



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

ASTRONOMÍA, ¿PARA QUÉ?



REFERENCIA: 4MMG92

La conquista del espacio



Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana

[Opinión](#)[Reportajes](#)[Noticias](#)[Entrevistas](#)

Astronomía, ¿para qué?

Teodoro Roca Cortés (Universidad de La Laguna e Instituto de Astrofísica de Canarias)

(**Revista Números**). Coincidiendo con el Año Internacional de la Astronomía promulgado por UNESCO se han realizado muchas actividades coordinadas por la IAU (Unión Astronómica Internacional) en todo el mundo y, en particular, en nuestro país por un comité creado para la ocasión. En este artículo se trata de reflexionar sobre las principales contribuciones de la Astronomía y de los astrónomos y astrónomas al progreso de nuestra sociedad, el papel que la Astronomía ocupa en ella y el que le puede esperar en el futuro próximo. Se trata de una visión personal e incompleta del autor que también describe la situación de la Astronomía en nuestro país.

Teodoro Roca Cortés, catedrático de Astronomía y Astrofísica e Investigador en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Con más de 30 años de actividad docente en varias titulaciones ha impartido diferentes asignaturas en todos los cursos de la licenciatura de Física y en el doctorado de Astrofísica, dirigiendo 15 tesis doctorales. Pionero y especialista en la aplicación de técnicas sísmicas al estudio del Sol y de las estrellas, ha participado en más de 25 proyectos de investigación subvencionados, incluyendo proyectos espaciales, en los que en más de la mitad ha sido el investigador principal, resultando en la publicación de más de 230 artículos y contribuciones a congresos internacionales especializados. Miembro de comisiones asesoras de instituciones científicas, tanto nacionales como internacionales, también ha contribuido a la divulgación científica con conferencias, artículos y cursos dirigidos al público en general. Ha contribuido a la gestión académica como coordinador de enseñanza del IAC, vicerrector de la Universidad de La Laguna y vicedecano de la Facultad de Física de esa universidad, de la que actualmente es Decano.



1. Introducción

Hace cuatrocientos años a Galileo Galilei se le ocurrió dirigir un “anteojo”, instrumento novedoso en la época, hacia el cielo nocturno; observó los planetas, cuatro satélites de Júpiter y otros fenómenos naturales e hizo medidas de cuándo ocurrían estas y otras efemérides. Aunque pudo haber otras personas que pudieron observar lo mismo antes, lo que es importante es que él iba anotando lo que veía, lo interpretaba, lo escribía y lo hacía público. Para celebrarlo, la UNESCO ha declarado el año 2009 como Año Internacional de la Astronomía. En todos los países del planeta ha habido actividades relacionadas con la Astronomía y la Astrofísica, en mayor o menor medida.

En nuestro país se han organizado¹ más de 3000 actividades a lo largo de todo el año por parte de personas aficionadas y profesionales de la Astronomía, de instituciones públicas y privadas de enseñanza, investigación y divulgación. Estas actividades han sido muy variadas, desde la inauguración en nuestro suelo, en el Observatorio de El Roque de los Muchachos en la isla canaria de La Palma, del GTCPF2, el telescopio óptico-infrarrojo de mayor apertura del mundo en la actualidad, hasta experiencias en planetarios y museos de la ciencia, pasando por cursos, conferencias, charlas y sesiones de observación en toda la geografía nacional. No cabe la menor duda que la Astronomía ha llegado, en este año, a rincones y personas de nuestro país que ni siquiera habían oído hablar de ella y que nunca se habían parado a observar el cielo nocturno o no habían podido hacerlo por vivir en zonas urbanas con demasiada contaminación lumínica. Esto mismo también ha sucedido en rincones remotos de nuestro planeta y seguramente, cuando se haga balance de estas actividades, llegaremos a la conclusión de que ahora la Astronomía, la Astrofísica, las y los astrónomos somos mucho más y mejor conocidos por toda la humanidad.

El progreso extraordinario realizado por la Astronomía a lo largo de la historia y, preferentemente en el último siglo, se ha visto reflejado también en el interés mostrado por el público en general y, especialmente, por nuestra juventud. No obstante, existen situaciones y momentos especiales en nuestra sociedad que nos obligan a preguntarnos, ¿cuál es el papel actual que juega la Astronomía en nuestra sociedad? A principios de año (del 19 al 23 de enero) asistí a un congreso, en París en la sede de UNESCO TP3³, que trataba de dar una respuesta global, pero al mismo tiempo algo más detallada, de las muchas actividades que han ligado y ligan la Astronomía con las diversas culturas planetarias pasadas y presentes. Preguntas como: ¿cuál es el papel que juegan los astrónomos en las diferentes culturas?, ¿cómo perciben la Astronomía diferentes actores importantes en nuestra sociedad como artistas, estudiantes y empresarios?, ¿cómo la percibe el público en general y las diferentes agencias o departamentos ministeriales?, ¿qué puede hacer la Astronomía para despertar el interés de las jóvenes generaciones de estudiantes para inclinarlos hacia los estudios de las ciencias?, ¿cómo podemos mejorar las colaboraciones de profesionales con aficionados a la Astronomía y cómo sus trabajos de investigación y observación pueden llegar mejor a las bases de datos?, trataron de contestarse en este congreso, con diversa suerte. Me sorprendió la gran diversidad de personas asistentes al congreso; más que el número, me sorprendió la diversidad de personas de diferentes culturas y países, de muy variada relación con la Astronomía. Desde maestros de primaria y educadores de secundaria y bachiller a catedráticos de universidad, desde periodistas científicos a profesionales de la divulgación, desde aficionados a directores de observatorios astronómicos y centros de investigación. Unos 400 participantes (un 40% mujeres), de más de 100 países presentaron 90 ponencias, 70 pósters, 10 esculturas, 63 pinturas, 64 fotografías, 5 videos además de exhibiciones especiales.

