

La Astronomía en la vida cotidiana

Por Marissa Rosenberg, Pedro Russo (EU-UNAWA, Observatorio de Leiden /Universidad de Leiden, The Netherlands), Georgia Bladon, Lars Lindberg Christensen (ESO, Germany)

Introducción

[Transferencia de tecnología](#)

[De la Astronomía a la Industria](#)

[De la astronomía al sector aeroespacial](#)

[De la astronomía al sector energético](#)

[Astronomía y Medicina](#)

[Astronomía en la vida cotidiana](#)

[Astronomía y colaboración internacional](#)

[Resumen](#)

[Referencias](#)

Introducción

A lo largo de la historia los humanos **hemos** mirado al cielo para navegar por los vastos océanos, para decidir cuándo plantar sus cultivos y responder a preguntas como de dónde venimos y cómo llegamos hasta aquí. Es una disciplina que nos abre los ojos, da contexto a nuestro lugar en el universo y puede remodelar la idea de cómo vemos el mundo. Cuando Copérnico afirmó que la Tierra no era el centro del universo, desató una revolución. Una revolución en la cual la religión, la ciencia y la sociedad tuvieron que adaptarse a esta nueva visión del mundo.

La Astronomía tuvo siempre un impacto significativo en nuestra forma de ver el mundo. Las primeras culturas identificaron los objetos celestes con dioses e interpretaron sus movimientos a través del cielo como profecías sobre lo que iba a suceder. En la época actual llamaríamos a esto Astrología, completamente alejada de la cruda realidad y de los costosos instrumentos que utiliza la Astronomía hoy en día, pero hay todavía indicios de esta historia en la Astronomía moderna. Tomemos como ejemplo los nombres de las constelaciones: Andrómeda, la doncella encadenada de la mitología griega o Perseo, el semidiós que la salvó.

Hoy, mientras progresa nuestro conocimiento sobre el mundo, nos encontramos a nosotros mismos y nuestra visión del mundo más entrelazados con las estrellas. El descubrimiento de que los elementos fundamentales que encontramos en las estrellas y el gas y polvo alrededor de ellas son los mismos que forman nuestros cuerpos ha ahondado más aún la conexión entre nosotros y el cosmos. Esta conexión acaricia nuestras vidas y el asombro que nos produce es, quizá, la razón por la cual las bellas imágenes que nos proporciona la Astronomía sean tan populares en la cultura actual.

Hay, todavía, muchas preguntas sin respuesta en Astronomía. La investigación actual se esfuerza por dar respuesta a preguntas como "¿qué edad tenemos?", "¿cuál es el destino del universo?" y, posiblemente la más interesante: "¿qué tan particular es el universo?" y "¿podría un universo ligeramente diferente haber permitido la existencia de vida?" Pero la Astronomía también rompe nuevos récords cada día, anunciando las distancias más lejanas, los objetos más masivos, las temperaturas más altas y las explosiones más violentas.

La búsqueda de respuestas a estas cuestiones es una parte fundamental de ser un ser humano. Incluso en el mundo actual se ha vuelto tremendamente importante ser capaz de justificar la búsqueda de respuestas. Las dificultades a la hora de describir la importancia de la Astronomía, y la investigación de base en general, se resumen muy bien en la siguiente cita:

"Preservar el conocimiento es fácil. Transferir el conocimiento también es fácil. Pero producir nuevo conocimiento no es ni fácil ni rentable a corto plazo. Afortunadamente la investigación prueba que es rentable a largo plazo e, igualmente importante, es una fuerza que enriquece la cultura y cualquier sociedad con la razón y la verdad básica."

- Ahmed Zewali, ganador del Premio Nobel de Química (1999).

Si bien vivimos en un mundo enfrentado a problemas más inmediatos como el hambre, la pobreza, la energía y el cambio climático, pensamos que la Astronomía tiene beneficios a largo plazo que son igualmente importantes para la sociedad civilizada. Diversos estudios (ver más abajo) han puesto de manifiesto que invertir en educación científica,

investigación y tecnología aporta grandes ganancias —no sólo económicas sino culturales e indirectas para la población en general— y ha ayudado a países a hacer frente y superar crisis. El desarrollo científico y tecnológico de un país o región está estrechamente ligado al índice de desarrollo humano — un indicador estadístico que mide la esperanza de vida, la educación y los ingresos— (Truman, 1949).

