

· AstroRED ·

ASTRONOMÍA DIGITAL

Número 7, 31 de enero de 2000

<http://digital.astrored.org>

Divulgación
en Internet

**CONSTRUCCION DE
UN OBSERVATORIO**

FOTOMETRIA CCD

Ciencia ficción

LA SAGA DE «LA FUNDACION»



La Estrella de Belén y los Reyes Magos

Guía para los autores

Introducción

Todas las personas están invitadas a enviar sus artículos y opiniones a **Astronomía Digital**. Las siguientes instrucciones están pensadas para su envío y procesado en el formato electrónico en el que se genera la revista. Estas son las guías y condiciones generales para la publicación en **Astronomía Digital**, pero quedan sujetas a la opinión de la redacción.

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.

Puesto que el formato de envío es ASCII, las tablas deben escribirse tabuladas como el siguiente ejemplo.

Planeta	UA	Magnitud
Mercurio	0,3	-1,8
Venus	0,7	-4,3
Marte	2,5	-1,2

Si va a incluir fórmulas complicadas, en la página de **Astronomía Digital** existe un apartado explicando detalladamente el lenguaje de fórmulas utilizado en LaTeX.

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

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).

Antes de enviar definitivamente el artículo, revise el archivo de texto final con el bloc de notas del Windows, o en su defecto por cualquier otro procesador de textos, para comprobar que todo está correctamente.

Instrucciones de envío

Primero póngase en contacto con alguno de los redactores indicándole la disponibilidad de su artículo enviando un mensaje a digital@astrored.org. En caso de interés la redacción le pedirá que envíe a esa misma dirección un mensaje con el texto e imágenes del artículo.

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 207
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.

Índice General

Divulgando astronomía en Internet — <i>Miquel Serra-Ricart y Ángel Gómez</i>	4
Tras la pista de los Reyes Magos y la Estrella de Belén — <i>Jesús Gerardo Rodríguez Flores</i>	6
Enseñanza de la astronomía — <i>Gabriel Otero Gaynicotch</i>	12
Cómo construir un observatorio en un instituto público y no morir en el intento — <i>Rafael Gómez Farfán</i>	16
Fotometría CCD con filtros — <i>Diego Rodríguez</i>	19
Astronomía y Matemáticas — <i>Francisco J. Tapiador</i>	21
GUIA DIGITAL — <i>Gabriel Rodríguez Alberich</i>	23
Introducción a la serie <i>La Fundación</i> — <i>Javier Cantero</i>	25

Editorial

¡Feliz año nuevo! Nos permitirán que esperemos al menos un año más en felicitarles el nuevo siglo y milenio. Después del cambio de cifras, parece que ni siquiera las predicciones agoreras menos espectaculares se han producido. Ni el mundo se acabó, ni siquiera los ordenadores han dejado de funcionar, así que, una vez más, **Astronomía Digital** vuelve a aparecer.

Este número tenemos varias novedades. Si has pasado por nuestra página web para copiarte el archivo PDF (o si lees estas líneas desde ahí), habrás apreciado un cambio de imagen. Esperemos que de esta forma sea más sencillo para los internautas acceder a nuestros contenidos. Además, en la versión impresa, también hemos cambiado el diseño de portada.

Por otra parte, desde ahora sólo estaremos disponible en formato PDF, mucho más compacto que el PostScript, lo que nos permitirá en un futuro incluir más contenidos sin penalizar el tiempo de descarga.

En este número, una vez más tenemos el placer de contar con una colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias. Al pasar esta página, encontrarás un artículo sobre la divulgación realizada con ayuda de Internet por científicos desde el IAC. Y algunas páginas más adentro, nuestro amigo Rafael Gómez Farfán, desde Córdoba, nos relata su peripecias para sacar adelante el Observatorio Astronómico Nicolás Copérnico. Que cunda el ejemplo.

Buenas noches... de observación, naturalmente.

Víctor R. Ruiz



Miquel Serra-Ricart y Ángel Gómez | Observatorio del Teide, Instituto de Astrofísica de Canarias

En los últimos años la web (conocida extensamente como internet o red de redes) ha experimentado un desarrollo espectacular y se convertirá, sin lugar a dudas, en el medio de comunicación más importante del siglo XXI.

La web como medio de comunicación.

La web ha demostrado ser un instrumento versátil, a la vez que sencillo para el usuario, tanto para comunicaciones específicas entre científicos como para divulgar la ciencia al público en general. Y cuales son las características de la web que la hacen diferente a los medios de comunicación tradicionales (prensa escrita, radio y televisión). Desde nuestro punto de vista tres son las propiedades que definen y diferencian a la web: interactividad, caos y dinamismo.

Tres son las propiedades que definen y diferencian a la web: interactividad, caos y dinamismo

La posibilidad de elegir la información que se nos ofrece hacen de la web el medio de comunicación más interactivo del momento. En la web las páginas no van unas detrás de otras sino que tenemos la posibilidad de abrir el libro por donde nosotros queramos. Hoy en día es incluso posible controlar las imágenes que recibimos (por ejemplo ya existen cámaras disponibles en la web donde el internauta maneja sus movimientos para apuntar donde desee).

En segundo lugar la web es caótica (y queremos aclarar que caos no es sinónimo de desorden). Un sistema caótico es aquel que es muy difícil de predecir, o lo que es lo mismo, que a pequeños estímulos puede responder con grandes efectos. Y eso es la web, empiezas buscando

información sobre el estado de las misiones de la NASA a Marte y acabas visitando un museo virtual de arte.

Empiezas buscando información sobre el estado de las misiones de la NASA a Marte y acabas visitando un museo virtual de arte

Pero de todas sus características probablemente la más interesante sea su dinamismo, la web puede ofrecer noticias en cualquier lugar del planeta casi de forma inmediata. Este dinamismo hace que las páginas web se actualicen constantemente y como todos sabemos lo primero que solemos mirar en el contenido de cualquier página web es la fecha de actualización para acto seguido pasar al apartado de novedades.

Divulgando desde el IAC.

Todas las propiedades enumeradas hasta el momento hacen de la web un instrumento también útil para la divulgación (y la docencia) de eventos científicos. Por tanto, no es de extrañar, que en los dos últimos grandes eventos astronómicos de finales de siglo, el eclipse total de Sol del 11 de agosto de 1999 y la lluvia de estrellas del pasado 18 de noviembre, la web se convirtiera en punto de encuentro obligado. En ambos casos desde el Instituto



Figura 1: Patricia, la chica del programa *El Informal*, durante la entrevista a Miquel Serra como organizador de la expedición. © 1999 Shelios®-Carme Gallart

de Astrofísica de Canarias (IAC) se crearon portales web con un doble objetivo: divulgar la ciencia que íbamos a realizar desde nuestro centro e involucrar a los estudiantes en nuestros proyectos astronómicos.

Expediciones Shelios.

Desde Shelios 99 (<http://www.shelios.com>) y haciendo uso de los avances más recientes en imagen y vídeo, se ofreció, a más de 50.000 personas, desde información de lo que representa un eclipse para la Astronomía hasta la emoción de los minutos que preceden a la “fugaz noche”. Sólo el colapso en la red el mismo día 11 de agosto, nos impidió retransmitir imágenes en directo del Sol y desde una cámara web, del que, sin lugar a dudas, se convirtió en el espectáculo celeste con más audiencia de finales de siglo.

En Shelios 99 también se ideó un concurso interactivo de Astronomía, La Ruta del Sol (<http://www.shelios.com/rutasol>), que estaba orientado en especial a alumnos del primer ciclo de ESO, y que a partir de un mapa interactivo ofrecía la posibilidad de hacer una ruta virtual paralela a la que realizamos expedición, en la que el participante, a través de preguntas que se renovaban cada pocos días, iba avanzando por distintas ciudades europeas hasta alcanzar Kastamonu, ciudad turca, destino final de Shelios 99. La participación en el concurso fue elevada y por las respuestas ofrecidas parece que los conocimientos de astronomía son cada vez mayores entre los internautas, cosa que nos produce gran alegría.

El Proyecto educativo Leonidas 99.

El Proyecto educativo Leonidas 99 fue la guinda final a un buen año para la Astronomía. Las predicciones para lluvia de las leonidas eran muy favorables y desde el IAC organizamos una observación multitudinaria del fenómeno al tiempo que ofrecíamos información general

de la lluvia (<http://www.iac.es/educa/leo99>). Los objetivos de Leonidas 99 eran dos: por un lado introducir a los jóvenes estudiantes en una investigación científica real, y por otro lado contribuir con los datos aportados, al conocimiento de las propiedades físicas del enjambre de las Leonidas.

Sólo el colapso en la red el mismo día 11 de agosto, nos impidió retransmitir imágenes en directo del Sol

Para conseguir los anteriores objetivos se redactó una Unidad Didáctica que se puso a disposición en la web al tiempo que se enviaba por correo ordinario a los distintos centros de todo el país de educación primaria. Gracias a las fantásticas condiciones atmosféricas reinantes en toda la península la noche de la lluvia, el proyecto fue un éxito rotundo.

En estos momentos estamos analizando la ingente cantidad de leonidas enviadas por los participantes. Las palabras de apoyo de los más de 1200 escolares, que finalmente participaron en el proyecto, nos animan a seguir ofreciendo más astronomía, como no, a través de la web.

Ω

Miquel Serra-Ricart
mserra@ot.iac.es

Ángel Gómez

agomez@ot.iac.es

Observatorio del Teide

Instituto de Astrofísica de Canarias

38200 La Laguna, Tenerife

España

Tras la pista de los Reyes Magos y la Estrella de Belén

Jesús Gerardo Rodríguez Flores | Sociedad Astronómica de la Laguna (México)

Los temas más fascinantes de nuestra cultura sin lugar a dudas son aquellos que involucran misterio, el mito, y la tradición. El presente tema puede resultar ciertamente polémico. Siempre que se mezcla la ciencia y la religión, la historia y la leyenda, tenemos un caldo de cultivo para las más diversas interpretaciones. El presente trabajo es una visión muy personal, de un suceso mítico o histórico, que ha atraído la atención de nuestra civilización occidental desde hace siglos: ¿qué era la estrella de Belén? ¿Eran los Reyes Magos consumados astrónomos?

El Sincretismo religioso del nacimiento de Cristo.

Sin duda alguna un acontecimiento importante en la historia de los Reyes Magos fue la aparición de la Estrella de Belén que los guiaría hasta el sitio donde nacería Jesucristo el Mesías. Por lo mismo su fecha de nacimiento es de vital importancia. Sin embargo no se conoce a ciencia cierta la fecha de su nacimiento. Tal vez para algunos que no estén adentrados en la Natividad de Cristo consideren esto inútil: “¿Para qué? Sabemos que nació la noche de entre el 24 y 25 de diciembre del primer año de nuestra era”. Pues en realidad están equivocados y aquí pondremos en claro todos los detalles para posteriormente pasar a la posible fecha del nacimiento de Cristo.

El problema de la fecha ocasionó que en la antigüedad se llegaran a plantear 136 fechas diferentes, lo cual no ayudaba mucho para ponerse de acuerdo en las celebraciones religiosas.

Ciertamente los primeros cristianos no consideraban muy importante celebrar en determinada fecha la natividad pero predominantemente lo hacían el 6 de enero como lo continúan celebrando los ortodoxos griegos, etíopes y sirios, y que en menor medida conservan los católicos en su calendario litúrgico como la Epifanía o Manifestación del Mesías. Sin dar mayores detalles, San Clemente de Alejandría escribió que ciertos teólogos egipcios habían determinado que Jesús nació un 20 de abril o el 6 de enero. Lamentablemente no existe ningún registro de sus deducciones.

Los primeros cristianos no consideraban muy importante celebrar en determinada fecha la natividad

En realidad el 25 de diciembre fue oficialmente considerado como la fecha de Navidad por el Papa Julio I hacia el siglo IV por varias razones, entre las que destacaba el estar importancia a algunos ritos paganos que se celebraban en la misma fecha. Por ejemplo las festividades saturnales destinadas a Saturno-Cronos, un antiguo dios romano de la agricultura y la fertilidad; así como las fiestas en honor a Baco. También en la misma fecha



Figura 1: Adoración a los Reyes Magos, el Bosco.

los soldados romanos festejaban a Mitra, un dios védico cuyo culto se originó en la India y se extendió por Persia y alcanzó Roma. Mitra al igual que otros patronos de la agricultura experimentaba periódicamente una pasión, una muerte y una resurrección, al igual que las diversas deidades relacionadas con el Astro Rey.

Pero más que nada, la determinación del 25 de diciembre como la navidad tuvo razones simbólicas y sincréticas, debido a que ese día se celebraba el “Dies Natalis Invicti Solis” (día del nacimiento del Sol invicto), fecha de alegría establecida por el emperador Aureliano hacia el año 274. Hacia el 21 de diciembre tiene lugar el Solsticio de invierno, la palabra solsticio proviene del latín “stare”, que significa detenerse. Ese día el Sol alcanza su punto más declinante hacia el sur y las noches son más largas (simbólicamente, las tinieblas vencen a la luz divina). Pero después de un corto periodo, el Sol remonta rumbo a la primavera con lo cual cada día las noches serán más cortas y la luz predomina. Esto simbolizaba para los antiguos un ciclo de pasión, muerte y resurrección en la cual la luz divina o la deidad solar vencía a las tinieblas del mal. Y no me negaran el divino simbolismo solar de se le ha atribuido a Cristo...

