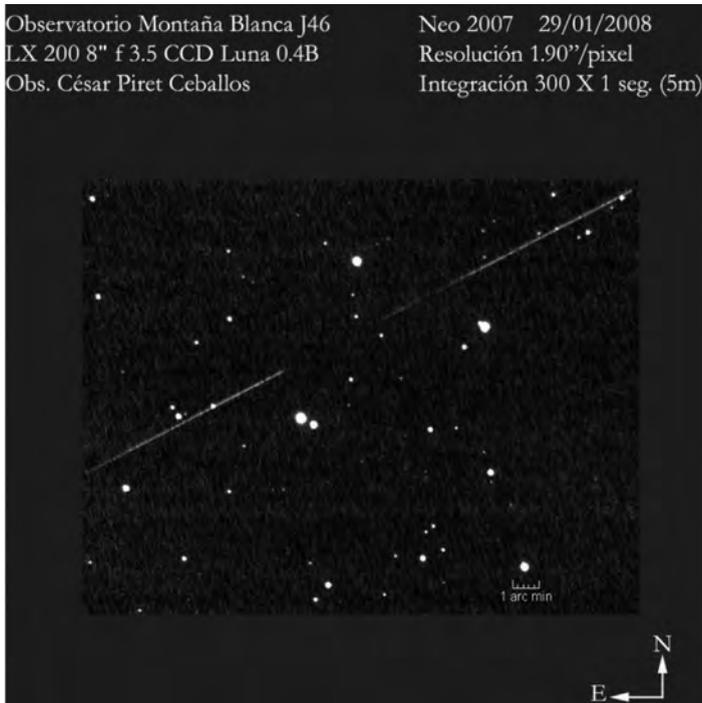


Cortesía JPL-Nasa

Esa noche tuvimos suerte, sólo tuvimos que vigilarlo, el monstruo no se dignó dirigirse hacia nosotros, nos permitió que le mirásemos, que comprobásemos su poder y la furia que podría desatar si de verdad viniese hacia aquí. Cuando esa noche abrí la cúpula, encendí el telescopio, ordenador, cámara CCD y me preparé a observarlo, me imaginé a los dinosaurios igual de tranquilos que la mayoría de la gente, tranquilamente pastando hasta que vieron una bola de fuego que envolvía el planeta. Esa noche de enero, nadie vio nada parecido, pero el pedrusco, de aproximadamente 500 metros de tamaño, pudo haber causado una catástrofe.

Cuando los astrónomos hacemos fotografías de cometas o asteroides tenemos que tener en cuenta su velocidad para que no salgan “movidos”. Lo normal es que los cometas lentos te permitan fotos de varios minutos o que los NEOs rápidos no te dejen más de medio minuto; sin embargo éste pasó tan cerca y tan rápido que lo máximo que yo podía disparar no llegaba ni ... ¡al segundo!

Necesitaba fotos de 0.8 segundos para que no se moviese en la foto.