Existen otros trabajos que han contribuido a responder a la pregunta "¿por qué es importante la Astronomía?" El Dr. Robert Aitken, director del Observatorio de Lick, nos ha mostrado, en su artículo titulado *El Uso de la Astronomía* (*The Use of Astronomy*, Aitken, 1933), que incluso en 1933 existía la necesidad de justificar nuestra ciencia. Su última frase resume su pensamiento: "Dar al hombre un mayor conocimiento del Universo y ayudarlo a aprender humildad y a conocer la apoteosis, esa es la misión de la Astronomía". Más recientemente, C. Renée James escribió un artículo describiendo los avances tecnológicos recientes que podemos agradecer a la Astronomía como son el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), la tecnología de imagen médica y la red inalámbrica (Renée James, 2012). En defensa de la Radioastronomía, Dave Finley in Finley (2013) afirmó, "En resumen, la Astronomía ha sido una piedra angular del progreso tecnológico a lo largo de la historia, tiene mucho que contribuir al futuro y ofrecer a los seres humanos un sentimiento fundamental de pertenencia a nuestro lugar en un inimaginablemente, vasto e increíble Universo."

La Astronomía y sus campos relacionados están a la vanguardia de la ciencia y la tecnología respondiendo a cuestiones fundamentales e impulsando innovaciones. Es por esta razón que el plan estratégico de la [Unión Astronómica Internacional](#) (IAU) para el 2010-2020 se centra en tres grandes áreas: tecnología y habilidades, ciencia e investigación y cultura y sociedad.

Si bien una ciencia sin aplicación inmediata aparente como la Astronomía raramente contribuye de forma directa con resultados tangibles a corto plazo, requiere, para realizar sus investigaciones, de tecnología de última generación y métodos que pueden a largo plazo gracias a sus vastas aplicaciones, marcar la diferencia.

Una multitud de ejemplos — mucho de los cuales se describen más abajo — muestran cómo el estudio de la Astronomía contribuye a la tecnología, la economía y la sociedad impulsando constantemente la creación de instrumentos, procesos y software que están más allá de nuestras posibilidades actuales.

Los frutos del desarrollo científico y tecnológico de la Astronomía, especialmente en áreas como la óptica y la electrónica, se han convertido en algo esencial en nuestro día a día, con aplicaciones como ordenadores personales, satélites de comunicación, teléfonos móviles, [GPS](#), paneles solares y escáneres de [Imagen por Resonancia Magnética](#) (MRI).

Si bien el estudio de la Astronomía ha suministrado unas riquísimas ganancias tangibles, monetarias y tecnológicas, quizá la contribución más importante de la Astronomía no se pueda medir económicamente. La Astronomía ha revolucionado, y continúa haciéndolo, nuestro pensamiento a escala mundial. En el pasado, se utilizó para medir el tiempo, marcar las estaciones y navegar por el ancho océano. Como una de las ciencias más antiguas, la Astronomía es parte de nuestra historia cultural y de nuestras raíces. Nos inspira con bellas imágenes y promete respuestas a las grandes preguntas. Actúa como una ventana a la inmensidad y complejidad del espacio, poniendo a la Tierra en perspectiva y promoviendo la ciudadanía global y el orgullo de pertenecer a nuestro planeta.

Diversos informes en Estados Unidos (National Research Council, 2010) y en Europa (Bode et al., 2008) indican que la mayor contribución de la Astronomía no es solamente la tecnológica y las aplicaciones médicas (ver [transferencia tecnológica](#) más abajo), sino una perspectiva única que amplía nuestros horizontes y nos ayuda a descubrir la grandeza del universo y nuestro lugar en él. A un nivel más inmediato, la Astronomía nos ayuda a estudiar cómo prolongar la supervivencia de nuestras especies. Por ejemplo, es crítico el estudio de la influencia del Sol sobre el clima de la Tierra y cómo afecta esto al tiempo, los niveles de agua, etc. Solamente el estudio del Sol y otras estrellas pueden ayudarnos a entender esos procesos de forma completa. Además, la monitorización de los movimientos de todos los objetos del Sistema Solar, nos permite predecir las amenazas potenciales a nuestro planeta desde el espacio. Estos eventos podrían causar grandes cambios en nuestro mundo, como quedó claramente demostrado por el [impacto de un meteorito en Chelyabinsk](#), Rusia en 2013.