Fue así como se escogió el 25 de diciembre como la Navidad, pues era el nacimiento de un nuevo sol que con su luz se abriría paso entre las tinieblas.

Pero el problema del nacimiento de Cristo, no se remonta exclusivamente a un día del año. ¡Incluso el año se calculó mal! Hacia el año 526 de nuestra era, el uso de dos calendarios distintos en oriente y occidente produjeron una desigualdad de cómputo tan grande que fue necesario unificarlos. Para corregir las diferencias entre el calendario judío y el romano, el papa Juan I recurrió al monje Dionisio el Exiguo para que realizara los estudios de cronología necesarios para uniformizar el cómputo y evitar que la pascua se celebrara en dos fechas distintas, el mismo año. Dionisio, era un monje nacido hacia el año 460 en Escitia, antiguo país correspondiente actualmente a Dobrudja, región situada en la costa del mar Negro, entre Bulgaria y Rumania. Desde el 497 vivía en Roma al servicio del papado. Era famoso por su erudición, y anteriormente se había encargado de investigar la fecha de los concilios de Oriente, además de traducir del griego diversas obras teológicas. Para la nueva misión, consultó todas las obras escritas por los antiguos cronógrafos que se conservaban en las bibliotecas de Roma. En aquel entonces el cómputo de los años se regía por el llamado calendario diocleciano, impuesto por el emperador Diocleciano y que arrancaba, no desde la fundación de Roma, sino desde el inicio de su mandato (284-313). Dionisio el Exiguo consideraba poco conveniente que el mundo cristiano contara los años a partir de la era de un conocido “perseguidor impío de la iglesia” y prefirió en contra partida iniciar un cómputo a partir del nacimiento de Cristo.

Para corregir las diferencias entre el calendario judío y el romano, el papa Juan I recurrió al monje Dionisio el Exiguo

Ocurre que cuando se uniformizaron los calendarios de oriente y occidente, Dionisio el Exiguo fijó la fecha del nacimiento de Cristo hacia el año 753 de la fundación de Roma. Pero no tomó en cuenta un pequeño detalle: ¡Herodes el Grande había muerto en el 750, cuatro años antes! Es obvio que el venerable monje cometió un soberano resbalón. Con ello, Cristo debió nacer hacia el 748 o 749 de la fundación de Roma, uno o dos años antes. Tal parece que Dionisio no se dio cuenta de su equivocación. Su obra “Sobre la Pascua” que popularizó su calendario fue aceptado en todo el mundo cristiano. Dionisio el Exiguo murió entre el 537 y el 555. Posterior a su muerte, la Iglesia de Inglaterra, a través del Sínodo de Whitby (644) también aceptó el cómputo. El calendario de Dionisio fue ampliamente popularizado en Inglaterra por Beda el Venerable (673-735), un monje benedictino de asombrosa erudición, el cual utilizó el cómputo en su monumental obra “Historia eclesiástica de los ingleses” que alcanzó un notable éxito. Aunque Beda tenía ciertas dudas sobre la exactitud del calendario de Dionisio, tal parece que nunca se dio tiempo de verificarlo. La Iglesia francesa asumió el sistema de cómputo en el 742 por medio del “Concilium

Germanicum” y posteriormente las Iglesias de Hispania e Italia. Irónicamente fue Roma la última en adoptarlo, puesto que continuaban con el cómputo introducido por Constantino en el año 312. Sería en el siglo IX cuando Roma se adaptaría al “cómputo cristiano” con todo y su “error”.

Y el error en el cómputo prevalece hasta la actualidad...

Por el error en la muerte de Herodes, la era cristiana parecía desfasada cuatro años del verdadero nacimiento de Jesucristo. Por si fuera poco, recordaremos por las escrituras, que Herodes ordenó matar a todos los niños menores de dos años, lo cual nos indica que Jesús ya estaba algo crecido. Hasta aquí es de suponerse que el año del nacimiento de Cristo se remonta al año 6 antes de nuestra era. Si a esto le agregamos que el edicto de empadronamiento que ordenó el emperador Augusto, al que tuvo que acatar José y dirigirse a Belén, fue promulgado en el año 8 “antes de Cristo”, nos da un rango de fechas en los cuales podemos tener la seguridad de no errar.

Hasta este momento todo lo que estamos obteniendo a partir de una investigación histórica, pero a partir de aquí utilizaremos una curiosa relación que de otra forma jamás obtendríamos la fecha del nacimiento de Cristo. Emplearemos astronomía, astrología, religión y tradición. Recordemos que en aquel tiempo la astronomía y la astrología aún estaban unidas, y que ciencia y religión no estaban tan desvinculadas en la mente del hombre como creemos que están ahora. Entremos pues libres de complejos a determinar cuando apareció la “Estrella de Belén”.

Tras la pista de la Estrella de Belén.

El problema inicia al considerar lo siguiente: ¿Qué fue la estrella de Belén? En este punto hay infinidad de hipótesis para todos los gustos, desde las más ortodoxas a las más descabelladas. Por ejemplo podríamos hablar de una estrella espontánea y de origen divino, o de un objeto volador no identificado (definición científica que poco o nada tiene que ver con los “platillos voladores”), pero hay otras hipótesis que consideramos como más viables. Dentro de la astronomía se postula que la estrella de Belén pudo ser un cometa muy luminoso que surcó los cielos de la época o una estrella que explotó como una colosal supernova. Sin embargo estas hipótesis se debilitan ante los hechos conocidos. Primero, no existe registro de ningún cometa luminoso en aquella época, además de que los antiguos (y uno que otro ignorante moderno) consideraban a los cometas como signos de catástrofes. Es segundo término, no existe ningún registro de una explosión de supernova para esa época, la cual habría sido registrada por las diversas civilizaciones del planeta, como ha ocurrido con portentos semejantes en otras fechas.

Descartadas ambas hipótesis, consideremos ahora una valiosa ayuda lingüística. Los textos evangélicos al referirse a la estrella de Belén utilizan la palabra latina “stella” que significa indistintamente estrella, grupo de estrellas, constelación o conjunción. Por lo tanto bien pudo ser más bien una conjunción de estrellas o planetas. Basándonos



Figura 2: Adoración a los Reyes Magos, Velázquez.

en esta hipótesis todo es cuestión de utilizar una computadora con el programa adecuado para localizar una conjunción importante que haya sido presente entre los años 8 y 6 antes de nuestra era.

En este punto, puse a trabajar uno de tantos programas de simulación astronómica que existen en el mercado. En particular el ya viejito “EZCosmos”. Ante mi asombro una de tantas simulaciones dio como resultado una curiosa conjunción que tuvo lugar en el Cercano y Medio Oriente. El Sol, la Luna y cuatro planetas, los más brillantes del firmamento, se reunieron prácticamente en la constelación de Piscis. Allí encontramos al Sol y la Luna siendo escoltados por los planetas Júpiter, Saturno y Venus. Todos ellos en la constelación de Piscis. Mientras que en la vecindad se encuentra Mercurio en la frontera entre Piscis y Acuario. ¡Esta es la “Stella de Belén”! ¡En otras palabras “La conjunción de Belén”!

La fecha: 1 de marzo del año 7 antes de nuestra era.

¿Pero existen bases suficientes para sostener que Jesucristo nació aproximadamente hacia esa fecha? Probablemente. Simplemente consideremos los siguientes factores. Parece extraño que si apareció un portentoso celeste como la “Estrella de Belén” solamente el evangelista San Mateo lo reportara, y no existen más escritos al respecto en la región. Esto se explicaría con nuestra conjunción fácilmente, pues al participar el Sol de esta conjunción, es obvio que ni Piscis, ni la luna y los planetas serían visibles durante el día y por lo tanto solo los sabios versados en astronomía y astrología tendrían conocimiento de tan inusual acontecimiento. Precisamente es aquí donde entran en relación los Reyes Magos (que probablemente provenían de Persia) y que eran capaces de calcular

cuando ocurriría una conjunción de este tipo. Además, como en Persia predominaba la religión de Zoroastro, los Magos de oriente seguramente relacionaron la conjunción con una profecía de Zoroastro sobre la venida del Mesías, que junto con los textos de los profetas hebreos - principalmente Miqueas - señalaban que el mesías nacería en Belén de Judá.

Los Magos de oriente seguramente relacionaron la conjunción con una profecía de Zoroastro sobre la venida del Mesías

Además agregaremos de dato que si había pastores con sus ovejas en los campos durante la fecha de su nacimiento, esto no podía ocurrir entre noviembre y los albores de marzo que es el periodo de parto de las ovejas, según el Talmud, y se mantienen en corrales cerrados. Justo a tiempo habrían salido los pastores para adorarlo.

Mucho tiempo después de haber desarrollado mis simulaciones, me enteré que dicha conjunción había sido sugerida como “estrella de Belén” nada menos que por Johannes Kepler hacia el año 1606. La única diferencia es que Kepler pudo tardar años haciendo cálculos para encontrar dicho “portento celeste” mientras que yo solo necesite unos pocos minutos con una computadora. Cabe agregar que determinadas conjunciones simples de planetas tienen lugar cada veinte años, mientras las triples son cada doscientos cincuenta y ocho años. La última se observó en 1940-41 bajo el signo de Aries y no se repetirá hasta el año 2198.

También existen algunas leyendas en torno a la estrella de Belén. Según las crónicas bizantinas, se desplazó con parsimonia, siempre al costado derecho de los Reyes durante todo el viaje, muy baja, de modo que iba casi rozando las palmeras. La tradición persa dice, según P. Markel, que la estrella era roja. El lapidario bizantino Teodoros Angelis, de acrisolada estirpe imperial, afirmó que al concluir su providencial cometido estalló espléndidamente como una flor de luz y los trozos se esparcieron y son hoy todos los rubíes que existen en la Tierra.

Y para concluir el último dato: la “Conjunción de Belén” tuvo lugar sobre la constelación del Piscis, en un periodo en el cual los astrónomos-astrologos de la antigüedad consideraban se iniciaba la era de Piscis, y de allí su influencia en la religión que predominaría para esta era. Piscis simboliza el pez, un símbolo que caracteriza a la religión cristiana. ¡Y Jesucristo es el pescador de hombres...!

Los Reyes Magos adoptados por la cristiandad.

Todo un enigma envuelve a los “sabios de oriente”, lo que en la actualidad conocemos se debe más que nada a la leyenda o tradición mas que a los hechos reales. Las únicas referencias que se tienen sobre ellos provienen del

Evangelio de San Mateo y de algunos Apócrifos, y en ninguno de ellos los califican de reyes. A decir verdad, en los textos originales la palabra “sabios” es derivada del griego “magoi” y el latín “magi”. Dichas palabras parecen provenir a su vez de la palabra “magu”, nombre dado a los sacerdotes persas en la religión zoroástrica. Durante muchos años se considero a los sacerdotes como depositarios de todo conocimiento importante. No solo las técnicas para propiciar a los dioses, sino el estudio de los cuerpos celestes y sus supuestas relaciones con los asuntos humanos, lo cual era muy tradicional en Babilonia. En otras palabras eran astrólogos-astrónomos. Los judíos, que siglos atrás habían sufrido el destierro en Babilonia, conocieron la categoría de “magos” de dichos sacerdotes, lo cual podría dar lugar a que San Mateo los denominara de dicha forma. Otras versiones en cambio los identifican como sacerdotes de Mitra, un dios solar con ciertas pautas de semejanza a Cristo. Lo cierto es nunca se les denomina en los textos como “reyes”. En los primeros siglos del cristianismo la palabra “mago” se convirtió en “no grata” para los cristianos pues recordaba la confrontación de Simón el Mago con los jefes de la Iglesia. Simón el Mago había sido acusado de hechicería e incluso de dar origen al gnosticismo cristiano y a la herejía de los “simoníacos” que duro dos siglos. Por lo mismo los “Magos de Oriente” fueron transformados por la tradición en “Reyes de Oriente” y al cabo de un tiempo en “Reyes Magos”.

La leyenda dorada de los Reyes Magos nació en el siglo IV de nuestra era

En un principio el número de los Magos fue indeterminado. En las pinturas de las catacumbas romanas fueron a veces dos, y otras cuatro. La Iglesia de Siria creyó que eran doce que prefiguraban los doce futuros apóstoles. Algunas tradiciones de la Iglesia Copta elevan el número hasta sesenta y citan los nombres de más de una docena de ellos. Finalmente en el siglo IV su número es fijado en tres por Orígenes, un conocido escritor eclesiástico.

La leyenda dorada de los Reyes Magos nació en el siglo IV de nuestra era. Se encuentra en el “Opus imperfectum in Mattheum” redactado en latín por un escriba iraní cristiano. Sin embargo los investigadores mas versados en esta obra han dejado en manifiesto que este libro fue inspirado en el llamado “Libro de Set”, redactado en el siglo III de nuestra era, en la región de Edessa. En la leyenda los reyes tienen cada uno un reino, y esperan una estrella en el cielo cuyo significado conocen perfectamente, eran religiosos y justos con sus pueblos. En el siglo II empieza la iconografía de los reyes magos. De vuelta a sus países, los Reyes vivieron piadosamente en la religión de Jesús en la cual supuestamente son instruidos por el apóstol Santo Tomás, abjuraron de sus prácticas paganas, hasta que, en el año 70, ya muy avanzados en años, sufrieron el martirio.