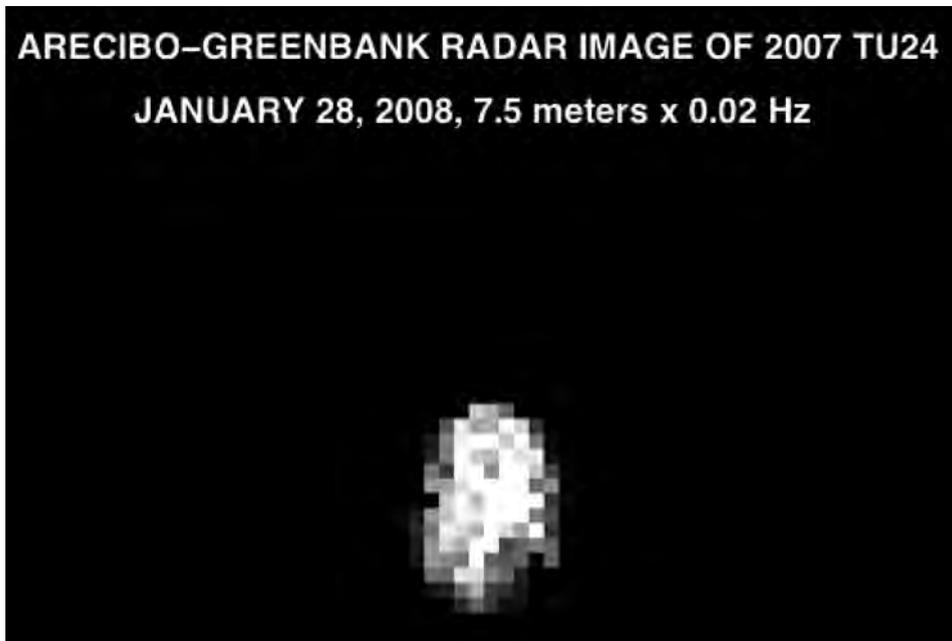


Esto fue lo que salió, un trazo radical, una línea que nos recuerda que todas las noches, oscuros objetos que nacieron hace eones del Cinturón de Kuiper o incluso de la nube de Oort, nos sobrevuelan, nos acechan y, por ahora, nos respetan.

Lo bueno que tiene el trabajo de cientos (o miles) de aficionados es que somos muchos. Si yo no puedo observar, por nubes o por cualquier otra razón, siempre hay otro aficionado dispuesto a ello. Sin embargo, observatorios profesionales hay muy pocos y ellos sólo pueden dedicarse a tareas programadas con mucha antelación y necesitan resultados concretos. Los aficionados no estamos sujetos a programación alguna y esa libertad de acción y nuestro gran número, permite grandes campos de actuación. Y por supuesto, resultados excelentes.

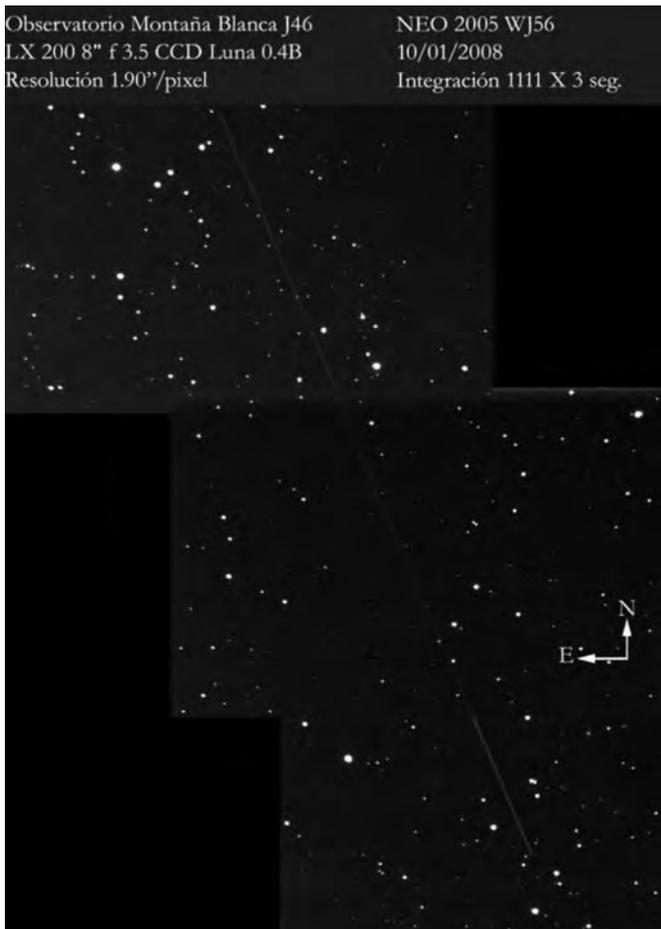
Esa noche no tuve mucha suerte, hubo muchas nubes, por eso el trazo es discontinuo. Sin embargo, el radar de Arecibo pudo fotografiarlo con más precisión, tanta, que el retrato fue perfecto.

Les presento al monstruo:



Unos días antes tuvimos la visita de otro asteroide. (2005 WJ56) pasó un *pelín* más lejos, pero aún así, el trazo que dejó en el cielo fue espectacular.