A nivel personal, enseñar Astronomía a nuestros jóvenes es también un gran valor. Se ha probado que los alumnos que se involucran en actividades educativas relacionadas con la Astronomía en primaria y secundaria son más propensos a escoger carreras de ciencia y tecnología y mantenerse actualizados sobre los descubrimientos científicos (National Research Council, 1991). Esto no sólo beneficia a la Astronomía sino a otras disciplinas científicas.

La Astronomía es uno de los pocos campos de la ciencia que interactúa de forma directa con la sociedad. No sólo trasciende fronteras sino que promueve activamente colaboraciones alrededor del mundo. En el siguiente artículo describiremos los aspectos tangibles en los que esta ciencia ha contribuido en diversas áreas.

Transferencia tecnológica

De la Astronomía a la Industria

Algunos de los ejemplos más útiles de la transferencia tecnológica entre Astronomía e industria incluyen avances en el procesamiento de imágenes y la comunicación. Por ejemplo, una película llamada *Kodak Technical Pan* se usa ampliamente en espectroscopía médica e industrial, por fotógrafos industriales y artistas, y fue originalmente creada para que los astrónomos solares pudieran grabar los cambios en la estructura de la superficie del Sol. Además, el desarrollo posterior de la película *Technical Pan* — de nuevo por requerimiento de los astrónomos — se usó durante décadas (hasta que fue desestimada) para detectar cosechas enfermas y bosques, en odontología y diagnóstico médico y para el rastreo de capas de pintura para descubrir falsificaciones (National Research Council, 1991).

En 2009 Willard S. Boyle y George E. Smith fueron galardonados con el [Premio Nobel de Física](#) por el desarrollo de otro dispositivo que fue ampliamente utilizado en la industria. Los sensores de captura de imagen desarrollados para imágenes astronómicas conocidos como Dispositivos de Carga Acoplada o *Charge Coupled Devices* (CCDs), se usaron por primera vez en Astronomía en 1976. Tras unos pocos años han reemplazado a las películas no sólo en los telescopios sino también en las cámaras personales, webcams y teléfonos móviles. La mejora y popularidad de los CCDs se atribuye a la decisión de la NASA de usar tecnología de CCD supersensibles en el [Telescopio Espacial Hubble](#) (Kiger & English, 2011).

En el terreno de la comunicación, la Radioastronomía ha proporcionado una enorme cantidad de herramientas útiles, así como dispositivos y métodos de procesamiento de datos. Muchas de las compañías de más éxito fueron fundadas originalmente por radioastrónomos. El lenguaje de programación *FORTH* fue creado originalmente para ser usado por el telescopio de 0.9 metros [Kitt Peak](#) y formó la base para una gran y rentable compañía ([Forth Inc.](#)). Actualmente es usado por la empresa FedEx para su servicio de seguimiento por todo el mundo.

Algunos ejemplos más de transferencia de tecnología entre Astronomía e industria se muestran en la siguiente lista (National Research Council, 2010):

La compañía General Motors usa el lenguaje de programación astronómico *Interactive Data Language* (IDL) para analizar los datos de accidentes.

Las primeras patentes sobre técnicas de detección de radiación gravitacional — producidas cuando los cuerpos masivos son acelerados — han sido adquiridos por una compañía para ayudarlos a determinar la estabilidad gravitatoria de las reservas subterráneas de petróleo.

La compañía de telecomunicaciones [AT&T](#) usa el *Image Reduction and Analysis Facility* (IRAF) — un software escrito por el [Observatorio Nacional de Astronomía Óptica \(NOAO\)](#) — para analizar sistemas de ordenadores y gráficos de física de estado sólido.