A pesar del descenso en el alumnado que quiere una formación superior en ciencias en la última década, a pesar de que la ciencia o la técnica no ocupa un lugar propio en los medios de comunicación diarios como lo puede tener la economía, la política, la salud, la sociología, los deportes o la cultura; pues a pesar de todo ello la impresión es que la Astronomía ocupa un lugar no despreciable en la sociedad. Por otro lado, es un hecho ampliamente constatado que en la sociedad actual, al menos en la de los países avanzados, nunca ha habido tanto interés en las actividades científicas y de los científicos, especialmente en el campo de la Astronomía y la Medicina, estando presentes en los medios de comunicación diarios de forma creciente.

En este artículo me gustaría recordar algunos aspectos que hoy en día, en mi opinión, hacen de la Astronomía una materia extraordinariamente viva e interesante por diversos motivos:

- Para avanzar en el conocimiento de la Naturaleza y del Universo en general.
- Para iniciar y excitar la curiosidad científica a nuestros estudiantes de secundaria y bachiller.
- Para avanzar en tecnologías de interesante aplicación en otros campos de las actividades de nuestra sociedad.
- Para reflexionar sobre el papel de la vida y de la humanidad en el universo y, en general, contribuir al aumento de la cultura en los miembros de nuestra sociedad.

2. Para avanzar en el conocimiento de la Naturaleza

Sería prolijo, y pedante por mi parte, hacer una lista exhaustiva de cuáles son los problemas más interesantes que la Astronomía y la Astrofísica tienen planteados en la actualidad, pero voy a exponer tan sólo dos que creo son de extraordinario interés ya que desbordan las múltiples e interesantes cuestiones que se plantean en el propio campo de la Astronomía y también, estoy seguro, tendrán influencia en la forma de ver y entender el mundo en las próximas décadas.

Ha pasado mucho tiempo desde que el filósofo positivista A. Comte manifestara en el siglo XIX algo así como (cita no literal): "A pesar de la precisión de las medidas y observaciones astronómicas nunca podremos saber de qué están hechas las estrellas". Sin embargo, casi coetáneamente, J. von Fraunhöfner primero y R. Bunsen y G. Kirchhoff algo más tarde, inventaron la Espectroscopía que abriría el paso a la Astrofísica, es decir, precisamente al conocimiento de qué están hechas las estrellas y por ende todos los objetos que observamos en el cosmos. De esta forma, analizando la radiación electromagnética emitida por, o reflejada en, los astros se puede conocer de que elementos están hechos.

Recientemente los avances en las observaciones en Astrofísica y en Cosmología han permitido poner en duda el paradigma actual sobre la concepción del universo, al aportar pruebas que apuntan en la dirección de que la materia, tal como la conocemos actualmente, apenas constituye el 5% del universo observable. Entre otras, las observaciones de cómo giran las galaxias espirales en función de la distancia a su centro (Rubin y Ford, 1970; Burstein et al., 1985) nos llevan a concluir que existe materia que sólo podemos detectar por la interacción gravitatoria que ejerce sobre los objetos cercanos pero que, al no emitir radiación electromagnética, no podemos ver. Esta materia, todavía hoy en día, no sabemos qué es ni de qué está compuesta; aunque haya hipótesis sobre la misma no se han encontrado pruebas irrefutables sobre su naturaleza y composición. La Física de partículas tampoco ayuda, de momento, a su descubrimiento; probablemente el LHC (Large Hadron Collider)⁴ en sus investigaciones sobre la partícula llamada "bosón de Higgs" pueda arrojar alguna luz sobre esta cuestión.

Pero hay más resultados de la observación que aún complican la situación. Las observaciones sobre la radiación cósmica del fondo de microondas⁵ y sus variaciones espaciales (inhomogeneidades o asimetrías en su distribución espacial)⁶ recientemente observadas han demostrado que están estudiando nuestro universo cuando era muy joven, unos 400000 años, justo cuando empezaban a crearse las acumulaciones de materia de forma que lentamente han ido formando cúmulos de galaxias o estructuras mayores. Estas observaciones, y otras, cuando se las interpreta a la luz de las actuales teorías cosmológicas validadas experimentalmente, sugieren que el 75% del universo está lleno de una energía desconocida que no sabemos exactamente de que se trata.

Volviendo al principio de esta sección, después de todo, Comte podría no estar equivocado si en vez de estrellas hubiera escrito "el Universo". En pocas palabras, no sabemos qué y cuáles son los componentes mayoritarios de nuestro Universo observable. Perdón por lo de "nuestro" puesto que lo que les voy a relatar a continuación fundamentalmente discute la aplicación restrictiva de este adjetivo.