En el siglo V el Papa San León, habla de ellos como si hubieran existido realmente y fija su número en tres. En el siglo VI la iconografía les da a los magos una premeditada diferenciación en la edad: dos de ellos son re-

presentados con barba y el tercero si ella. En el siglo IX, hacia 845, en el “Liber Pontificalis” de Rávena aparecen nombrados como Bithisarea, Melichior y Gathaspa. El antes mencionado Beda El Venerable recoge los nombres y atributos de los Reyes Magos en uno de sus textos: “El primero de los Magos fue Melchor, un anciano de larga cabellera cana y luenga barba... fue él quien ofreció el oro, símbolo de la realeza divina. El segundo, llamado Gaspar, joven, imberbe de tez blanca y rosada, honró a Jesús ofreciéndole incienso, símbolo de la divinidad. El tercero, llamado Baltasar, de tez morena (“fuscus” en latín) testimonió ofreciéndole mirra, que significaba que el hijo del hombre debía morir...”. A raíz de este texto, los artistas empezaron a representar a los magos de acuerdo a determinadas edades. De esta manera los magos venían a simbolizar las tres edades del humano: 60, 40 y 20 años, tal y como lo expresa el “Catalogus Sanctorum” de Petrus de Natatibus, del siglo XV.

Otro cambio importante fue el cambio de origen de Baltasar. Aunque Beda El Venerable ya lo mencionaba como de tez morena, durante mucho tiempo nadie imaginó la existencia de un Rey Mago negro. Según la tradición, ellos eran originarios de Persia, por lo cual no podía existir un negro entre ellos. Sin embargo, a partir del siglo XIV, por influencia de la vocación ecuménica de los predicadores empezaron a dar un carácter de universal a los reyes magos. Desde entonces simbolizan las tres razas humanas admitidas en la antigüedad y prefiguradas por los tres hijos de Noé: Sem, Jafet y Cam, tal y como el Antiguo Testamento las define. Y también obviamente arranca la tradición de representar a los Reyes Magos montados sobre animales correspondientes a sus geografías: un caballo, un dromedario y un elefante, respectivamente. Una anécdota curiosa fue la ocurrida en el siglo XVI tras el descubrimiento de América. Al representar los Reyes Magos a todas las razas del planeta, algún devoto cristiano tuvo la idea de que el Nuevo Mundo se viera representado en el cortejo real. De esta forma en el retablo portugués de la Catedral de Viseu, Baltasar en lugar de ser un rey negro es representado como un pintoresco jefe indio de Brasil, con su jabalina emplumada. Para infortunio del promotor de dicha ocurrencia, la idea no prosperó dentro de la arraigada tradición cristiana.

El destino de los Reyes Magos.

Con el tiempo aparecieron sus cuerpos en Milán. ¿Cómo llegaron allí? fue la pregunta que todo mundo se hacía. Para contestarla, en el siglo XII empezó a circular la siguiente tradición:

A principios del siglo cuarto, la anciana madre del primer emperador cristiano, Santa Elena, después de hallar milagrosamente en la colina del Gólgota la Vera Cruz, se preocupó por asegurar a la veneración de los fieles también los despojos mortales de los Reyes Magos, los cuales hasta entonces habían permanecido dispersos, y los hizo trasladar de Persia a la ciudad que ya llevaba el nombre de su hijo, Constantino el Grande. En Constantinopla los

huesos fueron puestos en un gigantesco sarcófago de granito, y permanecieron allí hasta el reinado del emperador Manuel, en tiempos de la Segunda Cruzada, en el siglo XII.

Medio siglo después, el obispo de Milán, San Eustorgio, religioso noble de origen helénico, visitó Constantinopla para que el emperador le permitiera aceptar su reciente nombramiento. El emperador le regalo los cuerpos de los tres reyes, y traslado las veneradas reliquias hasta la lejana sede de su diócesis. Para ello adquirió dos robustos bueyes y un carro, hizo cargar sobre éste el sarcófago y emprendió la marcha. Relata la leyenda que la misma estrella que siglos antes había señalado a los Reyes el camino de Belén, resplandecía en la ruta de San Eustorgio, y lo guió a todo lo largo del difícil camino. Pero al pasar por las ásperas montañas de los Balcanes, sucedió que un lobo hambriento asaltó y desgarró a uno de los dos bueyes. Para continuar su viaje, San Eustorgio domoño a la fiera insolente y la unció al yugo de su víctima. A fuerza de látigo, el lobo salvaje se transformó en lobo de tiro. Así San Eustorgio llega a Milán en el carro tirado por un buey y un lobo manso, cargado con los restos de Melchor, Gaspar y Baltasar, siendo recibido con júbilo por los milaneses. Esta leyenda fue tan aceptada en la Edad Media, que desde fines del siglo XII, fue tenida por hecho histórico irrefutable.

San Eustorgio llega a Milán en el carro tirado por un buey y un lobo manso, cargado con los restos de Melchor, Gaspar y Baltasar

Las reliquias, colocadas en la iglesia de San Eustorgio, fueron uno de los más legítimos orgullos de los milaneses. Pero en 1162 Milán es saqueada y destruida por el emperador alemán Federico Barbarroja. Su consejero Reinaldo de Dassel, obispo de Colonia, no olvidaba, en medio de la contienda, los intereses de su diócesis, y pidió al emperador permiso de llevar a la ciudad renana las ilustres reliquias. Según otros relatos que han llegado hasta nosotros, las reliquias se encontraban en tres sarcófagos donde había tres cuerpos incorruptos, estos sarcófagos estaban rodeados por un círculo dorado, como indicando que no debían ser separados. Cuando Reinaldo se presentó en el templo de San Eustorgio para apoderarse de ellas, los sacerdotes le dijeron que el sarcófago contenía los restos de Dionisio, Rústico y Eleuterio, y que no sabían nada respecto a los nombrados Melchor, Gaspar y Baltasar. Reinaldo, escéptico, mandó que se levantara la pesada losa. Le esperaba una sorpresa aún más grande: la tumba estaba vacía.

Manos piadosas de milaneses habían extraído los huesos durante el sitio de los bárbaros, y los habían sepultado bajo la torre del campanario de la iglesia de San Giorgio al Palazzo. No se sabe a ciencia cierta como fue a parar Reinaldo al escondrijo donde descansaban los restos, lo cierto es que los Santos Reyes fueron localizados y emprendieron un nuevo viaje hacia 1164. Cruzaron los Alpes y siguieron

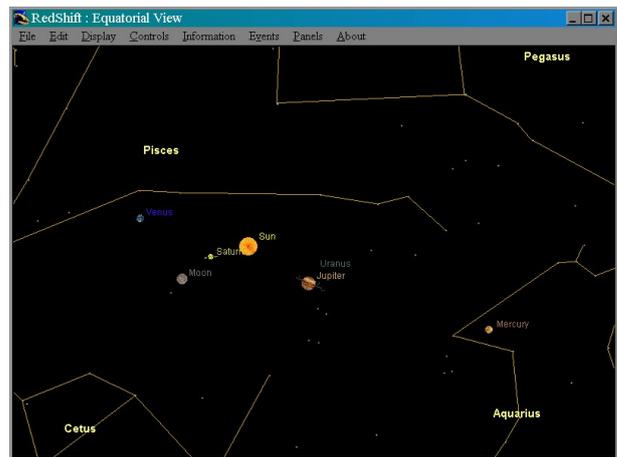


Figura 3: Simulación de la conjunción planetaria atribuible a la “Estrella de Belén”.

el curso del Rin hasta Colonia. En la mismísima Colonia, las leyendas sobre los santos reyes continuaron. Según la tradición, cada calavera de rey conserva su inseparable corona. E incluso una crónica relata que un abad cisterciense de Castilla, Pedro de Gumiel de Hizán, al ser llevado ante la tumba de los Reyes Magos pudo escuchar el tocar de una flauta y los impacientes relinchos de unos caballos (?).

Esta ciudad data del año 50 d.C. y fue mandada fundar por el emperador romano Claudio quien se dice la creó en honor de su mujer la emperatriz Agripina, madre de Nerón, de la cual otras fuentes refieren que allí había nacido. El emperador Claudio quería convertir esta colonia en sitio de descanso para los veteranos de su ejército, para que a las orillas del río Rin tuvieran un sitio ideal para pasar sus últimos años después de haberle servido. La ciudad recibió el nombre de Colonia Claudia Ara Agrippinensis. Todavía en tiempos de Federico Barbarroja la ciudad era reconocida como Colonia Agrippina.

La afluencia de peregrinos de todos los ámbitos del Imperio, que querían venerar a los santos peregrinos de Belén, fue inmensa. Los prelados se vieron precisados a proyectar un templo digno de nuevo culto. El 15 de agosto de 1248 el arzobispo Conrado de Hostaden puso la primera piedra de la catedral de San Pedro. Pocos años después, maese Nicolás de Verdun terminaba el arca, obra maestra de la orfebrería gótica, en que se conservan desde entonces las insignes reliquias. La actual configuración de la catedral presenta siete capillas, la tercera corresponde a la tumba del arzobispo Conrado de Hostaden y la cuarta a las reliquias de los tres Santos Reyes. En sus vitrales destacan la representación de la historia de los Reyes Magos, así como la historia del emperador Constantino y su madre Santa Elena.

Los milaneses nunca se resignaron a la pérdida de los sagrados huesos reales, y siempre que pudieron volvieron a la carga para hacer valer sus derechos sobre ellos. En 1495 Rodrigo Borgia, que fue después el papa Alejandro VI, a instancias del duque de Milán Ludovico el Moro, pi-

dió al arzobispo de Colonia la restitución de las reliquias; pero el sucesor de Reinaldo se negó. Tampoco tuvieron éxito en sus gestiones Pío IV, que era milanés, Gregorio XIII y el rey de España Felipe II que a la sazón dominaba el Milanesado. Finalmente en la frontera del siglo XIX y el XX, triunfó la habilidad diplomática del Cardenal Ferrari, arzobispo de Milán, que obtuvo la restitución de una tibia, un húmero y un esternón, vaya a saber el lector a cual de los Reyes pertenecieron tan “huesudas reliquias”. Estos tres huesos hicieron el viaje en tren, vía Basilea-Lucerna-Como; a su llegada fueron transportados con gran solemnidad a San Eustorgio, y colocados en el antiguo sarcófago.

Sin embargo la parte principal de las reliquias de los magos se encuentra en la catedral gótica de Colonia, donde también han pasado por momentos difíciles que provoca la historia. Debemos recordar que Colonia sufrió los bombardeos de los aliados en un intento por acabar con la Alemania nazi. Los mandos militares aliados fueron muy precisos para con sus pilotos de bombarderos en cuanto a advertirles que por ningún motivo arrojaran bombas contra la Catedral de Colonia, aún así, por un descuido 14 bombas hicieron impacto en ella, perforando algunas bóvedas. Cuando finalmente los estadounidenses ingresaron en Colonia el 6 de marzo de 1945, vieron que en la catedral el altar mayor había desaparecido y aunque parte de la construcción estaba intacta, todas las reliquias habían desaparecido, entre ellas las de Santa Ursula, así como los Reyes Magos. Nuevamente los Santos Reyes Magos habían sido extraídos de la catedral, en esta ocasión para resguardarlos de los bombardeos y demás consecuencias de la guerra. Por fortuna, un par de meses más tarde se supo que las reliquias habían sido encontradas accidentalmente por un joven oficial de Oklahoma cuando exploraba una mina de cobre abandonada, cerca de Siegen en Vestfalia. Ω

Referencias.

Referencias

- [1] “Aventuras en las cinco partes de mundo”, Gutierre Tibón. Editorial Diana. México 1986. Págs. 127-131.

Jesus Gerardo Rodríguez Flores.
Sociedad Astronómica de la Laguna.
Gómez Palacio, Durango. México.
jgerardo@coah1.telmex.net.mx
MegaCosmos
<http://www.astrored.net/megacosmos>

Enseñanza de la astronomía

Gabriel Otero Gaynicotch | Asociación de Aficionados a la Astronomía, Asociación de Profesores de Astronomía del Uruguay

La astronomía como ciencia madre, nos brinda la posibilidad de mostrar un panorama distinto de las ciencias, dejando de lado la compartimentación de conocimientos que nos impone la estructura del sistema educativo. ¿Debemos apuntar a globalizar el conocimiento en una época donde cada vez más, las disciplinas se centran en aspectos más concretos? ¿Cómo podemos conciliar la especificidad de tantas disciplinas con la idea de mostrar el conocimiento como una unidad?

La experiencia uruguaya, con los matices propios de cada docente o cada entorno, ha tendido a mostrar aspectos de la ciencia a los que no se les da la importancia que tienen, en el presente trabajo, aunamos ejemplos, ideas y reflexiones que pretendemos sirvan como punto de partida a la discusión del tema, con el objetivo de sensibilizar a las autoridades de la necesidad de implementar cursos curriculares de la asignatura en la educación media.

Introducción.

La astronomía en el Uruguay, como asignatura curricular obligatoria se dicta desde el año 1889.