Alguno pensará que se parece al trazo de una estrella fugaz, o al trazo de un satélite. ¡Bien!, ojalá fuese así, la estrella fugaz se “quema” contra nuestra atmósfera y desaparece casi por completo, pero el tamaño de estas rocas es muy superior a lo que nuestra atmósfera puede detener. Y parecerse al trazo de un satélite, en fin, si el pedrusco pasase tan cerca como están los satélites, *creo* que el trazo que veríamos sería un **poco** mayor.



Y ¿para qué sirve todo esto?, ¿tiene alguna utilidad?

Veamos otro ejemplo.

El 26 de febrero de este año tuve la suerte de ser de los primeros en estudiar el asteroide recién descubierto una noche antes y denominado 2008 DJ. Era relativamente brillante y fue fácil localizarlo y medirlo. El día 27, el MPC con los datos de sólo 4 Observatorios de todo el mundo (entre ellos el mío) rectificó la órbita y por la tarde calificó al pedrusco como de RIESGO DE IMPACTO con la Tierra.

Aunque días después, como la mayoría (afortunadamente) de los catalogados como riesgo 1, bajó a riesgo cero. Ese día, las humildes medidas de un servidor habían servido para controlar los asteroides. El qué hacer si de verdad vienen hacia la Tierra es otra historia y será contada en otra ocasión.

¿Y quién califica y cómo el posible riesgo de impacto con la Tierra?

Un profesor del MIT ideó una escala de riesgo, que posteriormente en una conferencia internacional que se celebró en Turín se adoptó por la comunidad internacional. De ahí su nombre, es una escala muy descriptiva y afortunadamente ningún NEO hoy en día tiene una peligrosidad mayor que el riesgo de nivel 1.

RIESGO NULO (blanco)	
0.	La probabilidad de colisión es cero, o tan baja que es prácticamente cero. Se aplica también a objetos pequeños como meteoros o cuerpos celestes que se desintegran a su paso por la atmósfera, o que raramente caen a la Tierra en forma de meteorito, y sólo excepcionalmente pueden causar daños de algún tipo.
NORMAL (verde)	
1.	Las observaciones ocasionales pueden descubrir el paso cerca de la Tierra de objetos que tienen un cierto peligro de colisión. Los cálculos y análisis realizados muestran que las probabilidades de colisión son extremadamente bajas y no merecen mucha atención y preocupación entre la gente. Con casi total probabilidad, las nuevas observaciones que se hagan llevarán a una reasignación al nivel 0.

**MERECEDORES DE ATENCIÓN POR PARTE DE LOS ASTRÓNOMOS
(amarillo)**

2.	Colisión muy improbable de un objeto que lleva una trayectoria cercana a la Tierra. Merece la atención de los astrónomos, pero no hay motivo de preocupación por parte de la población, ya que el riesgo es muy improbable. Las nuevas observaciones pueden reasignar el riesgo al nivel 0.
3.	Encuentro cercano, merecedor de atención por parte de los astrónomos. Los cálculos indican una probabilidad de colisión de hasta un 1%, capaz de causar destrucción a nivel local. Muy probablemente, las nuevas y más precisas observaciones reconduzcan el peligro al nivel 0. Será necesaria la atención del público y de las autoridades sobre todo si el riesgo de colisión está a menos de 10 años.
4.	Encuentro cercano, merecedor de atención por parte de los astrónomos. Los cálculos indican una probabilidad de colisión de más de un 1%, capaz de causar devastación a nivel regional. Muy probablemente las nuevas observaciones reasignarán el nivel de peligro a 0. Será necesaria la atención del público y de las autoridades sobre todo si el riesgo de colisión está a menos de 10 años.

ACONTECIMIENTOS PREOCUPANTES (naranja)

5.	Encuentro cercano con un objeto que supone una amenaza seria, pero todavía incierta, de devastación regional. La atención crítica de los astrónomos es necesaria para determinar si existe o no la posibilidad de un choque. Si la colisión está prevista para menos de 10 años, deben considerarse medidas gubernamentales de urgencia.
6.	Encuentro cercano con un gran objeto que supone una amenaza seria, pero todavía incierta, de una catástrofe global. La atención crítica de los astrónomos es necesaria para determinar si existe o no la posibilidad de un choque. Si la colisión está prevista para menos de 30 años, deben considerarse medidas gubernamentales de urgencia.
7.	Encuentro muy cercano con un gran objeto, que si ocurriera en el mismo siglo, supondría una amenaza sin precedentes, pero todavía incierta, de catástrofe global. En estos casos, deben planificarse medidas internacionales, y especialmente la necesidad de determinar rápidamente y con la mayor certeza posible si la colisión tendrá lugar o no.