El 8 de junio de 2004 muchos pudimos observar el último tránsito de Venus⁷, es decir, el paso del planeta por delante del Sol durante unas 6 horas. En este tiempo, el flujo solar que normalmente llega a la Tierra disminuyó en aproximadamente menos de 1 parte en 100 000, prácticamente inapreciable para la mayoría de todos nosotros. Desde hace mucho tiempo, diferentes astrónomos habían sugerido que este mismo fenómeno podría ocurrir si hubiera planetas girando alrededor de estrellas diferentes al Sol cuyos planos orbitales coincidieran con la línea de visión de dichas estrellas desde la Tierra. Pues siendo así, ¿por qué no se habían buscado ya planetas en otras estrellas?; el problema radica en varios factores: la baja probabilidad de que esto ocurra (casi de una parte en 10000), no tener otra indicación en donde buscar entre los miles de millones de estrellas que pueblan nuestra galaxia y la larga espera para que el suceso se repita (del orden de años) atendiendo al único sistema planetario conocido, el nuestro. Por otro lado, observar un planeta directamente haciendo una imagen del conjunto era prácticamente imposible ya que, en el visible, la estrella brilla más de 10 millones de veces que el planeta. Otros astrónomos sugerían que basándonos en la dinámica de un sistema compuesto de un planeta y una estrella que orbitan alrededor del centro de masas (baricentro) común, podría deducirse la presencia del planeta midiendo el pequeñísimo movimiento de la estrella. Aquí el problema estriba en que la velocidad del movimiento es extraordinariamente pequeña (alrededor de 10 m/s en el caso de un planeta gigante -tipo Júpiter- y por debajo de 1 m/s para uno del tipo de la Tierra) y como antes decíamos, los periodos son muy grandes (de unos 11 años para Júpiter y de 1 año para la Tierra). Con estas perspectivas, observar planetas extrasolares fue durante mucho tiempo un proyecto que ningún astrónomo quería abordar al tener muy pocas posibilidades de éxito, incluso a lo largo de toda su vida.

No obstante, en Octubre de 1995, M. Mayor y D. Queloz, en sus observaciones de sistemas binarios estelares (dos estrellas que giran una alrededor de otra), encontraron que los cambios minúsculos en la velocidad de la estrella 51Peg, parecida a nuestro Sol, sólo podrían explicarse por la presencia de otra compañera de masa muy pequeña; tan pequeña que estaba en el rango de las masas de planetas gigantes y no en el de las estrellas. Se trataba de un planeta gigante (34 veces la masa de Júpiter) orbitando alrededor de la estrella [cada 4 días!, en vez de 11 años como lo hace Júpiter alrededor del Sol. Después de comprobadas las observaciones por otros astrónomos y descartados otros efectos que podrían enmascarar la pequeña señal que se observaba, se llegó a la conclusión de que habían descubierto el primer planeta fuera del sistema solar. Un planeta muy extraño si lo comparamos con los que observamos en nuestro sistema planetario, el único conocido hasta la fecha.

El primer planeta observado por el método de tránsito fue HD209458b orbitando una estrella también parecida a nuestro Sol cada 3.5 días; su cercanía a la estrella le confiere una temperatura de unos 1000°C en su superficie. Su masa es de 0.7 veces la masa de nuestro Júpiter y su volumen es sólo un 150% mayor; es lo que se llama un planeta gigante caliente. Se ha podido observar su atmósfera por medio de la espectroscopía y se cree haber encontrado trazas de hidrógeno, oxígeno y carbono; incluso se ha especulado con que puede contener vapor de agua. En el Observatorio de El Teide se han descubierto 5 planetas dentro del programa TrES⁸ de observaciones de tránsitos planetarios (el primero en Alonso et al., 2004).

En estos momentos se conocen más de 400 planetas de los cuales unos 300 están orbitando estrellas situadas a menos de 600 años-luz de distancia de nosotros⁹; estrellas similares a nuestro Sol. La búsqueda de exoplanetas o planetas extrasolares con el objetivo de encontrar uno parecido a la Tierra está en marcha y su éxito más cercano que nunca. Hasta el punto de que ahora, es difícil encontrar un centro astronómico de investigación en el que no se participe de este extraordinario interés tanto con telescopios terrestres como con tecnología espacial. Satélites espaciales pioneros como el COROT¹⁰ y el KEPLER¹¹ están en ello; otras misiones espaciales están siendo diseñadas con el fin de poder estudiar las atmósferas e incluso las superficies de los planetas encontrados y también de los telúricos o rocosos que se encontrarán próximamente. El más pequeño encontrado hasta la fecha compañero de una estrella parecida al Sol es COROT-Exo-7b que, con un diámetro de 1.65 veces el de la Tierra, orbita su estrella una vez cada 20 horas, estando por lo tanto cerca de ella y soportando temperaturas que van desde 1000 hasta 1500 °C (Léger et al., 2009; Queloz et al., 2009).

Simplemente, es fascinante desde el punto de vista científico, pero también desde el punto de vista antropológico. Cuando se descubra vida en algún planeta extrasolar definitivamente el hombre terrestre habrá dejado de ser único, el centro, el rey del Universo; el Universo habrá dejado de ser sólo nuestro, de hecho muy probablemente nunca lo fue.

3. Para iniciar en la Ciencia a nuestras y nuestros jóvenes estudiantes

No es un secreto que en las últimas dos décadas muchos jóvenes estudiantes, en casi todo el mundo desarrollado, han perdido el interés por la ciencia o, mejor dicho, no quieren seguir carreras científicas. A pesar de que, según parece, en algunos países ya se ha estancado la caída de estudiantes en las Facultades de Ciencias, sigue siendo preocupante el escaso número de jóvenes que se matriculan en las mismas y que quieren dedicarse a la actividad científica en sus vidas. En nuestro país, en la última década, el descenso ha sido brutal llegando a perder más del 60% del alumnado. Las causas de este fenómeno social se están analizando y se han analizado en diversos foros (por ejemplo Elias, 2005) y no voy a detenerme aquí en su análisis. No obstante, en muchas universidades de países con cultura anglosajona se ha percibido que la introducción de la Astronomía o la Astrofísica y aplicaciones científicas desde el espacio (Ciencias del Espacio) en sus catálogos de titulaciones, ha producido un menor descenso en las vocaciones científicas y ha contribuido al repunte de la matrícula en sus facultades.