Las primeras etapas de la enseñanza de la astronomía, estuvieron marcadas por la mera descripción de los fenómenos físicos y centradas en lo que se da en llamar “astronomía de Posición”. Durante la última etapa, que comienza a partir de 1986, se intenta dar un vuelco a la situación, donde se introduce con mayor fuerza la parte astrofísica. En el correr de los últimos años, en los que me he dedicado a la docencia, he tenido oportunidad de conversar mucho sobre aspectos de la práctica educativa, con cientos de colegas, no solo de astronomía sino de las restantes asignaturas. Todos coinciden en la necesidad de instrumentar la coordinación de las asignaturas, pero la tarea es ardua y difícil. El motivo: los programas de las diferentes asignaturas están absolutamente descoordinados y en muchos casos, si un docente se sale de ese programa o modifica el orden del temario, es posible de un informe de inspección con menor puntuación, lo que lleva a cumplir ese orden, que en algunos casos tiene una cierta lógica pero en otros es totalmente irracional.

La enseñanza primaria, se basa en una modalidad diferente a la que se presenta en secundaria. Ciertos temas se tratan en ciertas épocas, por ejemplo: se habla del otoño, cuando comienza el otoño, se habla de la historia de nuestro prócer en fechas cercanas a la conmemoración de su nacimiento, se habla del libro en la fecha cercana al día del libro. Esta modalidad, llevada a la estructura mental y las características de un niño de 7 y 8 años, pueden ser las más ideales, aunque compañeros maestros me comentan que los temarios y programas están estructurados de esa manera por mera casualidad. Pero no ocurre lo mismo en la educación media, donde se supone el joven ya tiene un bagaje de conocimientos y destrezas que le permiten comenzar a razonar y acceder al nivel del pensamiento abstracto.

En la educación primaria, el niño se enfrenta a un único maestro, y la unidad de los conocimientos están dados por la presencia de ese único maestro. Al pasar a educación media, se da un cambio donde aparecen de golpe 10 o 12 maestros, con 10 o 12 temas que, en apariencia, no tiene nada que ver, allí se produce el primer desorden en la continuidad de la educación, (ni que hablar de la discontinuidad planteada cada 5 años con el cambio de gobierno, que ha llevado a nuestro país a tener prácticamente, 5 experiencias diferentes en forma simultánea). Entonces, allí el conocimiento también se fragmenta, lo que lleva a que el alumno, comienza a considerar que la química y la física son dos materias separadas, o que la historia y la geografía no tienen relación.

Ahora bien, el título de la charla nos habla de transdisciplinariedad, y es quizá, por el momento, algo utópico de llevar a cabo, pero es algo a los que debemos apuntar.

La presente no es una propuesta armada sino una idea para que instrumentemos en la medida de las posibilidades de cada uno, en cada lugar de trabajo o estudio. Se ha ido nutriendo de intercambio con docentes, experiencias realizadas en diferentes colegios y los sueños que todos tenemos acerca de cómo deberían ser las cosas.

Multi-inter-transdisciplinariedad.

Cuando hablamos de multidisciplinario, nos referimos al enfoque de un tema, desde varios puntos de vista, pero sin una coordinación, es decir, le pedimos a varios técnicos que estudien un problema y cada uno elabora su informe, en el caso de lo interdisciplinario, existe una mayor coordinación y ello permite un intercambio de ideas, ahora bien, lo transdisciplinario, hace que nosotros mismos debamos manejar los conceptos y conocimientos de varios técnicos para abordar el problema.

La enseñanza de la astronomía, es un campo fértil para la coordinación con las restantes asignaturas que se imparten en el primer año de bachillerato.

Hay algunas de estas asignaturas, que son ideales para la coordinación, no nos cabe duda de la estrecha relación entre la astronomía y la física o la química, pero veamos donde podemos coordinar con quien, para luego pasar a algunos ejemplos, basados fundamentalmente en trabajos que hemos realizado con colegas. Algunos de ellos, bastante audaces.

Qué, con quién, cómo.

Las asignaturas con las que podemos interactuar, son prácticamente todas las que integran el currículo de la enseñanza media, tengamos en cuenta, como punto de partida, que la serie cosmos, ha sido utilizadas por profesores de ciencias, filosofía e historia, quienes nos comentan que les ha sido de gran utilidad, los que se muestran perplejos, en ocasiones, son los alumnos, ya que es difícil entender como un astrónomo puede hablar de filosofía.

Algunos ejemplos de estas coordinaciones son los siguientes.

Matemáticas. Los temas que tratamos, tienen una base matemática que los hace ideales para que los alumnos vean aplicadas a la vida, las abstracciones. Un ejemplo clásico es el cálculo de distancias por trigonometría, con la utilización de la ballestilla, este método de cálculo, nos permite introducir al alumno en el cálculo de distancias en el universo, progresiones, funciones, cálculo general, trabajo con potencias de diez para el manejo de grandes cifras.

Física. Es uno de los campos ideales de coordinación, ya que el programa de astronomía, recorre las leyes de Kepler y Newton, el desarrollo de la astrofísica, la luz, los espectros, las leyes de la radiación, manejo de conceptos como momento angular, presión, temperatura, densidad, volumen, física de altas energías, entre otros.

Química. El laboratorio, es un lugar que generalmente no hemos visitado mucho, en algunos casos por el hecho de compartir el centro de estudios con otros ciclos de bachillerato donde las clases se desarrollan en este lugar, pero podemos acceder para realizar experiencias sobre ensayos a la llama, análisis espectral o armar un espectroscopio.

En lo teórico, podemos tratar temas como el origen de la energía de las estrellas o adentrarnos en la química de los océanos cuando surgió la vida.

Biología. La biología, nos permite coordinar el tema de la vida en el universo y las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida en la Tierra.

Crucemos la línea divisoria.

Bien, hasta aquí hemos llegado a la coordinación con las ciencias, y no podría pensar que llegamos al final, pero nos proponemos llegar a la coordinación con las asignaturas del área humanística, ya que si no nos equivocamos, somos seres humanos, vivimos en un mismo mundo con el resto de nuestros congéneres y muchos de ellos no solo no se dedican a la ciencia sino que quizá la conocen poco.

Historia. El encare de aspectos históricos es de suma importancia, los programas de astronomía, creo que sin excepciones, dejan la historia de la astronomía como unidad aislada, pero nos proponemos integrarla a todo el curso y tenerla como guía, para hacer de ella el eje cronológico, ya que no podemos hablar de la era espacial sin las leyes de Kepler, o de la astronomía antigua sin ubicar a las culturas griega, egipcia, maya o caldea.

Literatura. Si recordamos que Schlieman encontró la ciudad de Troya leyendo y estudiando con gran detenimiento la Iliada, veremos como tenemos temas para coordinar, recordemos las lunas de Urano, con los nombres de personajes de Shakespeare y la infinidad de leyendas de la mitología de tantas culturas, que dieron nombre a los astros y las constelaciones.

Filosofía. Aquí llegamos a uno de los puntos clave ya que la filosofía nos permite coordinar temas como el origen del universo, la vida, la ubicación del hombre en el cosmos, las religiones y su relación con la ciencia, las corrientes epistemológicas y los métodos de la ciencia.

En el caso de las restantes asignaturas, se pueden realizar coordinaciones puntuales y las podemos comentar de manera informal con quien desee o tenga alguna propuesta a partir de esta charla, cuyo objetivo fundamental es disparar la discusión.

Algunas coordinaciones realizadas.

Desde 1987, dicto clases de astronomía, mi ingreso fue casual y casi accidental, ya que me pidieron que realizara una suplencia en el observatorio de un liceo de mi ciudad, ya que al ser astrónomo aficionado desde 1981, quien me ofreció el cargo, consideraba que era la persona indicada para desarrollar una tarea que consistía en trabajar con telescopios y a cielo abierto. En todos estos años, la experiencia adquirida me ha permitido explorar en nuevas propuestas y el intercambio con los docentes de otras asignaturas, en los que el tema de la coordinación sale siempre a relucir.

Astronomía-Matemáticas, 1989. Liceo n° 11. Montevideo. Realizamos una clase práctica donde aplicamos los conocimientos de trigonometría que impartía la docente para calcular la distancia desde el liceo (ubicado en el cerro de Montevideo) hasta una isla donde se encuentra el hangar de hidroaviones.

Astronomía-Filosofía, 1993. Liceo n° 30. En este liceo trabajé varios años, por lo que al igual que otros docentes, coordinamos actividades entre 1991 y 1995, una de ellas fue la realización de una mesa redonda con la docente de filosofía y otro colega de astronomía, donde abordamos el tema del origen del universo, esta actividad se realizó abierta al público y con la participación de todos los alumnos en el patio cerrado.

Astronomía-Filosofía, 1999. Queen's School. Este instituto tiene la particularidad de tener grupos de no mas de 15 alumnos, lo que permite un grado de análisis y discusión que es muy difícil de lograr en grupos de 40 alumnos, aquí decidimos atacar el punto de la ciencia, la religión, los métodos de la ciencia, el trabajo del científico, su inserción en la sociedad, el manejo de la prensa, la política y su injerencia en temas científicos. Entre otros, la tarea consistió en una serie de pautas y consignas que fueron entregadas a los alumnos un martes, para que las pensaran, intercambiaran ideas con sus familiares y el jueves siguiente, proyectamos la película contacto, con posterioridad, los alumnos debían comparar sus ideas antes

y después de la película, una vez realizado el trabajo, deberían entregar un trabajo a los dos docentes. La puesta en común final se realiza a la clase siguiente.

Astronomía-Física-Química-Historia-Biología-Filosofía-Música-Inglés, 1997-1999. Colegio Monseñor Luquese. Esta coordinación, se está llevando adelante en etapas y fue el impulso inicial para que yo comenzara a pensar en estas propuestas acerca de los transdisciplinario. En primer lugar decir que el cambio programático que he instrumentado, se basa en la experiencia realizada en este colegio. A partir del pedido de la docente de historia, sobre como podía colaborar desde la asignatura en el tema guerra fría . La idea era, para no hacer algo descolgado, modificar el orden y luego de la introducción del curso, incursionar en los inicios de la astronáutica, como preámbulo al sistema solar. La carrera espacial y la guerra fría van de la mano, el espionaje con satélites precisa satélites, que se ponen en órbita con cohetes cuyas trayectorias se calculan de acuerdo a las leyes de Kepler y Newton, que utilizan combustibles químicos y se elevan de acuerdo a ciertos principio físicos, todo eso ubicado en un contexto histórico, político, filosófico, etc.

El tema aquí es como aportamos cada uno de nosotros al tema. Bien. La guerra fría va desde la segunda guerra hasta prácticamente hoy. Se trata la carrera espacial, la guerra de Vietnam, la utilización del napalm y el agente naranja, sus efectos sobre los seres vivos, la investigación espacial, las comunicaciones vía satélite, los movimientos de protesta, el mayo francés, la música, los problemas raciales. En fin, una infinidad de temas.

Enciclopedia vs especialización.

Bien, el asunto pasa, y volvemos a la antigua Grecia, por abarcar todas las áreas del conocimiento, no pretendo, ni por asomo solicitar que seamos sabios al estilo de la antigua Grecia, Eratóstenes o Leonardo.

Fred Hoyle, explicaba en una conferencia, como se daba la situación actual, donde la especialización ha legado a tal grado que es imposible tener personas que se dediquen a varios temas. Lo que si pretendo, parafraseando a un escritor uruguayo, José Enrique Rodó, cuando hace que el maestro le diga a sus alumnos, “sed espectadores allí donde no seáis actores” y la cosa pasa por tratar de interesarnos en lo que hacen los demás. Claro está que los conocimientos se han hecho tan vastos que no los podemos abarcar, pero si por lo menos, saber que existen. Y de paso hablar de ellos. Una anécdota que ilustra la falta de coordinación, ocurrió el año pasado, donde un alumno en clase de filosofía expresó, “que casualidad, un astrónomo, y un matemático se llaman igual” refiriéndose a Pitágoras”.

El tipo de educación.

Tal como está estructurada en la actualidad, la educación es tan solo brindar una serie de contenidos, desconectados entre sí, a lo que se suma que dada la estructura de

un día de clase, existen módulos (70 min) y clases simples (40 min) cuando no hay más remedio se corta un módulo en dos clases simples de 35 min. Y se dan situaciones donde sin recreo de por medio, en cuestión de segundos, el alumno pasa de una clase de matemáticas a una de filosofía.

El alumnos entonces está recibiendo una gran cantidad de Información, compartimentada e inconexa en la mayoría de los casos

Paulo Freire, pedagogo brasileño de renombre, en dos de sus libros, nos habla de dos modelos de educación, uno al que llama educación bancaria y otro al que denomina educación problematizadora.

La educación bancaria consiste en considerar al alumno como un simple recipiente que debe ser llenado de conocimientos, se parte de la base que el alumno no sabe y el profesor, quien es el que sabe debe enseñarle.

La educación problematizadora en cambio, busca despertar en el alumno, la curiosidad, el espíritu de investigación, para que el alumno adquiera las herramientas que le permitan salir a descubrir el mundo.

Podemos ilustrar el ejemplo con una comparación, entre un barco de carga y un submarino, en el primero, tenemos compartimentos estancos, donde lo que se transporta no se puede mezclar, mientras que en el segundo, un pasillo comunica todos los compartimentos de manera que se puede dar la libre comunicación. Ya que estamos con los ejemplos de medios de transporte, la propuesta de una educación que apunte a los transdisciplinario, sería la de un ómnibus de pasajeros, donde vamos todos juntos, en un solo compartimento, en el entendido que lo que se pretende en este modelo, no es que un docente se encargue de dar todos los temas, sino que todos los docentes coordinen de manera tal que se brinde un panorama completo acerca de una determinada temática.

La propuesta de programa.