Larry Altschuler, astrónomo, fue el responsable del desarrollo de la tomografía - el proceso de formación de imágenes en secciones usando una onda penetrante - a través de su trabajo de reconstrucción de la Corona Solar a partir de sus proyecciones. (Schuler, M. D. 1979)

De la Astronomía al Sector Aeroespacial

El sector aeroespacial comparte mucha de su tecnología con la Astronomía — específicamente hardware en telescopios e instrumentación, producción de imágenes y técnicas para su procesamiento.

Desde el desarrollo de los telescopios espaciales, la adquisición de información para defensa se ha desplazado del uso de técnicas de base terrestre a técnicas de base aérea y espacial. Los satélites de defensa son esencialmente telescopios apuntando a la Tierra y requieren de la misma tecnología y hardware que los que se usan en Astronomía. Además el procesamiento de imágenes de satélite utiliza el mismo software que el de imágenes astronómicas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de desarrollos astronómicos empleados en defensa (National Research Council, 2010):

Las observaciones de las estrellas y modelos de atmósferas estelares se usan para diferenciar entre nubes de humo de cohetes y objetos cósmicos. El mismo método se utiliza para estudiar el uso de sistemas de alerta temprana.

Las observaciones de distribuciones estelares en el cielo — utilizadas para apuntar y calibrar telescopios — se emplean

también en ingeniería aeroespacial.

Los astrónomos desarrollaron un contador fotones apantallado para el Sol — un dispositivo que puede medir las partículas de luz de una fuente, durante el día, sin verse saturadas por las provenientes del Sol—. Este contador ahora se utiliza para detectar fotones ultravioletas (UV) que provienen del tubo de escape de un misil, permitiendo un [sistema de aviso UV](#) libre de falsas alarmas. La misma tecnología se puede usar para la detección de gases tóxicos.

El conjunto de satélites del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) depende de objetos astronómicos como cuásares y galaxias lejanas para determinar las posiciones con precisión.

De la Astronomía al Sector Energético

Los métodos utilizados en Astronomía se pueden emplear para encontrar nuevos combustibles fósiles así como para evaluar la posibilidad de nuevas fuentes de energías renovables (National Research Council, 2010):

Dos compañías petroleras, [Texaco](#) y [BP](#), usan IDL para analizar muestras de núcleos alrededor de los campos de petróleo así como búsqueda de petróleo en general.

Una compañía australiana, llamada [Ingenero](#), ha creado colectores de radiación solar para aprovechar el poder del Sol para proporcionar energía a la Tierra. Han creado colectores de más de 16 metros de diámetro, lo cual sólo es posible utilizando compuestos de grafito; un material desarrollado para un sistema de telescopios orbitales.

La tecnología empleada para formar imágenes en rayos X en [telescopios de rayos X](#) — que se diseñan de manera diferente de los telescopios de luz visible — se usa ahora para monitorizar la [fusión de plasma](#). Si la fusión — donde dos átomos ligeros se unen para crear uno más pesado — se vuelve posible de controlar podría ser la respuesta a la búsqueda de una energía segura, limpia y económica.

Astronomía y Medicina

La Astronomía se esfuerza constantemente en ver objetos cada vez más tenues y más lejanos. La Medicina tiene los mismos retos: ver cosas que están ocultas dentro del cuerpo humano. Ambas disciplinas necesitan imágenes de alta resolución, precisión y detalle. Quizá el ejemplo más notable de transferencia de conocimiento entre estas dos disciplinas sea la técnica de [síntesis de apertura](#), desarrollada por el radioastrónomo y galardonado con el Premio Nobel Martin Ryle (Royal Swedish Academy of Sciences, 1974). Esta tecnología se utiliza en la [tomografía computarizada](#) (también conocida como escáner CT o CAT), la [imagen por resonancia magnética](#) (MRIs), la [tomografía de emisión de positrones](#) (PET) y muchas otras herramientas de procesado de imágenes médicas.

Junto con esas técnicas de producción de imágenes, la Astronomía ha desarrollado muchos lenguajes de programación que hacen de dicha producción y su procesado una tarea más fácil. En concreto, hablamos de IDL y IRAF. Estos lenguajes son ampliamente utilizados en aplicaciones médicas (Shasharina, 2005).