Lo que querría enfatizar aquí, sin embargo, es el papel que la Astronomía ha jugado, está jugando o puede jugar en la iniciación de la juventud a la ciencia y al método científico desde los niveles más elementales hasta su ingreso en una Facultad de Ciencias.

Sin pretender ser prolijo, es obvio que sería muy apropiado el uso de la Astronomía en las siguientes cuestiones:

- En la introducción de las matemáticas, especialmente la geometría, trigonometría y el cálculo, resulta muy apropiada la utilización de problemas que plantean los fenómenos astronómicos. Por ejemplo, el cálculo de las distancias en el sistema solar o a las estrellas más cercanas puede utilizarse sencillamente para enseñar la trigonometría.
- Las determinaciones de las órbitas planetarias y cometarias pueden utilizarse como problemas para interesar al alumnado en la introducción al cálculo. También en la introducción a las cónicas.
- La definición del tiempo basado en la precisión y repetibilidad de la dinámica planetaria en nuestro sistema solar.
- La determinación del flujo de radiación que nos llega de los astros resulta un excelente ejercicio para la introducción de las funciones potenciales, exponenciales y sus inversas, las logarítmicas. Resulta que aparecen de forma natural, esencialmente porque nuestro detector primario, el ojo, presenta una respuesta logarítmica al flujo luminoso.

No obstante, es la posibilidad de realizar observaciones y mediciones con pequeños artilugios astronómicos, contruidos por los mismos estudiantes (el "gnomon", el planisferio y hasta un reloj de sol ecuatorial), lo que le confiere la vertiente experimental a la enseñanza del método científico que debe guiar toda formación en ciencias. La enseñanza de la construcción de instrumentos de medida, de realización de observaciones sistemáticas, de la planificación de las mismas, de su análisis matemático, de su interpretación científica, de su conservación y catalogación para el futuro, constituyen acciones básicas indispensables para que los alumnos sientan la curiosidad y la excitación de la resolución de los problemas que la naturaleza nos propone.

Incluso disponer de un pequeño telescopio totalmente automatizado, actualmente con un coste muy reducido, está al alcance de cualquier escuela o instituto. Con él se dispone de la tecnología actual al alcance del profesor y del estudiante para realizar prácticas. Tener como laboratorio, el cielo nocturno o diurno es especialmente interesante y de gran motivación para el alumnado. Lo único que nos falta es saber utilizarlo y tener la suficiente paciencia y ganas para trasladar nuestras clases al patio del colegio, a su tejado o terraza, o al descampado más cercano. Las experiencias que ya ha habido en nuestros centros de enseñanza secundaria demuestran que es posible hacerlo, que no es caro y que el resultado es excelente: nuestro alumnado despierta su curiosidad y acepta los retos que le plantea la Astronomía.

Volviendo a la realidad, en algunas Comunidades Autónomas (entre ellas la canaria) debido al empuje de algunos profesores de Ciencias de secundaria se ha venido impartiendo una asignatura optativa de Astronomía. La experiencia, según tengo entendido, es muy buena pero ello ha servido para bien poco. Ni se ha aumentado otra vez (para recuperar) el número de horas dedicadas a las Ciencias ni ha servido para cambiar el estatus de la asignatura; más bien al contrario, se ha disminuido el número de horas dedicadas a las optativas y, en muchos institutos, ha dejado de ofrecerse la asignatura. Es curioso comprobar la poca conexión que nuestros responsables educativos y políticos ven entre la educación, la formación y la "sociedad del conocimiento", de la que tanto hablan y tan poco hacen para ir avanzando en ella.

4. Para contribuir al avance tecnológico

La Astrofísica ha avanzado espectacularmente en las últimas seis décadas en las que las ciencias aplicadas, especialmente la óptica, la electrónica y las comunicaciones, han propiciado avances sustanciales y espectaculares en el campo de la tecnología en general y, en concreto, en la construcción de instrumentación para la investigación astrofísica. Es difícil decir quién o qué ha liderado los cambios pero lo cierto es que mutuamente se han ido realimentando. Desde la inauguración del que puede considerarse primer gran telescopio en Mount Wilson (California) en 1917, el telescopio Hooker de 100 pulgadas de diámetro del espejo primario y, apenas tres décadas después, la construcción del famoso telescopio Hale (de 200 pulgadas) en Monte Palomar, se han ido construyendo telescopios de diferentes tamaños, pero no de mayor diámetro.

Más allá de estos cinco metros de diámetro parecía imposible fabricarlos, se había llegado al límite de lo que la tecnología de finales del siglo XX podía manejar. Si el espejo primario del telescopio crecía en diámetro también debía hacerlo en espesor para evitar deformaciones y, todo ello, hacía que creciera en peso; de tal forma que la mecánica, y principalmente la electrónica necesaria para moverlo, dejaba de ser lo suficientemente precisa para el apuntado y seguimiento de un objeto cualquiera en su viaje constante en el cielo nocturno. Estos fueron los condicionantes que llevaron a que el telescopio BTA-6 (espejo sólido de 6 metros de diámetro) que la extinta Unión Soviética construyó en Zelenchuk (en el Caucaso) en 1976 no funcionara normalmente con la precisión requerida y resultara casi inútil para la observación astronómica de vanguardia.