Con la intención de mantener un hilo conductor, el programa de astronomía, apunta a dar una visión cronológica de la historia y desarrollo de la astronomía. Se propone el siguiente temario.

- Módulo I: Los orígenes de la Ciencia.

Se recorre desde el neolítico hasta la decadencia de la cultura griega, se tratan temas como, la finalidad de las constelaciones desde el punto de vista cultural, religioso y económico, los primeros trabajos de investigación como el calculo de distancias, unidades de medida y clasificación de las estrellas, confección de los primeros mapas y los sistemas de coordenadas, el calculo del tamaño de la Tierra, las primeras ideas sobre los sistemas del mundo, el movimiento de rotación y traslación de la Tierra y sus consecuencias Movimiento general diario.

El telescopio y los métodos modernos de investigación como complemento para tratar el avance de la ciencia y la técnica desde la antigüedad a la época actual.

- Módulo II: Los sistemas del mundo y el actual Sistema Solar.

Se plantea pasar de la visión cosmológica imperante en la edad media, al conocimiento actual del Sistema Solar, deteniendo la atención en los momentos relevantes de la historia de la astronomía, como la revolución Copernicana, las leyes de los movimientos planetarios de Kepler, los descubrimientos de Galileo y la Síntesis realizada por Sir Isaac Newton con la Ley de la Gravitación Universal.

Aquí se pasa a desarrollar la conjunción de hechos que condujeron al desarrollo de la tecnología espacial, cuya mecánica fue diseñada por Kepler y Newton, lo que sirve de pretexto para comentar las generalidades del sistema solar, a la luz de los descubrimientos realizados por las naves automáticas en los últimos 35 años. Los movimientos del Sol y la Luna, Fases y Eclipses.

El origen del sistema solar, sus integrantes, la posibilidad de existencia de vida en otros mundos y el desarrollo de la vida en la Tierra.

- Módulo III. Física y química del Universo. Los procesos físico-químicos que se producen en el Universo, se tratan en este módulo donde analizamos la luz de las estrellas para descubrir la composición química de las estrellas, sus movimientos, temperatura y energía emitida a través del análisis espectral.

Comparamos las estrellas para ver sus diferencias y semejanzas, características físicas y evolución, tomando al sol como modelo. Para luego descubrir sistemas aún más grandes como las galaxias, su composición, estructura y origen, y el origen del Universo mismo. Repasando las principales corrientes cosmológicas

- Módulo IV: Astronomía calendaria. El tema final del curso, repasa los movimientos aparentes y reales del Sol y la Luna, ya tratados en un módulo anterior, para tratar la medición del tiempo y los calendarios, su evolución e importancia para la regulación de la actividad humana.

muchas veces el desánimo se apodera de nosotros, pero creo que más allá de todo, tenemos una responsabilidad y en ella no podemos fallar, en ella se nos va la vida y el futuro de nuestros países, seamos conscientes que cuanto mayor es el caudal de conocimientos, mayor es la libertad que adquirimos, y con esa libertad podemos ser dueños de nuestro propio destino. En muchas ocasiones, algunos colegas me plantean que en mis ideas hay algo de utopía. Una vez encontré una frase que me hizo reflexionar sobre la misma y es con la que deseo terminar mi trabajo, la extraje del libro “las palabras andantes”, del escritor uruguayo Eduardo Galeano.

La Utopía

Ella está en el horizonte.

Me acerco dos pasos,

ella se aleja dos pasos

y el horizonte

se corre diez pasos más allá.

Por mucho que yo camine, nunca la alcanzaré.

¿Para qué sirve la Utopía?

Para eso sirve: para caminar. Ω

Gabriel Otero Gaynicotch

astronom@adinet.com.uy

Asociación de Aficionados a la Astronomía

Asociación de Profesores de Astronomía del Uruguay

Consideraciones finales.

Cuando asumimos la responsabilidad de enseñar, lo hacemos a sabiendas que es una profesión muy mal remunerada, debemos luchar desde el punto de vista sindical para que la situación mejore, de eso no hay dudas, pero más allá de todo, cuando nos enfrentamos a una clase, debemos tener conciencia que los alumnos nos tienen a nosotros como un modelo, alguien a quien imitar, por lo que más allá de impartir nuestra asignatura, debemos tender inicialmente a la formación en valores, esto se hace sencillo cuando el estudiante sabe que la calificación que lleva tiene en cuenta los aspectos humanos y de relaciones, valores que lamentablemente están en decadencia,

En vuelo Copernico



Cómo construir un observatorio en un instituto público y no morir en el intento

Rafael Gómez Farfán | Observatorio Nicolás Copérnico (España)

En contra de lo que pueda imaginarse, pocos proyectos despiertan tanto entusiasmo entre algunos sectores de la población juvenil y “madura”, como la de montar un observatorio dedicado a la observación Astronómica, y enclavarlo en un instituto público de enseñanza.

Paradójicamente, la administración educativa (en nuestro caso, la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía) no tiene empacho en hablar de la calidad de la enseñanza pública, sin ni siquiera dotar a muchos Centros Educativos de casi lo más mínimo para funcionar en algunas asignaturas que la LOGSE propone como ofertable. La Astronomía es una de ellas, y suena casi a broma de 28 de diciembre, decir que la Administración Educativa, monta observatorios en los colegios e institutos, cuando se pueden contar con los dedos de una mano los “cursillos” (que no cursos) de introducción a la Astronomía para el profesorado, a pesar de que esta disciplina no sólo despierta interés entre el alumnado, sino curiosidad entre la población fuera de edad escolar. El potencial educativo de la Astronomía ha sido reiteradamente puesto de manifiesto por muchas organizaciones educativas, de dentro y fuera de nuestro País, v.g. la UNESCO.

Conscientes de la existencia de esa curiosidad entre la población (escolar y no), en el Instituto de Educación Secundaria “Luis Vélez de Guevara”, de Écija, decidi-

mos hace ya algunos años poner en marcha un verdadero observatorio aficionado, de nivel medio, y desde el que organizar actividades para la enseñanza y divulgación de la Ciencia en general, y de la Astronomía en particular.

El potencial educativo de la Astronomía ha sido reiteradamente puesto de manifiesto por muchas organizaciones educativas

La idea original nació alrededor del año 1994, y comenzó a gestarse a través de esporádicas actividades astronómicas con algunos grupos de alumnos de bachillerato. Esas actividades, su número y grado de implicación de alumnos y profesores, hizo que en los cursos siguientes tuvieran más continuidad y variedad. Tal vez uno de los momentos más culminantes de esa tarea lo constituyó la organización de las terceras jornadas culturales del instituto, que con carácter monográfico, se dedicaron, en integridad, a la Astronomía. Eso fue ya en el mes de Mayo de 1998, en donde se simultanearon las conferencias con montajes audiovisuales, Internet y, por supuesto, observaciones. D. José Luis Comellas, D. Jose M^a Quintana y D. Eduardo Battaner, fueron los conferenciantes de lujo para tres días de intensa actividad astronómica. Mi amigo Ángel Rafael López Sánchez, de la Agrupación Astronómica de Córdoba, y yo, nos encargamos del tema audiovisual e Internet, respectivamente, mientras que para las observaciones contamos con la ayuda de miembros de la Agrupación de Córdoba. Sin duda, uno de los aspectos más anecdóticos que más se recuerda de esas fechas, fue el apagón del alumbrado público para efectuar las observaciones. Para ello, contamos con la colaboración del ayuntamiento de nuestra ciudad.

Con el empuje adquirido en las jornadas, nos planteamos hacer un “observatorio de verdad”. El primer paso dado fue conseguir un edificio para su enclave, dentro del propio recinto del Instituto. Para eso, solicitamos al Con-



Figura 1: Alumnos del instituto en plena faena.

sejo Escolar que nos cediera unas dependencias exteriores, dedicadas a almacén. Previo proyecto y aprobación, el local hubo de adecentarse y redistribuir tabiques y puertas para comenzar a darle el aspecto que deseamos. Ahí vino la segunda fase: para hacer eso, era necesaria ayuda económica. Ni el instituto ni, por supuesto, la Administración Educativa, eran sitios de donde esperásemos conseguir nada en ese sentido. Decidimos hacer un proyecto global, con presupuesto total incluido, y patearnos empresas, entidades financieras, acudir a todo tipo de convocatoria de actividades extraescolares, y toda cosa e iniciativa que pudiera surtirnos del “vil metal”. D. Eduardo Battaner nos prologó el proyecto inicial.

En números, todo el proyecto completo ronda los 6 millones de pesetas, a conseguir poco a poco

Incluyendo la obra, el proyecto del observatorio preveía una cúpula de 3 m de diámetro, que albergase en su interior un Celestron CG14, con su CCD y ordenador correspondiente, y dos telescopios más “de campo”, además de todo el material diverso necesario. En números, todo el proyecto completo ronda los 6 millones de pesetas, a conseguir poco a poco.

Por el momento, las únicas fuentes de ingresos han consistido en la venta de papeletas para rifas, pines, y demás “estrategias” que se suelen usar en algunos institutos para, por ejemplo, sacar fondos para excursiones.

Aunque con algún tiempo de retraso respecto de cuando se aprobó, el Ayuntamiento nos concedió 330.000 pesetas, a través de un proyecto presentado. La Administración Educativa, 20.000 pesetas. Las obras culturales de varias Cajas de Ahorros y algunos Bancos, tras un año de darles conocimiento de la iniciativa, no se han dignado, si quiera, ni a responder, “lo cual es lógico”, pues como se sabe, los intereses “culturales” (¿?) de ese tipo de entidades suelen tener que ver con el lucro y el beneficio económico, nada más, y un observatorio astronómico, como el que se pretende montar, es lo más apartado de esa filosofía..

Con el dinero recaudado, hemos hecho las primeras obras de infraestructura en el edificio y hemos adquirido, de segunda mano, un celestron de 8 pulgadas (C8, serie naranja) con varios accesorios, y una cúpula de 3 m de diámetro, en fibra de vidrio, que estamos casi a punto de terminar de montar.

La tarea de crear un Observatorio Astronómico de nivel aficionado medio y desde ahí realizar tareas de divulgar la Astronomía y la Ciencia entre la población, no es fácil; máxime cuando hay que “partir casi de cero”, y no se cuenta con “una tradición o ambiente Astronómico” tal y como existe en otros lugares tan paradigmáticos como la Comunidad Canaria, Barcelona, Valencia o Madrid en donde proliferan, también, las agrupaciones Astronómicas que “compiten entre sí” por ofertar calidad a sus actividades de iniciación y/o divulgación de la Astronomía entre la población. En nuestra Comunidad, muy

lentamente, empiezan a surgir grupos de personas preocupadas por extender otros modos de entender la cultura y el conocimiento entre la población, y que superen por completo los desfasados tópicos de siempre con que se viene viendo, todavía, el panorama cultural de Andalucía desde algunos lugares de nuestro propio País. Apostamos por eso, entendiendo que no basta educar a un pueblo libre, sino que hay que comprender que sólo los pueblos cultos, son libres. La idea del Observatorio trata de abundar en esa línea, asumiendo que “también la Ciencia, y sus vertientes, son cultura”.

A corto y medio plazo, la tarea planteada es concluir con las instalaciones y el material necesario para funcionar a pleno rendimiento. Mientras tanto, como ya se está haciendo, simultaneamos las labores de terminar con la infraestructura y el trabajo de divulgar las observaciones y la Astronomía, tratando de dar a conocer esta doble faena no sólo en nuestra población. En este sentido, desde el pasado 29 de enero y hasta el 19 de marzo, todos los viernes, de 6 a 9 de la tarde, se ha organizado el que ha sido el primer curso de introducción a la Astronomía, para todas las personas que han deseado asistir. Tras ellas, se efectuaron observaciones desde el patio del instituto. Hemos contado con cerca de 120 personas matriculadas.

El programa del curso fue el siguiente:

- Día 29 de enero. Módulo 1: “Astronomía de posición y telescopios” (Rafael G. Farfán).
- Día 5 febrero. Módulo 2: “Sistema Solar y objetos lejanos” (Concepción Boy)
- Día 12 febrero. Módulo 3: “Evolución Estelar” (Ángel R. López)
- Día 19 febrero. Módulo 4: “Mitología de los cielos” (Dolores Roldán)
- Día 26 febrero. Módulo 5: “Nuestro Sol. Construcción de relojes de Sol. (Carlos Sánchez)
- Día 5 marzo. Módulo 6: “Historia de la cosmología” (Juan M. Fajardo.)



Figura 2: Los “técnicos” del observatorio.

- Día 12 marzo. Módulo 7: “Arqueoastronomía. Astronomía y antigüedad” (Ricardo Aguilar)
- Día 19 marzo. Módulo 8: “Bricolaje. Construcción de Telescopios” (Antonio Pliego)

Andando, andando... volvimos a presentar un nuevo proyecto al Ayuntamiento de nuestra ciudad; pero en esta ocasión solicitando 500.000 pesetas. El “nuevo proyecto” presentado, contaba en esta ocasión con un segundo prólogo de presentación, de la pluma de D. Alberto Chamorro Belmont, catedrático de Física teórica de la Universidad del País Vasco. Con estos dos fuertes avales de presentación, más el éxito del curso organizado, recientemente, el Ayuntamiento nos ha concedido las 500.000 pts solicitadas que están yendo a parar a sufragar los gastos de albañilería que la construcción del soporte de la cúpula y su acceso, ha originado.