COLISIÓN SEGURA (rojo)	
8.	La colisión es segura, y con capacidad para causar destrucción localizada si impacta en tierra o un tsunami si impacta en el mar. Tales acontecimientos se presentan de media entre una vez cada 50 años y una vez cada varios miles de años.
9.	La colisión es segura, y con capacidad para causar destrucción regional sin precedentes si impacta en tierra o un tsunami devastador si lo hace en el mar. Tales acontecimientos se presentan de media entre una vez cada 10.000 años y una vez cada 100.000 años.
10.	La colisión es segura, y con capacidad para causar una catástrofe climática global que pueda amenazar el futuro de la civilización tal como la conocemos impacte donde impacte, en tierra o en el océano. Tales acontecimientos se presentan de media una vez cada 100.000 años, o menos frecuentemente.

El mayor riesgo lo tuvo el asteroide Apophis que, como ya cité más arriba, los periódicos no tardaron en darle un protagonismo exacerbado. Claro que el pedrusco llegó a categoría 4. En fin, por ahora no es preocupante, volverá a pasar muy cerca en 2029 y entonces ya podremos ver si impacta o no en el 2036. Además su tamaño se ha datado en unos 250 metros por lo que no entra siquiera en la consideración de PHA.

Hasta el 2036 tenemos tiempo, incluso de deliberar qué hacer cuando se acerquen de veras. El problema es que, quizás ahora, un asteroide mucho más grande, tal vez de varios kilómetros de tamaño, ande perdido por el espacio del Sistema solar; tal vez Júpiter le dé un impulso gravitatorio y en estos momentos, mientras ustedes me escuchan, ese pedrusco venga directo a nosotros, camino de la Tierra.

Duerman tranquilos, que yo, dentro de mi Observatorio, estaré vigilando.

AGRADECIMIENTOS

- Al Profesor González de Posada, por hacerme partícipe de esta aventura.
- A los académicos, por el honor que me han concedido.
- A Ramón Naves, por ayudarme a “hacer Astronomía”.
- A Juan Antonio Henríquez, por ayudarme a “sacar el MPC”.
- A Gustavo Muler, por su constancia e ilusión diarias.
- A todos los que conozco y que disfrutan observando el cielo.

COLECCIÓN: *DISCURSOS ACADÉMICOS*

- 1.- *La Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote en el contexto histórico del movimiento académico.* (Académico de Número).
Francisco González de Posada. 20 de mayo de 2003.
Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
- 2.- *D. Blas Cabrera Topham y sus hijos.* (Académico de Número).
José E. Cabrera Ramírez. 21 de mayo de 2003.
Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
- 3.- *Buscando la materia oscura del Universo en forma de partículas elementales débiles.* (Académico de Honor).
Blas Cabrera Navarro. 7 de julio de 2003.
Amigos de la Cultura Científica.
- 4.- *El sistema de posicionamiento global (GPS): en torno a la Navegación.* (Académico de Número).
Abelardo Bethencourt Fernández. 16 de julio de 2003.
Amigos de la Cultura Científica.
- 5.- *Cálculos y conceptos en la historia del hormigón armado.* (Académico de Honor).
José Calavera Ruiz. 18 de julio de 2003.
INTEMAC.
- 6.- *Un modelo para la delimitación teórica, estructuración histórica y organización docente de las disciplinas científicas: el caso de la matemática.* (Académico de Número).
Francisco A. González Redondo. 23 de julio de 2003.
Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
- 7.- *Sistemas de información centrados en red.* (Académico de Número).
Silvano Corujo Rodríguez. 24 de julio de 2003.
Excmo. Ayuntamiento de San Bartolomé.
- 8.- *El exilio de Blas Cabrera.* (Académica de Número).
Dominga Trujillo Jacinto del Castillo. 18 de noviembre de 2003.
Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas. Universidad de La Laguna.
- 9.- *Tres productos históricos en la economía de Lanzarote: la orchilla, la barrilla y la cochinilla.* (Académico Correspondiente).
Agustín Pallarés Padilla. 20 de mayo de 2004.
Amigos de la Cultura Científica.
- 10.- *En torno a la nutrición: gordos y flacos en la pintura.* (Académico de Honor).
Amador Schüller Pérez. 5 de julio de 2004.
Real Academia Nacional de Medicina.