Por lo tanto, para poder observar objetos cada vez más débiles, a finales del siglo XX, sólo se podía hacer fabricando detectores de luz visible e infrarroja cada vez más sensibles. La aparición y mejora de los tubos de rayos catódicos, tubos tipo "vidicon" y demás tecnología similar, basada en el efecto fotoeléctrico¹², constituyó en la década de los 70 un salto cuantitativo importante. Estos artilugios, precursores de las modernas cámaras, sustituyeron a las placas fotográficas utilizadas ampliamente hasta su límite en los grandes telescopios antes mencionados, y permitieron ir mejorando y llevando más allá del límite de lo casi imposible la observación astronómica del cielo profundo.

Pero ha sido la aparición de las "cámaras digitales" basadas en CCD¹³ lo que ha vuelto a suponer un cambio cualitativo importantísimo ya que sus propiedades la convierten en el detector de imagen casi ideal. Por otro lado, su rápida comercialización acompañada de sus precios asequibles ha permitido su utilización por todos, aficionados y profesionales. Por cierto, este "invento de un semiconductor capaz de almacenar imágenes" ha sido merecedor este año del premio Nobel de Física para W. S. Boyle y G. E. Smith sus descubridores.

Con el avance en la electrónica digital, su miniaturización, el avance en los computadores y en los detectores, pudo llegar lo que parecía imposible: utilizar espejos más grandes (de hasta 10 m de diámetro) y más delgados, es decir de menos peso, pero con la particularidad de que la forma del espejo podía ser controlada en tiempo real por actuadores guiados electrónicamente. De esta forma, la superficie del espejo primario se auto-corrige rápidamente y con la precisión requerida (por debajo de la décima de micra). Pasar de ahí a superficies formadas por espejos múltiples que funcionan como si fuera uno sólo, como el GTC por ejemplo, ha sido un paso importante. Probablemente el paso necesario para dar el salto a la construcción de espejos de hasta 30 metros de diámetro, por ejemplo el EELT¹⁴ en cuyo diseño se está trabajando actualmente.

Por otro lado, uno de los hitos más importantes en los últimos 25 años ha sido la construcción y operación de un gran telescopio espacial: el HST¹⁵ (Hubble Space Telescope); este telescopio nos ha mostrado las imágenes del cielo profundo más sensibles y claras que hayan existido jamás permitiendo el avance de la astronomía en casi todos sus campos. Pero también ha demostrado que se puede operar instrumentos muy sofisticados en el espacio. Con la aparición de nuevos materiales con propiedades muy interesantes, de materiales "inteligentes" que permitirán limitar el peso de las estructuras en los telescopios, se abrirá paso a la construcción de telescopios en otras localizaciones libres de atmósfera, como en nuestro satélite la Luna.

Me gustaría resaltar aquí otro aspecto importante del avance tecnológico propiciado y/o aprovechado por la Astronomía. Los recientes avances en la electrónica, especialmente en las dos últimas décadas, han proporcionado computadoras rápidas y con memoria suficiente para almacenar las observaciones realizadas en bases de datos de acceso libre. Además, los avances en las comunicaciones (en la Tierra y desde el espacio) han proporcionado la tecnología necesaria para que "internet" permita conexiones rápidas entre ordenadores en cualquier lugar del mundo de tal modo que cualquier persona interesada puede acceder a estas bases de datos. Esta posibilidad que está comenzando a ser explotada actualmente convierte a las bases de datos de observaciones astronómicas en auténticos observatorios virtuales¹⁶. En ellos no sólo se almacenan cada vez más y más observaciones, que profesionales y aficionados han realizado en el pasado y están realizando, utilizando los múltiples instrumentos, terrestres y espaciales que actualmente se dedican al estudio de la Astronomía, sino que se facilita el acceso y el estudio de los resultados obtenidos a cualquier persona interesada del planeta. De esta forma, astrónomos de cualquier país, por pequeño que sea, y de lo nublado que esté, pueden realizar investigaciones y encontrar respuestas a preguntas que probablemente quienes hicieron las observaciones no se hicieron y, por lo tanto, no buscaron la respuesta. ¿Cuántas investigaciones quedan por realizar y cuántos fenómenos naturales por descubrir que a lo mejor están en observaciones guardadas en estas bases de datos esperando que alguien las descubra? Por otro lado, también se trata de facilitar el aprovechamiento de la llamada "serendipia", es decir los descubrimientos casuales, de cuyo ejemplo el mundo científico está lleno, pero que con estas nuevas facilidades puede aprovecharse más y mejor.

5. Para contribuir a la reflexión sobre el hombre y la vida en el Universo

Se ha estudiado la cosmogonía de muchas, si no de todas, las civilizaciones antiguas, es decir la relación del hombre con la Tierra y con el Universo. Me gustaría preguntarme aquí cuál es la cosmogonía de la humanidad, en este momento de globalidad, concebida como un todo es decir a escala planetaria. ¿Existe?, ¿es

necesaria?, ¿es la suma de las ideas individuales o grupales? Dicho de otro modo, ¿necesitamos una consciencia colectiva a nivel planetario? Creo que antes de tres décadas deberemos plantearnos seriamente una respuesta a la pregunta que se hacía Carl Sagan en su obra de divulgación Cosmos: ¿who speaks for Earth? No tengo respuesta aún a estas preguntas pero creo que a la luz de los avances en Astronomía y en Genética ahora empieza a ser pertinente hacérselas y deberíamos tomárnoslas muy en serio.