Para el presente curso, en el mes de febrero, la intención es poder inaugurar en su primera fase, el observatorio. La elección de la fecha no es caprichosa, ya que en ese mes se cumplen los 400 años de “la muerte” de Giordano Bruno en la hoguera. Para ello, tanto D. Eduardo Battaner como D. Alberto Chamorro han confirmado su presencia como conferenciantes a las jornadas que se organicen para ese evento, aún en fase de diseño.

También para marzo, la idea es organizar un nuevo curso de introducción a la Astronomía. En esta ocasión el Centro de profesores de Osuna-Écija colabora con nosotros, reconociendo como actividad de formación a los profesores que a ella asistan.

A golpe de riñón, la idea original de hace ya casi 5-6 años, va cobrando forma y empezamos a ver la luz al final del túnel. Esto no habría sido posible, por encima de todo, sin la ayuda de los alumnos, de cuyo entusiasmo todos nos hemos contagiado. Ω

Rafael Gómez Farfán
faraday@retemail.es
I.E.S. Luis Vélez de Guevara
Écija (ESPAÑA)

Fotometría CCD con filtros

Diego Rodríguez | Grupo M1

Uno de los campos más importantes para el astrónomo aficionado es el estudio de estrellas variables. Precisar el comportamiento de una estrella variable depende del número de observaciones que se tenga de ella. El seguimiento de supernovas y novas constituye un fenómeno espectacular. Por último, el seguimiento de los cuásares es uno de los logros más significativos de los aficionados.

La utilidad de la cámara CCD como su alta sensibilidad son las cualidades para obtener mediciones fotométricas de precisión. El acoplamiento de filtros de diferentes bandas hace que la cámara CCD se comporte como un fotómetro profesional.

Fotometría.

La fotometría más fácil para el aficionado es la fotometría diferencial que necesita estrellas de comparación. La clave para que las estimaciones sean precisas es disponer de cartas de fotometría que incluyan valores precisos de las magnitudes de las estrellas cercanas. Trabajos publicados en *CCD Astronomy* revelan que se pueden alcanzar precisiones de 0,005 magnitudes para una estrella de magnitud 13 usando 300 segundos de exposición.

La fotometría sin filtro requiere aplicar un coeficiente de color para el chip de la cámara CCD. En estudios realizados para el chip de la cámara ST4 en una muestra de 28 estrellas en el cúmulo M35, se obtienen valores de corrección de +0,4 para un $(B-V) = +0,55$. Con todos estos datos, consideramos que la fotometría sin filtro es mala y puede tener un margen de error medio de $\pm 0,4$ décimas. Los programas utilizados para realizar la fotometría son los que llevan las propias cámaras CCD.

Los filtros de Optec son filtros Johnson estándar que tienen un ancho de banda de:

Filtro V	500-620
Filtro R	560-900
Filtro I	720-1080

Ahora bien, se puede hacer fotometría con otros tipos de filtros; los filtros Wratten pueden ser los ideales por la calidad y su ancho de banda.

Los más parecidos a los filtros de fotometría Johnson se listan en la Tabla 1.

El filtro nº 57, Kodak lo recomienda para realizar el Tricolor junto con el nº 24 Rojo. Otra alternativa son los filtros ópticos de Celestron, Meade de 26 mm con rosca a $1\frac{1}{4}$ ", ideal para roscar en la parte delantera de la cámara CCD. La numeración que tienen estos filtros es la equivalente a los filtros Wratten.

Las observaciones aquí presentadas fueron realizadas con fotometría diferencial y cámara CCD Pixel de Celestron, 10 micras de pixel y filtros Johnson o equivalentes

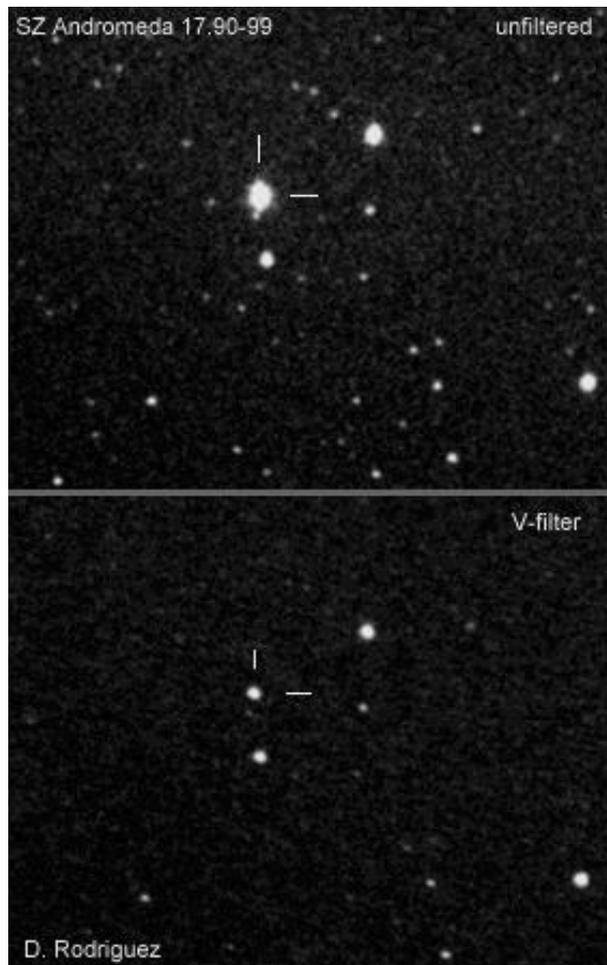


Figura 1: Imágenes de SZ Andrómeda, con y sin filtro.

Fotometría de la estrella variable SZ Andrómeda.

La estrella variable SZ Andrómeda es una estrella de espectro M2e, de tipo semirregular y es uno de los casos donde la fotometría sin filtrar tiene un error grande, del orden de dos magnitudes.

Tipo	SZ Andrómeda
Mag sin Filtro	8,90
Mag Filtro V	11

En estas dos imágenes se puede observar la diferencia de brillo

Filtro Johnson	Equivalente Wratten	Transmitancia nanómetros
Filtro V	Nº 56	480-620
	Nº 57	480-600
	Nº 58	490-610
Filtro R	Nº 24	580-900
	Nº 25	590-900

Tabla 1: Equivalencia de filtros para fotometría.

Objeto	Mag Filtro W 25	Mag Filtro R Johnson	Mag sin Filtro
Cuásars Mrk 501	13,23	13,26	13,10
	Mag Filtro W 56	Mag Filtro V Johnson	Mag sin Filtro
	13,77	13,83	14,90

Tabla 2: Fotometría del cuasar Markarian 501. 15/09/1999

La utilización de filtros para realizar fotometría es importante; cuesta muy poco realizarla y se obtienen buenos resultados. Realizar fotometría con el filtro rojo es muy fácil, las cámaras CCD están extendidas al rojo y la exposición en segundos es prácticamente la misma. Ω

Referencias

- [1] *Kodak Filters for Scientific and Technical Uses*, 1982.

Diego Rodríguez
drodrig@jet.es
Grupo M-1
Madrid, España

Las variables UV Ceti y la distribución de Poisson

Francisco J. Tapiador | Departamento de Física Aplicada I, Universidad de Valladolid (España)

Las UV Ceti son un caso extraño dentro del conjunto de las variables, siendo muy interesantes para los aficionados. Estamos acostumbrados a considerar que las variables experimenten un cambio de luminosidad en cuestión de meses, semanas o años, pero en este caso, el lapso de variación es del orden de minutos, como mucho de horas. Y además, el rango de dicha variación puede llegar a ser de seis magnitudes (es decir, unas 250 veces más brillante), aunque también nos encontramos con variaciones del orden de décima de magnitud.

Sin embargo, no es fácil encontrarse con una de estas *erupciones* mientras observamos, debido precisamente a su escasa duración. ¿Qué garantías tiene un observador con el ojo pegado al ocular, o con su maravillosa CCD, de cazar una de las erupciones y medir la variación de brillo? ¿Dónde se debe mirar?. Lo veremos después, pero antes, hablemos un poco de las UV Ceti.

Como ya hemos dicho, las UV Ceti son un tipo de variables. La mayoría de las que se conocen se corresponden con enanas rojas, muchas de ellas de la clase espectral M, y se encuentran por lo general en las asociaciones T Tauri. Como nota característica, en su espectro se pueden observar las rayas de emisión del Calcio y del Hidrógeno, rayas que aumentan de intensidad durante las erupciones.

Se pueden distinguir dos subtipos: las flare stars y las flash stars. Los flares, es decir, las fulguraciones, son directamente proporcionales en cuanto a duración respecto a la clase espectral. A una clase espectral más vieja, menos duración: en las K pueden durar casi dos horas,

mientras que en las M5 no sobrepasan los veinte minutos, lo cual tiene una razón física en los modelos que se manejan en la que no vamos a entrar aquí. Su curva de luz, en general, es un tanto particular: tienen un crecimiento rápido de la luminosidad y un descenso más pausado.

Para hacerse una idea de lo que dichas erupciones representan para la estrella, es algo así como las erupciones solares, pero a una escala mucho mayor. Si, como se cree, la causa de las erupciones solares guarda relación con campos magnéticos ascendentes, puede suponerse, por analogía, que las erupciones de las UV Ceti tienen la misma causa, campos magnéticos, pero de mayor intensidad. Para otros astrofísicos, las causas van en el sentido de eyección de materia preestelar.

El interés del estudio de este tipo de estrellas se centra en los cúmulos estelares, pues es ahí donde podemos sacar conclusiones sobre la evolución estelar (téngase en cuenta que las estrellas de un cúmulo son de edad semejante).

Una vez enunciadas brevemente sus propiedades, vayamos al objeto de nuestro artículo: ¿cuál es la probabilidad de que en una sesión de observación sobre uno de esos cúmulos o agrupaciones nos encontremos con alguna fulguración?.

Para calcularla, planteemos dos hipótesis básicas: primera, que el número de erupciones por unidad de tiempo es igual para todas las estrellas, lo que se puede admitir sin demasiados problemas. Segunda, que las erupciones en un período dado son una variable aleatoria, que llamaremos X .

Con estas hipótesis, la probabilidad de que durante el tiempo t en que estemos observando la estrella sufra un número k de erupciones, sigue una distribución de Poisson de parámetro vt , donde v es la frecuencia de las erupciones. Bien escrito:

$$P(X = k) = e^{-vt} \frac{(vt)^k}{k!} \quad (1)$$

Analicemos lo que esta ecuación nos está diciendo con ayuda de unas gráficas. Es claro que vt es el parámetro de la distribución (lo que habitualmente llamamos λ), y nos refleja el número medio de erupciones que sufren las estrellas del grupo que estamos observando. Si hacemos variar esta λ , obtenemos esto -nótese que no es continua, sino discreta-:

Para visualizar mejor cómo varía la distribución de probabilidad según varía el parámetro, lo mejor es utilizar un programa como Maple V, de Waterloo Software, que nos permita realizar una animación.



Figura 1: Siméon Denis Poisson.

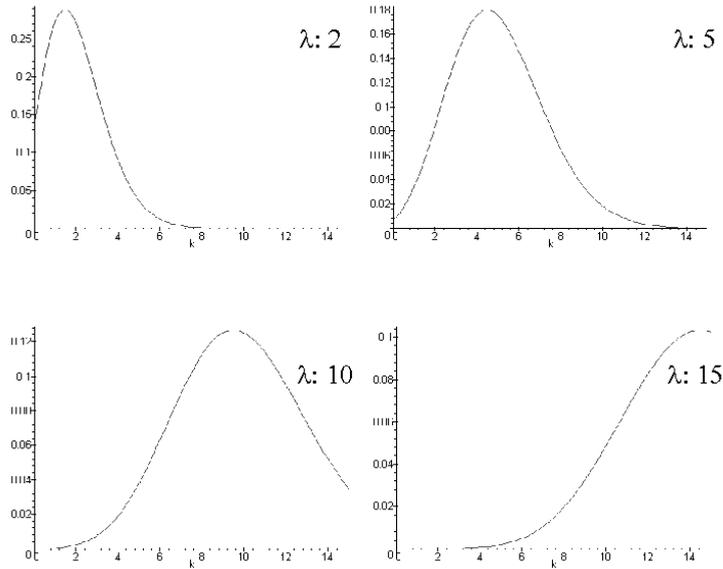


Figura 2: Distribución de Poisson.

En este programa el código queda como sigue:

```
restart;
with(plots):
f:=(E^(-lambda))*(lambda^k)/k!;
animate(f,k=0..10,lambda=1..15,frames=50,colour=red);
```

De lo que vemos se pueden extraer consecuencias más o menos obvias sobre el planteamiento de nuestro programa, a tenor de los datos de que dispongamos.

Un paso adelante consiste en calcular el número de estrellas fulgurantes que hay en nuestro grupo. Como se sabe, la distribución de probabilidad de Poisson de parámetro λ tiene una esperanza de λ , o lo que es lo mismo, la esperanza, el valor medio, del número de estrellas que han sufrido k fulguraciones es

$$n_k = N \times P(X = k) \quad (2)$$

donde N es el número de estrellas que habrán sufrido la fulguración.