Otro ejemplo importante de cómo la investigación astronómica ha contribuido al mundo médico es el desarrollo de salas de trabajo limpias. La construcción de telescopios espaciales requiere un entorno extremadamente limpio para impedir que el polvo u otras partículas puedan ocultar u obstruir los espejos o los instrumentos (como la misión [STEREO](#) de la NASA; Gruman, 2011). Los protocolos, filtros de aire y los trajes de sala limpia que fueron desarrollados para conseguir esto, se usan actualmente en hospitales y laboratorios farmacéuticos (Clark, 2012).

Algunos ejemplos más de aplicaciones directas de herramientas astronómicas en medicina se listan a continuación:

Una colaboración entre una compañía farmacéutica y la [Cambridge Automatic Plate Measuring Facility](#) permite que muestras de sangre provenientes de pacientes con leucemia, sean analizadas más rápidamente; lo que asegura cambios en la medicación más precisos (National Research Council, 1991).

Los radioastrónomos desarrollaron una metodología que actualmente se usa como un medio de detección de tumores no invasivo. Combinando este método con los tradicionales, se alcanza un índice de detección de positivos del 96% en pacientes con cáncer de mama. (Barret et al., 1978).

Pequeños sensores térmicos, inicialmente desarrollados para controlar la temperatura de los instrumentos de los telescopios, se usan ahora en el control de la calefacción en las unidades neonatales — unidades de cuidado de bebés recién nacidos — (National Research Council, 1991).

Un escáner de rayos X de baja energía desarrollado por la NASA se utiliza actualmente para pacientes de cirugía ambulatoria, lesiones deportivas y clínicas en el tercer mundo. También ha sido utilizado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (US Food and Drugs Administration, FDA) para estudiar si ciertas pastillas habían sido contaminadas (National Research Council, 1991).

Los programas de procesamiento de imágenes por satélite ayudan ahora a los investigadores médicos a crear un método sencillo para implementar un reconocimiento en pacientes a gran escala para la enfermedad de Alzheimer (ESA, 2013).

Mirar a través del ojo de una persona viva, lleno de fluidos y en constante movimiento, no es tan diferente de intentar observar objetos a través de las turbulencias atmosféricas y las mismas aproximaciones fundamentales parecen funcionar en ambos casos. La óptica adaptativa, que se usa en Astronomía, puede usarse para obtener imágenes de la retina en pacientes vivos para estudiar enfermedades como la degeneración macular y retinitis pigmentaria en sus etapas tempranas (Boston Micromachines Corporation 2010).

La Astronomía en la vida cotidiana

Hay muchas cosas con las que la gente se encuentra cada día que derivan de las tecnologías astronómicas. Quizá la invención más famosa derivada de la astronomía es la red de área local inalámbrica, [wireless local area network](#) (WLAN). En 1977 John O'Sullivan desarrolló un método de enfoque de imágenes en un radiotelescopio. Este mismo método se aplicó a las señales de radio en general, específicamente a aquellas dedicadas a fortalecer las redes de ordenadores, las cuales ahora son una parte integral de todas las implementaciones WLAN (Hamaker et al., 1977).

Otras tecnologías importantes para la vida cotidiana que fueron originalmente desarrolladas para la Astronomía se enumeran a continuación (National Research Council, 2010):

La tecnología empleada en los observatorios de rayos X se usa también en las cintas de equipaje de los aeropuertos.

En los aeropuertos, un cromatógrafo de gases — aparato que sirve para separar y analizar compuestos — diseñado para una misión de Marte se usa para buscar drogas y explosivos en los equipajes.

La policía utiliza el fotómetro de Demanda Química de Oxígeno portátil (COD) — instrumentos desarrollados por astrónomos para medir la intensidad de la luz — para revisar que las ventanas de los coches son transparentes tal y como determina la ley.

Un [espectrómetro de rayos gamma](#), utilizado originalmente para analizar el suelo lunar, se usa ahora como sonda no invasiva para probar la debilidad estructural de edificios históricos o ver a través de frágiles mosaicos como los de la Basílica de San Marcos en Venecia.