En las múltiples conferencias y cursos sobre diferentes problemas de la Astronomía que he tenido el privilegio de impartir en diferentes lugares, a un público diverso que bien podría representar el público en general del que solemos hablar, cuando no se trata de público especializado o aficionado a estos temas, siempre, independientemente del tema sobre el que he disertado, han aparecido de una otra forma en el coloquio final las siguientes preguntas:

- ¿Existe vida fuera de la Tierra o cuál es el origen de la vida en la Tierra?
- ¿Qué es el big bang o cuál es el origen del universo?
- ¿Qué son los agujeros negros o cuáles son los objetos más extraños del cosmos?

No soy el único al que le ha pasado esto; a menudo comentando estas cuestiones con colegas astrónomos me confirman que a ellos les ocurre algo parecido con preguntas casi idénticas. Ello me lleva a concluir que son estas cuestiones las que más preocupan a las personas que están interesadas en la Astronomía y que buscan en ella las respuestas; creo que también puede constatare (aunque no conozco estudio alguno al respecto) que el interés ha ido creciendo con el tiempo. Afortunadamente, la ciencia y la razón han ido sustituyendo a la religión y a la fe en estas reflexiones o en la búsqueda de respuestas razonables a estas cuestiones. El método científico no sólo proporciona respuestas comprobadas y comprobables a las preguntas que la naturaleza nos plantea sino que nos enseña a dudar de ellas. De tal forma que estamos dispuestos a que si los resultados de un nuevo experimento demuestran que algunas de las teorías o paradigmas aceptados como válidos no lo son, después de repetidos y comprobados de forma independiente tales resultados, los abandonaremos y los sustituiremos por otras que los nuevos experimentos demuestren que son válidas. Esta es la actitud que nos enseña el método científico y que nos permite avanzar en el conocimiento, puesto que los resultados de las observaciones y experimentos que realizamos sugieren enseguida nuevas preguntas y cuestiones que invariablemente trataremos de entender a la luz de las teorías aceptadas en el momento. Esta actitud, en contraposición a las "creencias" que todas las pseudo ciencias introducen en algún omento en sus explicaciones, es la que distingue la razón de la fe.

Desde un punto de vista más general, el divorcio entre "cultura" y ciencia, o entre las llamadas dos "culturas", ha sido objeto de análisis desde mitad del siglo pasado por muchos científicos y filósofos eminentes. Desde entonces se tiene la impresión de que la distancia lejos de acortarse, se ha ido haciendo más pronunciada hasta el punto de que ahora mismo, en nuestra sociedad ultratecnificada, el déficit en el conocimiento técnico-científico influyen en las decisiones cotidianas que han de tomarse a todos los niveles de la sociedad. Mi impresión particular es que los científicos debemos esforzarnos en reflexionar sobre el aspecto social y cultural de los avances de la ciencia y de la tecnología, y reclamar de parte de los representantes clásicos de la cultura una mayor atención a los acontecimientos científicos. Además esta atención deben ejercerla rápidamente y cuanto antes ya que la velocidad en los avances de la ciencia y, lo que es tan importante, su llegada e inmersión en la sociedad, puede sobrepasar la capacidad de reflexión, asimilación y descubrimiento de las opciones y caminos mejores. Obviamente, la información llega a mucha más gente y con más rapidez, pero también es importante darse cuenta de que el "ruido" también crece, con lo cual la ratio señal/ruido disminuye y descubrir las señales a tiempo se me antoja realmente tan difícil como importante.

6. A modo de conclusión

Aunque la Astronomía es quizás la ciencia más antigua que se conoce, prácticamente la Astrofísica se ha desarrollado hacia el final del siglo XIX y, principalmente, a lo largo del XX. Materias relacionadas directamente con la Astrofísica han entrado en las universidades españolas prácticamente en los últimos 30 años, adquiriendo una gran solidez, asentándose bien en los planes de estudios y teniendo una buena aceptación entre los estudiantes de ciencias experimentales, fundamentalmente. En nuestro país, en los últimos años, la Astrofísica ha experimentado una violenta eclosión aumentando en dos órdenes de magnitud los profesores e investigadores españoles, casi en otro orden de magnitud más en los artículos publicados en revistas especializadas, siendo la disciplina científica de mayor avance en este tiempo. Sin embargo y con la salvedad de escasas excepciones, es un hecho irrefutable que el material didáctico a nivel universitario en cualquiera de las lenguas españolas prácticamente no existe.

Finalmente, unas pocas referencias al entorno profesional de los que practicamos la Astronomía en nuestro país. En el informe sobre la investigación en Astronomía en España aparecido en Enero de 2003 (Barcons et al. 2003), los autores afirman que con 460 investigadores en Astronomía, es decir unos 12 por millón de habitantes, nuestro país se va acercando a los 16 en Francia, 17 en Alemania y casi 25 del Reino Unido (tasas de 1998). La investigación realizada es, en general, de buena calidad y en cantidad abundante: se publica a un ritmo promedio ligeramente superior a un artículo por investigador y año en revistas de prestigio internacional y con un número de citas por encima del promedio internacional. Por otro lado, en otro estudio sociológico realizado entre los doctores en Astronomía realizado a finales del siglo pasado (Battaner et al., 2001) se concluye que el número de doctores en Astronomía que sale de las universidades españolas se estaba estabilizando alrededor de 25 por año (con un 30% de mujeres y aumentando); no obstante se quejan de que el número de abandonos, incluso después de pasar por un periodo transitorio empieza a ser muy alto, del 15% al 35%, independiente del sexo.