Ahora bien, operando con las fórmulas (1) y (2), donde k toma los valores 0, 1 y 2, nos queda que:

$$n_0 = P(X = k) = e^{-w} \frac{(wt)^k}{k!} \quad (3)$$

En otras palabras, si conocemos el número de estrellas que ha sufrido una fulguración y el número que ha sufrido dos, sabemos que el número de estrellas de la agrupación o cúmulo que no han sufrido ninguna en el tiempo t dado es de n_0 . Como conocemos el número de estrellas total, una simple sustracción nos da el número de estrellas fulgurantes. Y entonces, podremos compararlas con el número total, obteniendo conclusiones interesantes. Por ejemplo, en el caso de las Pléyades, aplicando las fórmulas a las observaciones realizadas hacia 1977 por V. Ambartsumian, se deduce que unas 1.000 estrellas son eruptivas,

es decir, prácticamente todas las del cúmulo. Entonces, ¿quiere esto decir que casi todas las estrellas del cúmulo son eruptivas?

No. El resultado es el descrito porque hemos supuesto que la luminosidad de las estrellas débiles y de las más brillantes sigue pautas iguales, lo que resulta no ser del todo cierto: las estrellas más brillantes tienen una disminución de luminosidad más rápida que las débiles (con lo que la probabilidad de detectarlas disminuye).

Un último apunte: dijimos al principio que una de nuestras hipótesis era que la frecuencia de las erupciones era igual para todas las estrellas consideradas. Podemos ser un poco más exigentes y desechar esta hipótesis,

$$n_{12}/n_2 > n_0 > n_{12}/2n_2 \quad (4)$$

con lo que obtendremos una cota inferior y superior del número de estrellas n_0 que no sufren ninguna fulguración. Ω

Francisco Javier Tapiador
tapiador@latuv.uva.es
Departamento de Física Aplicada I
Universidad de Valladolid (España)

GUIA DIGITAL Astronomía Digital



AstroRED 5.0

Gabriel Rodríguez Alberich | Una visita a la Red

Una vez más, AstroRED, el portal de recursos astronómicos en español, actualiza el diseño de sus páginas, y con ello introduce algunas nuevas mejoras en su navegabilidad y servicios. En ésta que es ya la versión 5 del sitio web, se ha reestructurado la información en tablas coloreadas que recuerdan a las ventanas de una interfaz gráfica como la de Windows o las X-Windows.

Con esto, todo el portal constituye una especie de escritorio virtual astronómico, formado por ventanas, menús e iconos. Cada ventana, menú e icono ofrece acceso a todos los servicios de AstroRED, como el servicio de búsqueda, el chat, el foro de debate, así como a todas sus páginas afiliadas. Algunas de estas ventanas contienen elementos nuevos. Uno de ellos es el nuevo servicio de noticias de última hora de AstroRED, que recoge automáticamente las noticias de info.astro, una de las páginas web pioneras en ofrecer noticias astronómicas en español, y muestra sus titulares en la vanguardia del portal, con accesos directos a las noticias individuales.

El proceso de afiliación de una página web a AstroRED ha migrado completamente a una nueva página con dominio propio, que ha venido a llamarse "Comunidad Virtual Astronómica". En ésta, aquél que administre una

página web en español dedicada a la astronomía puede rellenar un breve formulario y seguir unas instrucciones para afiliarse a AstroRED y disfrutar así de las ventajas de pertenecer a la mayor comunidad virtual astronómica en español.

Otras novedades de AstroRED son ya norma en la mayoría de los portales de Internet: la posibilidad de obtener una cuenta de correo electrónico gratuita y la inclusión de una pequeña encuesta que va cambiando su temática (mejor película de ciencia ficción y el comienzo del siglo XXI, por ahora). Pero llega el momento de una pequeña crítica.

El portal no se ve igual desde Internet Explorer y Netscape Navigator (en su versión de Linux, al menos), siendo los perjudicados los usuarios de este último. A una resolución de 800x600, el ancho de la página web es superior al del escritorio, y es necesario utilizar una barra de desplazamiento horizontal para poder ver todo su contenido.

Direcciones de interés:

- AstroRED
<http://www.astrored.org>

- Comunidad Virtual Astronómica AstroRED.net
<http://www.astrored.net>

Manifiesto 2000

La llegada del año 2000 ha suscitado un gran revuelo entre los medios de comunicación (sobre todo los televisivos), y por ende entre el público en general. Periodistas, presentadores de programas de cotilleo, políticos, y hasta programas dedicados enteramente al cambio de año han clamado por la llegada del tercer milenio y del siglo XXI. Sin embargo, de vez en cuando se podía escuchar a alguien lanzar una afirmación que chocaba con toda esta parafernalia milenarista: “El siglo XXI no comienza con la llegada del año 2000, sino con la del 2001.” Sin embargo, no se les ha tenido mucho en cuenta, y entrado ya el 2000, se sigue hablando del primer bebé del siglo XXI, o el primer partido de fútbol del tercer milenio.

Es por esto que un grupo de personas, con el apoyo de AstroRED, demuestran en un manifiesto que efectivamente todavía hay que esperar un año para que llegue el tan esperado nuevo milenio. Con argumentos históricos y matemáticos, reclaman a los medios de comunicación, a las autoridades gubernamentales y al público en general que se acepte generalmente la correcta fecha de inicio del siglo XXI como el 1 de enero de 2001. Por eso han colocado el llamado “Manifiesto 2000” en una página de AstroRED, y han esperado a que la gente lo apoye firmándolo electrónicamente. El resultado, en el momento de escribir esto, son más de 2.400 firmas, entre las cuales se encuentran las de informáticos, matemáticos, veterinarios, astrofísicos, divulgadores, periodistas, miembros del JPL y analistas en marketing. Para que su alcance sea mayor, el manifiesto se ha presentado en cuatro idiomas (español, inglés, francés y alemán) y en distintos formatos (Word, HTML y texto plano).

Direcciones de interés:

- Manifiesto 2000
<http://manifiesto2000.astrored.org>

Los Nueve Planetas.

Hace ya algún tiempo que la magnífica página *The Nine Planets* está publicada en Internet. Se trata de una monumental descripción del Sistema Solar iniciativa del estadounidense Bill Arnett. Este programador de software ha conseguido realizar una obra que puede considerarse como una pequeña enciclopedia del Sistema Solar, que sirve de referencia a los que buscan información de éste y es de lectura obligada para todo amante de la astronomía. Y ahora está disponible en español. Gracias a la iniciativa de AstroRED y a la colaboración desinteresada de varias personas, *The Nine Planets*, ahora “Los Nueve Planetas”, ha sido traducida a la lengua de Cervantes, lo que hace que su alcance divulgativo sea mucho mayor.

El diseño de “Los Nueve Planetas” ha sido mejorado, y la navegación por la Visita Multimedia, como lo llama su autor, es más fácil y agradable a la vista.

En este viaje, el lector visita cada uno de los planetas del sistema solar, lee acerca de su historia y características, contempla imágenes y vídeos suyos e incluso los escucha (¡hay sonidos de siete planetas!), y el calificativo de multimedia está justificado. Además, si el planeta tiene satélites, aparecen comentados en una tabla y con enlaces a sus respectivas páginas dedicadas. Todo el texto carece de complicaciones técnicas y es accesible a cualquier persona; sin embargo, viene acompañado de un glosario de términos astronómicos y científicos donde se explican todas las palabras que puedan ser desconocidas para el visitante.

Para completar, se incluye una sección de apéndices con información adicional, entre los que se encuentra un ensayo sobre planetas y satélites que se creyeron reales y fueron ficticios, una descripción del origen del sistema solar, enlaces a galerías de imágenes y ayuda técnica.

Si se quiere hacer la visita desconectado de Internet y sin agobios, hay disponible una copia de la página en la Tienda AstroRED, o en *The Nine Planets Bookstore*, si lo prefieres en inglés.

Direcciones de interés:

- Los Nueve Planetas
<http://www.astrored.net/nueveplanetas>
- The Nine Planets
<http://seds.lpl.arizona.edu/nineplanets/nineplanets/nineplanets.html>
- *The Nine Planets Bookstore*
<http://www.seds.org/billa/bookstore.html>
- La Tienda AstroRED
<http://www.astrored.com>

Ω

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

Introducción a la serie La Fundación

Javier Cantero | Álava, España

La serie *Fundación*, es una serie de novelas de ciencia ficción escritas por Isaac Asimov. Está formada por siete títulos (es decir, es una heptalogía) escritos irregularmente desde 1941 hasta 1992, año de su muerte. Esta serie, junto con los cuentos y las novelas de robots, son los escritos más importantes de ciencia ficción de este prolífico autor.

Introducción.

Tal vez al lector le parezca un tanto extraño la veneración con que es tratado este escritor. Pues bien, aparte de ser el escritor de ciencia ficción más conocido por el gran público, y uno de los más importantes de la ciencia ficción clásica (también conocida como la *Edad de Oro de la ciencia ficción*), hay que reconocerle que sus hipótesis y teorías han marcado de alguna forma ramas de la investigación científica de este siglo. Un buen ejemplo, es la robótica (un ejemplo obvio). Pero otro ejemplo es la sociología.

El eje fundamental de la serie *Fundación* es la Psicohistoria, ciencia ideada por Hari Seldon a finales del Primer Imperio Galáctico (aproximadamente dentro de unos 40.000 años terrestres). Esta ciencia es la sociología llevada a su extremo: las reacciones sociales reducidas a ecuaciones matemáticas basadas en la estadística.

En eje fundamental de la serie *Fundación* es la Psicohistoria, ciencia ideada por Hari Seldon a finales del Primer Imperio Galáctico

En el argumento de la serie, con esta herramienta, Hari Seldon es capaz de hacer predicciones sobre las tendencias históricas y sociales, algo que un charlatán calificaría de predecir el futuro. La Psicohistoria le servirá para darse cuenta del futuro colapso del Imperio Galáctico, y los 30.000 años de penurias posteriores hasta el surgimiento de un Segundo Imperio. Es entonces cuando Seldon y su grupo conciben un plan, el Plan Seldon, para minimizar el efecto de la caída del Imperio. Para ello, establece *dos Fundaciones en extremos opuestos de la Galaxia* que, mediante su ciencia, calculan que formarán el núcleo del Segundo Imperio en sólo mil años.

Voy a hacer un breve repaso de los libros que componen la serie, en orden en que fueron publicados, no en el orden cronológico de la propia historia. Pero describiré también donde debe ser situado cada uno (por si les interesa una lectura *en el tiempo*).

La trilogía original.

Fundación, *Fundación e Imperio* y *Segunda Fundación* forman lo que se ha llamado la *Trilogía de la Fundación*

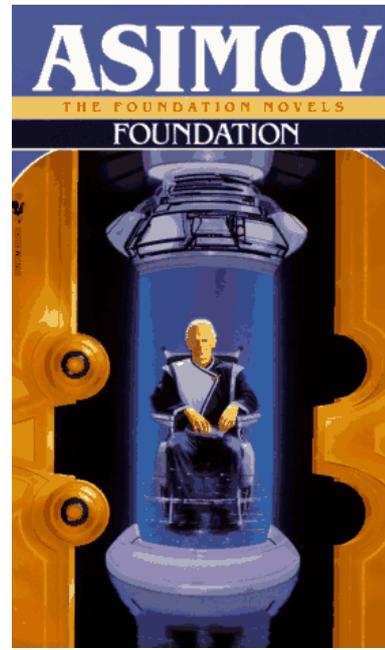


Figura 1: Portada de *La Fundación*.

o *Ciclo de Trántor* (Trántor es la capital-planeta del inmenso Primer Imperio Galáctico). Estos libros son en realidad una recopilación de cuentos aparecidos en la revista *Astounding* -dirigida por John Campbell.

Fundación está formada por los 4 primeros cuentos (*Los enciclopedistas*, *Los alcaldes*, *Los comerciantes* y *Los príncipes comerciantes*) publicados a partir de 1941, más un quinto cuento (*Los psicohistoriadores*, añadido en 1949 y que sirve como prólogo de la historia. Son los primeros que hablan sobre la Fundación, y en los que aparece inicialmente el concepto de Psicohistoria (inventado por Campbell y Asimov). Parte de la fama de Asimov viene de ellos. El argumento de este primer libro, se sigue un relato muy histórico, donde una época *feudal* da paso a una época *renacentista*. El Plan Seldon se desarrolla guiado además por hombres inteligentes que posteriormente se convertirán en mitos de la naciente Fundación.

Fundación e Imperio está formada por dos cuentos de mayor tamaño que los anteriores (a medida que Asimov se desarrolla más como escritor, sus cuentos son mayores). *El General* sigue el estilo de *Fundación*, al mostrarnos el choque entre la Fundación y un Imperio en decadencia pero aún poderoso. Sin embargo, ese estilo histórico empieza a desaparecer en el segundo cuento: *El Mulo*, donde

la Fundación se enfrenta a los poderes de un extraño mutante llamado el Mulo. La novela histórica da paso a la novela detectivesca, donde sólo algo se nos revela y tenemos que hacer deducciones por nuestra cuenta antes de que todo se descubra al final (¿todo?).

Segunda Fundación también está formada por dos cuentos, mucho más detectivescos que el anterior: *El Mulo inicia la búsqueda* y *La búsqueda de la Segunda Fundación*. En el primero, el Mulo trata de encontrar el emplazamiento de la Segunda Fundación antes de que ella le ataque. En el segundo, es la propia Fundación la que trata de averiguarlo al darse cuenta de su existencia y objetivo. Una amplia lucha estratégica y velada entre ambas se extiende por toda la Galaxia, unos por permanecer ocultos y otros por descubrirlos, todo ello con la suficiente dosis de intriga.