Más sutil que estas contribuciones a la tecnología es la contribución que la Astronomía ha hecho a nuestra visión del tiempo. Los primeros calendarios se basaron en los movimientos de la Luna e incluso la forma en la que se define el segundo se debe a la Astronomía. El reloj atómico, desarrollado en 1955, fue calibrado usando el Tiempo de Efemérides Astronómicas — una antigua escala estándar de tiempo astronómica adoptada por la IAU en 1952—. Esto llevó a la redefinición del segundo acordada internacionalmente (Markowitz et al., 1958).

Todos estos son ejemplos muy tangibles del efecto que la Astronomía ha tenido en nuestra vida diaria, pero los astrónomos también juegan un importante rol en nuestra cultura. Hay muchos libros y revistas sobre astronomía para el público no especializado. *Una Breve Historia del Tiempo* de Stephen Hawking es un bestseller y ha vendido más de diez millones de copias (Paris, 2007); y la serie de televisión de Carl Sagan, *Cosmos: Un Viaje Personal*, ha sido vista en más de 60 países por más de 500 millones de personas (NASA, 2009).

Muchas personas ajenas a la Astronomía también se involucraron en la celebración del [Año internacional de la Astronomía 2009](#) (IYA2009), el mayor evento de educación y divulgación en ciencia. El IYA2009 llegó a más de 800 millones de personas a través de miles de actividades en más de 148 países (IAU, 2010).

Astronomía y la colaboración internacional

Los logros científicos y tecnológicos dan una gran ventaja competitiva a cualquier nación. Las naciones se enorgullecen de tener las tecnologías más nuevas y eficientes y compiten por lograr nuevos descubrimientos científicos. Pero, quizá, lo más importante es la vía, a través de la cual, la ciencia puede unir a las naciones, incentivando la colaboración y creando un flujo constante de investigadores que viajan por todo el mundo en instalaciones internacionales.

La Astronomía es una ciencia muy favorable a la colaboración internacional debido a la necesidad de tener telescopios en diferentes lugares alrededor del mundo para ver el cielo en su totalidad. Al menos desde 1887 — cuando los astrónomos de todo el mundo aportaron sus imágenes obtenidas con telescopios y construyeron el primer mapa del todo el cielo — ha habido colaboraciones internacionales en astronomía y, en 1920, la Unión Astronómica Internacional se convirtió en la primera Unión Científica Internacional.

Además de la necesidad de ver el cielo desde diferentes puntos de observación en la Tierra, construir observatorios

astronómicos en tierra y en el espacio es muy costoso. Por lo tanto, los observatorios que existen actualmente y los que están en proyecto son propiedad de varios países. Todas estas colaboraciones han sido, por consiguiente, pacíficas y exitosas. Algunas de las más notables son:

El [Gran Conjunto Milimétrico/submilimétrico de Atacama o Atacama Large Millimeter/submillimeter Array \(ALMA\)](#), una colaboración internacional entre Europa, Norte América y Asia del Este en cooperación con la República de Chile, es el mayor proyecto astronómico existente en la actualidad. .

El [Observatorio Europeo Austral \(European Southern Observatory\) \(ESO\)](#) que incluye 14 países europeos y Brasil, está ubicado en Chile.

Colaboraciones entre grandes observatorios como el NASA/ESA Telescopio Espacial Hubble entre Estados Unidos y Europa.

Resumen

En el texto precedente hemos descrito tanto las razones tangibles como las intangibles por las que la Astronomía es una parte importante de la sociedad. Si bien nos hemos centrado principalmente en la tecnología y la transferencia del conocimiento, quizá su contribución más importante es aún el hecho de que la Astronomía nos hace conscientes de cómo encajamos en el vasto universo. El astrónomo estadounidense Carl Sagan nos mostró una de las más simples e inspiradoras contribuciones a la sociedad en su libro *Un Punto Azul Pálido* :

Se ha dicho que la astronomía es una experiencia humilde y forjadora de carácter. No hay mejor prueba del sinsentido de la soberbia humana que ésta lejana imagen de nuestro minúsculo mundo. Para mí, subraya nuestra responsabilidad a la hora tratarnos de forma más amable entre nosotros y preservar y estimar ese punto azul pálido, el único hogar que hemos conocido nunca."