A pesar del número insuficiente de astrónomos por habitante no parece que en nuestro país se estén creando los suficientes puestos de trabajo en Universidades y Organismos Públicos de Investigación para irnos acercando a la media de los países desarrollados. Por otro lado, los doctores en Astronomía bien acogidos en el mundo empresarial en países más desarrollados no lo son aún en el nuestro. Nos queda aún mucho margen de mejora, pero cuando miramos treinta años atrás y vemos el panorama tan desolador que había en Astronomía en nuestro país (con apenas una treintena de doctores) no podemos más que congratularnos por el tremendo esfuerzo realizado por parte de todos y todas, personas e instituciones.

Astronomía, ¿para qué? Pues para mucho. Estamos tentados siempre a decir que para nada. Esto nos coloca en la posición, realmente cómoda, de quien pretende que al no servir para nada no nos van a pedir cuentas, ni tampoco sirve para lo peor que generamos en nuestra sociedad. Supongo que estamos apoyando las tesis de los que pretenden decir que podríamos pasar sin ella. Sin embargo, el estudiantado, los colegas aficionados y el público en general que han participado en los actos de este Año Internacional de la Astronomía nos han demostrado que es una actividad científica y cultural de primer orden, extraordinariamente apreciada. Sinceramente, con este artículo, espero haber contribuido a que la Astronomía, especialmente la situación en nuestro país, sea más y mejor conocida y apreciada.

Bibliografía

- Alonso, R., Brown, T.M., Torres, G. et al. (2004). TrEs-1: The transiting planet of a bright K0 V star. *Astrophysical Journal*, 613, L153.
- Barcons, X., Domínguez, R., Pallé, P.L. (2003). Informe sobre la investigación en Astronomía en España. 9, 5-6.
- Battaner, E., Delgado, A.J., Rodríguez, J.M. et al. (2001). Estudio sociológico de los doctores españoles en el campo de la Astronomía. *Boletín de la SEA*, 6, ix-xv.
- Burstein, D., Ford, Jr. W. K., y Thonnard, N. (1985). Rotation Velocities of 16 Sa Galaxies and a Comparison of Sa, Sb, and Sc Rotation Properties," *Astrophysical Journal*, 289, 81.
- Elías, C. (2008). La razón extrangulada. Barcelona: Debate.
- Léger, A., Rouan, D., Schneider, J. et al. (2009). Transiting exoplanets from the CoRoT space mission VIII. CoRoT- 7b the first super-earth with measured radius. *Astronomy and Astrophysics*, 506, 287.
- Mayor, M. y Queloz, D., (1995). A Jupiter-mass companion to a solar-type star", *Nature*, 378, 355.
- Queloz, D., Bouchy, F., Moutou, C., et al. (2009). The CoRoT-7 planetary system: two orbiting superearths. *Astronomy and Astrophysics*, 506, 363.
- Rubin, V. y Ford, W.K. (1970). Rotation of the Andromeda Nebula from a Spectroscopic Survey of Emission Regions. *Astrophysical Journal*, 159, 379.

1 Ver el portal del Año Internacional de la Astronomía en España, <http://www.astronomia2009.es/>

2 Gran Telescopio de Canarias, ver página <http://www.gtc.iac.es/>

3 "The Rôle of Astronomy in Society and Culture". UNESCO – Paris, 19-23 Enero, 2009; <http://iaus260.obspm.fr/>

4 Ver información en la Organización Europea para Investigación en Física Nuclear, CERN, <http://lhc.web.cern.ch/lhc/>

5 Originalmente descubierto por A. A. Penzias y R. W. Wilson en 1964. Por este descubrimiento obtuvieron el premio Nobel de Física de 1978.

6 Las asimetrías o inhomogeneidades en la radiación cósmica de fondo fueron sugeridas inicialmente por el experimento Cosmorama en el Observatorio de El Teide y puestas de manifiesto en las misiones espaciales COBE y WMAP. En 2006, J. C. Mather y G. F. Smoot, investigadores principales de WMAP, recibieron el premio Nobel de Física.

7 ver por ejemplo información en: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/transit/venus0412.html>

8 TRES (Trans-Atlantic Exoplanet Survey), proyecto en colaboración hispano-norteamericano. Ver: <http://www.hao.ucar.edu/research/stare/stare.html> y <http://www.astro.caltech.edu/palomar/pst.html>

9 Enciclopedia de planetas extrasolares descubiertos y proyectos de búsqueda; ver <http://exoplanet.eu/>

10 Convection and Rotation of stars and planetary Transits (COROT) es un satélite científico francés con participación española y europea (ESA). Ver <http://smc.cnes.fr/COROT/>, <http://www.iaa.es/corot/>

11 KEPLER es una misión espacial de NASA dedicada a la búsqueda de planetas habitables; para más información ver en <http://kepler.nasa.gov/>

12 No olvidemos que por este descubrimiento A. Einstein recibió el premio Nobel en 1921

13 El sensor bidimensional "Charge Coupled Devices (CCD)" es el mejor receptor de imágenes actualmente en uso y, hoy en día, está ampliamente introducido en las modernas cámaras digitales.