El ordenador más avanzado que aparece en todos los cuentos es ¡una calculadora!

Estos 3 volúmenes fueron premiados con un premio Hugo en 1966 como la mejor serie de ciencia ficción de todos los tiempos. Es curioso de todas formas la ingenuidad tecnológica de Asimov en la misma (debido a la época en la que fueron escritos, todo sea dicho). Quitando el viaje hiperespacial, necesario para mantener un Imperio Galáctico, el ordenador más avanzado que aparece en todos los cuentos es ¡una calculadora! (precisamente en el primer cuento de Los psicohistoriadores que fue el último en escribirse).

El ENIAC (aparecido en 1946) no parecía haber fomentado su imaginación. Ahora mismo es impensable un cuento futurista en el que los ordenadores no tengan un papel, principal o secundario.

La saga continúa a principios de los 80.

En 1982 Asimov, presionado por sus editores, retoma la serie en un nuevo libro: *Los límites de la Fundación*. En ese tiempo, Asimov había dejado de ser un joven escritor de cuentos fantásticos en revistas a un reputado escritor de novelas de ciencia ficción. En *Los límites...* el autor nos presenta una novela casi del mismo tamaño que toda la trilogía anterior, y una única historia posterior a *Segunda Fundación*, aproximadamente con la mitad de los mil años del Plan Seldon transcurridos. Nuevamente, la intriga nos sitúa a dos personajes, un político exiliado y un historiador, en medio de un inmenso ajedrez galáctico de solapada lucha por el control de la Galaxia del que depende el futuro de la Humanidad.

Fundación y Tierra, escrita en 1983, retoma el final *no totalmente satisfactorio* de la anterior, y es una continuación de estilo, personajes y argumento de ella. Golan Trevize no se siente conforme con su decisión y parte en busca de un misterioso planeta, hundido en las neblinas de la mitología, llamado Tierra. También este libro es una novela de más de 150.000 palabras, nada que ver con el tamaño y esquema de los cuentos de la trilogía original.

Desde luego las computadoras aparecen –tangencialmente– en la historia, y empiezan a ser unas computadoras *respectables*. Sin embargo, lo que más destaca de estos dos libros es la lección de planetología que da Asimov cada vez que los protagonistas se acercan o salen de un planeta. Ello aporta un magnífico realismo a la novela. Uno se siente con ganas de convertirse en un vagabundo espacial...

Estos dos libros deben ser leídos después de la trilogía original porque son cronológicamente posteriores tanto en el argumento de la historia como en su publicación.

Finales de los 80: la saga termina donde empezó.

Preludio a la Fundación (1988) da un salto en el tiempo y vuelve a la época de Seldon. La intriga se traslada a Trantor, en el apogeo del poder Imperial. Seldon y su ciencia psichistórica se ven envueltos en una lucha por el poder donde la recién nacida ciencia no debe caer en malas manos. Una intensa persecución por Trantor en una novela del estilo de las dos anteriores, pero con otros personajes y situaciones.

Hacia la Fundación es su obra póstuma (1993). Me pregunto si realmente la terminaría él. En todo caso, es una novela que trata de cubrir la etapa de la vida de Seldon desde la Huida hasta su muerte y el establecimiento de las Fundaciones. Es decir, que prácticamente acaba cuando empieza el cuento de Los psicohistoriadores. Me da la impresión que hay una personificación de Asimov en el personaje de Hari Seldon. Por ello, el final es doblemente emotivo: el final del personaje coincide con el final de la serie, y se extiende hasta el final de la vida del escritor. Un hermoso epitafio.



Figura 2: Isaac Asimov.

La gran duda que surge es: ¿cuando leer estos libros? En mi opinión, tratar de leerlos antes que la trilogía original no es buena idea, porque se descubre demasiado sobre lo posterior, aparte que corremos el riesgo de que la trilogía nos parezca simple. El problema es: ¿antes o después de *Los límites...* y *Fundación y Tierra*? *Pre-ludio...* puede ser leído antes o después, (tal vez antes es una buena elección para casar con el final de *Fundación y Tierra*), pero desde luego, yo reservaría *Hacia la Fundación* para el final.

Personajes y referencias hacen que la serie Fundación conecte con las novelas del Imperio

Estos tres últimos libros hacen además de nexo entre muchos de los libros de Asimov. Personajes y referencias hacen que la serie Fundación conecte con las novelas del Imperio (*Las corrientes del espacio*, *En la arena estelar* y *Un guijarro en el cielo*), las novelas de los robots (*Las cavernas de acero*, *El sol desnudo*, *Los robots del amanecer* y *Robots e imperio*) e indirectamente algunos cuentos de robots, e incluso otras novelas en principio completamente separadas como *El fin de la Eternidad* o *Némesis*. A todo este futuro de la humanidad imaginado por Asimov (con las inconsistencias lógicas de tratar de reunir historias diferentes escritas durante 50 años) se le conoce genéricamente como el *Universo de la Fundación*.

Un análisis personal sobre la serie.

Naturalmente, la Psicohistoria hoy por hoy no deja de ser una especulación científica. Sin embargo, es curioso que en las facultades de Psicología se estudie Estadística. Su propósito es supuestamente trabajar con test de hipótesis sobre cuestionarios, etc. Pero... ¿quién sabe?

Hay otras cosas interesantes en esta serie aparte de la Psicohistoria. Por un lado, la ausencia de extraterrestres en la Galaxia (en nuestra Galaxia, la Vía Láctea). Algunos enemigos se lo achacan a su falta de inventiva, sin embargo en algún otro relato suyo (*Los propios dioses*) puedo atestiguar que cuando se lo ha propuesto, seres verdaderamente extraterrestres han surgido de su imaginación. Es decir, formas de vida que se salen de nuestra concepción clásica, dejando a los típicos marcianitos verdes con antenas o los gigantes peludos como primos cercanos nuestros. El hecho de apartar otras mentalidades distintas del juego permite hacer una novela cuasi-histórica. De hecho, el autor reconoce abiertamente que el comienzo de su obra está inspirada en la *Ascensión y caída del Imperio Romano*, de Eduard Gibbon. La historia se repite parece querer decirnos el autor.

También hay una segunda lectura de ello, que no sólo se puede ver en esta obra, sino que también está presente en las novelas del Imperio (muy significativamente en *The stars, like dust*, que he visto traducido como *Las estrellas*,

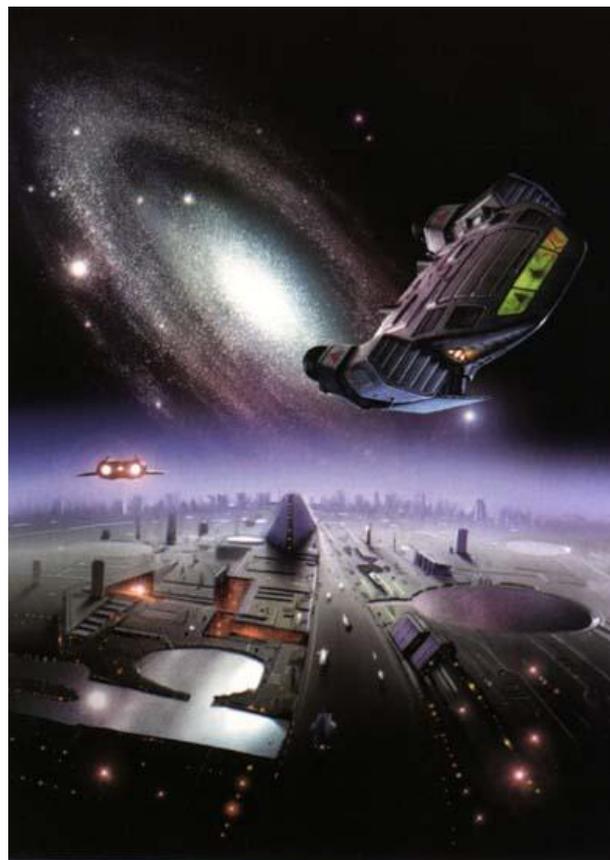


Figura 3: Recreación de un pasaje de la saga.

como polvo o *En la arena estelar*). Se ve un futuro con la humanidad extendida por muchos planetas, una humanidad de billones y billones de personas, pero donde cada planeta se convierte en una especie de aldea. El adelanto técnico está ahí, sí, pero no así el adelanto social. Los planetas y sistemas de planetas se convierten en reinos y autarquías, con reyes y dictadores de opereta. Las naves espaciales y sus tripulaciones sustituyen a los caballeros y sus ejércitos. Conceptos como la democracia, o el parlamentarismo no existen. Asimov nos presenta un futuro que, quitando la técnica, parece haber vuelto al pasado.

Asimov nos presenta un futuro que, quitando la técnica, parece haber vuelto al pasado.

Uno pudiera pensar que Asimov se ha dejado llevar por un fatalismo sobre el futuro, muy típico de otros autores y otros subgéneros dentro de la ciencia ficción. Sin embargo, la razón es mucho más profunda. Como él mismo reconoce en el prólogo de alguno de sus libros, Asimov se tiene como un hombre liberal. Liberal en el sentido que lo es en los EE.UU.: un hombre de izquierdas moderado (al menos, todo lo de izquierdas que uno puede ser allí). Asimov participó activamente en la II Guerra Mundial como investigador para los EE.UU. contra la Alemania nazi (recordemos que era judío) y, desde luego, el totalitarismo

era su mayor enemigo. En cierta forma, él hace una especie de apología del sistema democrático americano como la culminación de los sistemas políticos: el más perfecto de todos ellos al cual sólo se llega tras un grado de madurez de la sociedad. Asimov hace un piropo velado a sus contemporáneos presentando a sus futuros descendientes como una sociedad que han perdido la expansión interior (cultural, espiritual, política) por una expansión externa (física, técnica, espacial -a través de los planetas-).

En todo esto juega un papel esencial un tercer elemento muy típico de las novelas de ciencia ficción: el hiperespacio. Este es el elemento más típico para conseguir eludir el límite de la velocidad de la luz en los viajes interestelares.

A Asimov lo podemos englobar en lo que se denomina *hard Science-Fiction*. Esto quiere decir que los elementos futuristas que se añadan al relato no pueden estar en contra de lo conocido, y si lo está, ha de darse una explicación plausible. Además, el autor tiene que ser consecuente con las reglas que se marca. En esta modalidad de ciencia ficción *dura*, los lectores examinarán con lupa las teorías y justificaciones del escritor, y será criticado si no se mantienen de una forma coherente. Y esto se muestra claramente en Asimov por ejemplo en el mencionado tema del hiperespacio.

Los elementos futuristas que se añadan al relato no pueden estar en contra de lo conocido

Aunque no hay una descripción amplia de la teoría (salvo tal vez en *Némesis* o alguno de los cuentos de robots), el autor da pinceladas de la misma a lo largo de la serie. Tampoco es igual la descripción en la trilogía original que en los libros posteriores.

En todo caso, Asimov lo describe como una región especial del espacio, que no se percibe y sólo se demuestra su existencia matemáticamente. Se penetra en ella mediante la creación de un hipercampo de alta energía, y una vez dentro la aceleración no tiene sentido de forma que cuesta lo mismo recorrer un pársec que un millón de pársecs. Como la energía no puede ser infinita, el lapso de tiempo entre la entrada y salida del hiperespacio (el *salto*) no es cero, pero es lo suficientemente reducido para no notarse. Sin embargo, Asimov impone una limitación que dan verosimilitud: la gravedad. Así las naves deben alejarse de los sistemas estelares para dar el salto y, por otro lado, debe controlar en qué lugar del espacio reaparece, cosa que no es tal fácilmente calculable si no es mediante la gravedad, y velocidad inicial, y el campo gravitatorio de los cuerpos a través de la ruta de desplazamiento. Es decir, que Asimov rechaza de plano otras dimensiones o máquinas de traslado tipo *Star Trek*.

Este no es este el único elemento de *hard Science-Fiction* que podría destacarse, pero sí el que más me llama la atención. Ya he mencionado el tema de los ordenadores, se podría hablar de las formas de energía (la más interesante es la gravítica que aparece inicialmente en *Los límites...*) y de algunos otros *inventos* que tampoco abundan, salvo como decoración. El motivo es que

la trama de la serie no se centra en los objetos, sino en las personas.

También aparece (¡como no!) la robótica y los robots. Sin embargo, dejaré mis comentarios sobre ellos para un hipotético futuro análisis sobre esa otra serie, a pesar de estar ambas fuertemente relacionadas.

Hay otro tema subyacente muy importante dentro de la serie *Fundación*, y es el de los límites del cerebro humano. Sin embargo, como hablar de ello es descubrir demasiados detalles de la trama de la historia, me los guardaré para otra ocasión, y para forofos de la saga.

Conclusión.

Con todos estos comentarios espero haberte animado a leer esta saga clásica de la ciencia ficción, y si ya lo habías hecho, a descubrirte algunos de los detalles que más me han llamado la atención. Es posible que tu opinión sea diferente a la mía, u otros los detalles que destacarías. Puedes guardártelos para tí, o puedes atreverte a mandármelos (o a mandarme la URL). Así, no habrá sólo una opinión. Ω

Javier Cantero
jcantero@jet.es
<http://personales.jet.es/jcantero/>
Álava, España.

·AstroRED·

ASTRONOMÍA DIGITAL