Referencias

Aitken, R.G. 1933, *The Use of Astronomy*. Astronomical Society of the Pacific. Leaflet 59, December 1933, 33-36

Bode, Cruz & Molster 2008, *The ASTRONET Infrastructure Roadmap: A Strategic Plan for European Astronomy*, http://www.eso.org/public/archives/books/pdfsm/book_0045.pdf, August 2013

Boston Micromachines Corporation, http://www2.bostonmicromachines.com/Portals/1703/docs/AO_101_White_Paper.pdf, 2010

Clark, H. 2012, *Modern-day cleanroom invented by Sandia physicist still used 50 years later*, https://share.sandia.gov/news/resources/news_releases/cleanroom_50th, June 2013

ESA 2013, *Identifying Alzheimer's using space software*, http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/TTP2/Identifying_Alzheimer's_using_space_software, July 2013

Finley, D., *Value of Radio Astronomy*, <http://www.nrao.edu/index.php/learn/radioastronomy/radioastronomyvalue>, Retrieved November 2013

Gruman, J. B. 2011, *Image Artifacts-Telescope and Camera Defects*, http://stereo.gsfc.nasa.gov/artifacts/artifacts_camera.shtml, August 2013

Hamaker, J. P., O'Sullivan, J. D. & Noordam J. D. 1977, *Image sharpness, Fourier optics, and redundant-spacing interferometry*, *J. Opt. Soc. Am.*, 67(8), 1122–1123

International Astronomical Union 2010, *International Year of Astronomy 2009 Reached Hundreds of Millions of People: Final Report Released*, <http://www.astronomy2009.org/news/pressreleases/detail/iya1006>, August 2013

International Astronomical Union 2012, *IAU Astronomy for Development Strategic Plan 2010–2012*. https://www.iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf, June 2013

Kiger, P. & English, M. 2011, *Top 10 NASA Inventions*, <http://www.howstuffworks.com/innovation/inventions/top-5-nasa-inventions.htm>, June 2013

Markowitz, W. et al. 1958, *Frequency of cesium in terms of ephemeris time*, Physical Review Letters 1, 105–107

National Research Council 1991, *Working Papers: Astronomy and Astrophysics Panel Reports*, Washington, DC: The National Academies Press

National Research Council 2010, *New Worlds, New Horizons in Astronomy and Astrophysics*. Washington, DC: The National Academies Press

Paris, N. 2007, *Hawking to experience zero gravity*, The Daily Telegraph, <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1549770/Hawking-to-experience-zero-gravity.html>, August 2013

Renée James, C. 2012, *What has astronomy done for you lately?*, www.astronomy.com, May 2012,30-35

Shasharina, S. G. et al. 2005, *GRIDL: high-performance and distributed interactive data language*, High Performance Distributed Computing, HPDC-14. Proceedings. 14th IEEE International Symposium, 291–292

Schuler, M. D. 1979, in *Image Reconstruction from Projections*, (ed. G. T. Herman, Berlin:Springer), 105

StarChild, *StarChild: Dr. Carl Sagan*, NASA, http://starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/whos_who_level2/sagan.html October 2009

Truman, H. 1949, *Inaugural Presidential Speech*, http://www.trumanlibrary.org/whistlestop/50yr_archive/inagural20jan1949.htm, June 2013

Wikipedia contributors 2013, *Technical Pan*, http://en.wikipedia.org/wiki/Technical_Pan, April 2013.

Esta versión en español ha sido traducida por voluntarios de la *Astronomy Translation Network* (Red de Traducciones de Astronomía) coordinada por el *National Astronomical Observatory of Japan* (Observatorio Astronómico Nacional de Japón) y la *IAU Office for Astronomy Outreach* (Oficina de la Unión Astronómica Internacional para la Divulgación de la Astronomía)



Créditos:

Traducido por Mariana Lanzara
Revisado por Juan Camilo Suarez
Revisión científica por Andrés A. Plazas Malagón

Fecha de publicación: 10 Septiembre 2018

Original (Inglés): https://www.iau.org/public/themes/astronomy_in_everyday_life/