14 European-Extremely Large Telescope (E-ELT), ver <http://www.eso.cl/elt.php>

15 ver página <http://hubblesite.org/>

16 Ver EuroVO en <http://www.euro-vo.org/pub/>; el internacional IVOA en <http://www.ivoa.net/>; el de EEUU <http://www.virtualobservatory.org/>; el español <http://svo.laefi.inta.es/>

AA



Inicio



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Ficha de catalogación

Título:	Astronomía, ¿para qué?	
Autor:	Teodoro Roca Cortés	
Fuente:	Proyecto Iberoamericano de Divulgación científica (OEI-AECID)	
Resumen:	Observar el cielo e intentar comprender lo que en él se ve es algo que los humanos vienen haciendo desde hace miles de años. Sin embargo, hace cuatrocientos que a Galileo se le ocurrió hacerlo por vez primera utilizando un telescopio. En el 2009 se conmemoró ese hito en la historia de la astronomía con su declaración por parte de la Unesco como el Año Internacional de la Astronomía. Y fue una buena ocasión para repasar algunos de los aportes más destacados de la historia de la disciplina y reivindicar su actualidad e importancia.	
Fecha de publicación:	2009	
Formato	☐	Noticia
	☒	Reportaje
	☐	Entrevista
	☐	Artículo de opinión
Contenedor:	☐	1. Los retos de la salud y la alimentación
	☐	2. Los desafíos ambientales
	☐	3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
	☒	4. La conquista del espacio
	☐	5. El hábitat humano
	☐	6. La sociedad digital
	☐	7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	4MMG92	



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre el interés de la astronomía:

1. Al cumplirse cuatrocientos años de que Galileo comenzara a utilizar el telescopio para observar el cielo la UNESCO declaró el 2009 como el Año Internacional de la Astronomía.	V	F
2. En 2009 se organizaron en España 300 actividades relacionadas con la astronomía.	V	F
3. Cada vez hay menos información sobre astronomía en los medios.	V	F
4. La materia, tal como la conocemos, apenas constituye el 5 % del universo observable.	V	F
5. Hasta ahora no se ha observado ningún planeta fuera del sistema solar.	V	F
6. La astronomía puede servir para iniciar a los jóvenes en la ciencia, ya que en ella son muy importantes las matemáticas y los procedimientos de observación.	V	F
7. Gracias a la aparición de la fotografía digital se han podido construir telescopios útiles con espejos primarios de mayor diámetro.	V	F
8. El desarrollo de la electrónica y de los sistemas de almacenamiento de datos ha afectado muy favorablemente al progreso de la astronomía.	V	F
9. Las cuestiones que se plantean en la astronomía están relacionadas con inquietudes antropológicas muy profundas.	V	F
10. La astrofísica es la ciencia más antigua que se conoce, pero la astronomía se ha desarrollado principalmente durante el siglo XX.	V	F

2. Repasa el reportaje y resume los diferentes temas que en él se van tratando.

3. En el reportaje se habla de un congreso celebrado en la sede parisina de UNESCOTPF3 en enero de 2009 en el que se trataba de dar respuesta a una serie de preguntas que se recogen en ese reportaje. Elige alguna de ellas y redacta una respuesta fundamentada para ella.

4. Busca información sobre Galileo Galileo y prepara un reportaje sobre los aspectos más significativos de su biografía y de sus aportaciones a la ciencia.

5. ¿Por qué fue tan importante para la historia de la astronomía que Galileo comenzara a utilizar un telescopio para la observación del cielo? ¿Qué observó a través de él? ¿En qué sentido contrastaban sus observaciones con las ideas sobre astronomía heredadas de Aristóteles y Ptolomeo?

6. Busca información sobre algunas actividades que se desarrollaron en tu país en 2009 con motivo del Año Internacional de la Astronomía.

7. En el reportaje se aporta información sobre cuatro motivos por los que se considera que la astronomía es una materia extraordinariamente viva e interesante. Elige cuál de ellos te parece más significativo e intenta ampliar los argumentos que el autor del reportaje da a favor del mismo.

8. Imagina que, tras la celebración del Año Internacional de la Astronomía, las autoridades educativas de tu país hubieran quedado impresionadas por la importancia de esta ciencia y se estuvieran planteando crear en el sistema educativo una asignatura sobre esos temas. Puestos a imaginar, considera que formarás parte de la comisión que debe presentar una propuesta sobre el currículo de esa nueva asignatura. Piensa en una propuesta que resulte interesante para los jóvenes y prepárala de acuerdo con el siguiente guión. Debes hacer propuestas para cada uno de los apartados y redactar una pequeña justificación sobre ellas.

- a) Nombre de la nueva asignatura.
- b) Etapa y nivel en el que se ubicaría.
- c) Carácter de la nueva asignatura (obligatorio/optativo).
- d) Tiempo que se dedicaría (nº de horas).
- e) Contenidos que se proponen para el programa (enunciación de los temas que se desarrollarían en esa asignatura)
- f) Metodología de trabajo en el aula.
- g) Criterios de evaluación
- h) Visitas y actividades extraescolares relacionadas con la observación astronómica.
- i) Recursos y materiales didácticos necesarios para su desarrollo.



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Sugerencias para el profesorado

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.
- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. Las actividades 2 y 3 orientan un análisis sobre los contenidos del reportaje y sugieren un desarrollo ampliado de algunos de ellos. Las actividades 4 y 5 se centran en la figura de Galileo y en el análisis de la importancia de sus aportaciones a la historia de la astronomía y de la ciencia. La actividad 6 propone repasar alguna de las actividades que se desarrollaron en el propio país en el año 2009 con motivo del Año Internacional de la Astronomía. La actividad 7 sugiere desarrollar alguno de los motivos que se aportan en el reportaje sobre el interés de la astronomía. La actividad 8 prolonga ese análisis en la estructuración, lo más detallada posible, de una propuesta sobre una hipotética asignatura escolar relacionada con los temas de astronomía.
- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o incluso en debate abierto con toda la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir los trabajos sobre las actividades 6, 7 y 8.
- Sería muy interesante compilar y discutir las propuestas que se hagan en la actividad 8. Eventualmente podría ser una ocasión para proponer algún tipo de taller o actividad complementaria en el centro educativo relacionada con las propuestas que se hayan hecho en esa actividad.