- 11.- *La etnografía de Lanzarote: “El Museo Tanit”*. (Académico Correspondiente).
José Ferrer Perdomo. 15 de julio de 2004.
 Museo Etnográfico Tanit.
- 12.- *Mis pequeños dinosaurios. (Memorias de un joven naturalista)*. (Académico Correspondiente).
Rafael Arozarena Doblado. 17 diciembre 2004.
 Amigos de la Cultura Científica.
- 13.- *Laudatio de D. Ramón Pérez Hernández y otros documentos relativos al Dr. José Molina Orosa*. (Académico de Honor a título póstumo).
 7 de marzo de 2005.
 Amigos de la Cultura Científica.
- 14.- *Blas Cabrera y Albert Einstein*. (Acto de Nombramiento como Académico de Honor a título póstumo del Excmo. Sr. D. **Blas Cabrera Felipe**).
Francisco González de Posada. 20 de mayo de 2005.
 Amigos de la Cultura Científica.
- 15.- *La flora vascular de la isla de Lanzarote. Algunos problemas por resolver*. (Académico Correspondiente).
Jorge Alfredo Reyes Betancort. 5 de julio de 2005.
 Jardín de aclimatación de La Orotava.
- 16.- *El ecosistema agrario lanzaroteño*. (Académico Correspondiente).
Carlos Lahora Arán. 7 de julio de 2005.
 Dirección Insular del Gobierno en Lanzarote.
- 17.- *Lanzarote: características geoestratégicas*. (Académico Correspondiente).
Juan Antonio Carrasco Juan. 11 de julio de 2005.
 Amigos de la Cultura Científica.
- 18.- *En torno a “lo fundamental”: Naturaleza, Dios, Hombre*. (Académico Correspondiente).
Javier Cabrera Pinto. 22 de marzo de 2006.
 Amigos de la Cultura Científica.
- 19.- *Materiales, colores y elementos arquitectónicos de la obra de César Manrique*. (Acto de Nombramiento como Académico de Honor a título póstumo del Excmo. Sr. D. **César Manrique Cabrera**).
José Manuel Pérez Luzardo. 24 de abril de 2006.
 Amigos de la Cultura Científica.
- 20.- *La medición del tiempo y los relojes de Sol*. (Académico Correspondiente).
Juan Vicente Pérez Ortiz. 7 de julio de 2006.
 Caja de Ahorros del Mediterráneo.
- 21.- *Las estructuras de hormigón. Debilidades y fortalezas*. (Académico Correspondiente).
Enrique González Valle. 13 de julio de 2006.
 INTEMAC.

- 22.- *Nuevas aportaciones al conocimiento de la erupción de Timanfaya (Lanzarote)*. (Académico de Número).
Agustín Pallarés Padilla. 27 de junio de 2007.
Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
- 23.- *El agua potable en Lanzarote*. (Académico Correspondiente).
Manuel Díaz Rijo. 20 de julio de 2007.
Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.
- 24.- *Anestesiología: Una especialidad desconocida*. (Académico Correspondiente).
Carlos García Zerpa. 14 de diciembre de 2007.
Hospital General de Lanzarote.
- 25.- *Semblanza de Juan Oliveros. Carpintero - imaginero*. (Académico de Número).
José Ferrer Perdomo. 8 de julio de 2008.
Museo Etnográfico Tanit.
- 26.- *Estado actual de la Astronomía. Reflexiones de un aficionado*. (Académico Correspondiente).
César Piret Ceballos. 11 de julio de 2008.
Illtre. Ayuntamiento de Tías.

**HOTEL CORBETA
YAIZA (LANZAROTE)**

Patrocina:
Ilte. Ayuntamiento de Tías