

¿Por qué es importante la Astronomía?

Marissa Rosenberg, Pedro Russo (EU-UNAWA, Observatorio de Leiden/Universidad de Leiden, Holanda), Georgia Bladon, Lars Lindberg Christensen (ESO, Alemania)

E-mail: russo@strw.leidenuniv.nl

Publicado en la página de la Unión Astronómica Internacional:

http://www.iau.org/public/themes/why_is_astronomy_important/ (octubre de 2013)

Traducido al castellano por Maria Jesús Martínez (IAC)

Introducción

Durante mucho tiempo, los astrónomos y el resto de científicos han creído que la importancia de su trabajo era evidente para la sociedad. Pero, en estos difíciles días de austeridad financiera, incluso los beneficios más obvios de la ciencia se revisan muy cuidadosamente.

Una prioridad mundial es erradicar la pobreza y el hambre, de modo que cualquier actividad que no intente resolver directamente este problema tiene una justificación complicada para ser financiada. Pero algunos estudios (ver más abajo) revelan que, invertir en la Educación de la ciencia, en investigación y en tecnología generan, indirectamente, un gran retorno económico y cultural para la población, así como ayudan a los países a afrontar las crisis económicas. El desarrollo científico y tecnológico de una región o de un país está íntimamente relacionado con el índice del desarrollo humano, esto es, el índice que mide estadísticamente la esperanza de vida, el nivel educativo y el nivel de vida (Truman 1949).

La Astronomía y los temas relacionados con ella son la vanguardia de la ciencia y la tecnología, resolviendo cuestiones fundamentales sobre nuestra existencia y sobre el Universo en el que vivimos. Por esta razón, el plan estratégico para 2010-2020 de la Unión Astronómica Internacional (IAU) tiene como áreas clave la tecnología, la ciencia y la investigación y la cultura y la sociedad.

Aunque un tipo de investigación como la astronómica raramente contribuye de manera inmediata con productos tangibles, llevarla a cabo requiere tecnología puntera que, a medio-largo plazo, puede tener un gran impacto. Existen muchos casos – algunos de ellos se describen más abajo – que muestran cómo la Astronomía contribuye a la tecnología, la economía y la sociedad mediante la construcción de instrumentos y códigos informáticos más allá de nuestros conocimientos actuales.

Los productos del desarrollo científico y tecnológico en Astronomía, especialmente en óptica y electrónica, se han convertido en algo esencial en nuestra vida diaria, con cosas como los ordenadores, los satélites de comunicación, los teléfonos móviles, los sistemas GPS, los paneles solares y los aparatos de resonancia magnética y los escáneres.

La Astronomía ha tenido un papel muy importante en la historia, revolucionando constantemente el pensamiento humano. En el pasado, la Astronomía se usaba básicamente para la medida del tiempo, para marcar las distintas estaciones y para la navegación a través de los grandes océanos. La Astronomía es una ciencia muy antigua

y por ello es parte de la historia de las culturas. La Astronomía nos inspira con imágenes preciosas y pretende responder a preguntas tales como “¿de dónde venimos?”. Es una ventana a la inmensidad y la complejidad del espacio exterior, colocando a la Tierra en su lugar en el Universo.

Algunos informes en EEUU (*National Research Council* 2010) y en Europa (Bode y col. 2008) indican que, las contribuciones más importantes de la Astronomía a la sociedad no son solamente a la tecnología (ver *Conexión con la tecnología* abajo) o las aplicaciones en medicina (ver más abajo), si no a proveer de una perspectiva que sobrepasa nuestros horizontes y nos ayuda a descubrir la grandeza del Universo y de nuestro lugar en él. Pero también hay otras razones más fundamentales para el estudio del Universo, como la supervivencia de nuestra especie. Por ejemplo, la influencia del Sol en el clima terrestre. Solamente el estudio del Sol y de otras estrellas nos ayuda a entender completamente estos procesos. El estudio de la dinámica del sistema solar hasta sus objetos más insignificantes, nos ayuda a entender en detalle las amenazas a nuestro planeta provenientes del espacio. Estos sucesos pueden tener un gran impacto en nuestro mundo, tal y como demostró el impacto de un meteorito sucedido en Chelyabinsk (Rusia) en 2013. También es importante estudiar Astronomía en la escuela. Se ha demostrado que los alumnos que cursan Astronomía, o materias relacionadas, en la escuela primaria o secundaria tienen más posibilidades de continuar en carreras científicas o tecnológicas y de seguir puestos al día con los descubrimientos científicos (*National Research Council* 1991). Esto no solamente beneficia al campo de la Astronomía, sino que se extiende a otras disciplinas científicas.

La Astronomía es uno de los pocos campos de la ciencia que interactúa directamente con la sociedad. No solamente sobrepasa fronteras, si no que promueve las colaboraciones en todo el mundo. En este documento mostramos qué ofrece la Astronomía y nos acercamos a algunos de los ejemplos tangibles con los que la Astronomía ha contribuido a varios campos.

Conexión con la tecnología

De la Astronomía a la industria

Algunas de las aplicaciones industriales más útiles transferidas desde la Astronomía se refieren a avances en imagen y comunicación. Por ejemplo, la película *Kodak Technical Pan*, que usa ampliamente en la espectroscopía industrial y médica por los fotógrafos industriales y los artistas, fue creada originalmente para que los astrónomos solares pudieran obtener imágenes de la estructura y la evolución de la superficie solar. Otros de los usos de la *Technical Pan* fueron en la detección de cultivos y bosques enfermos, en odontología y diagnóstico médico y en la detección de falsificaciones de obras de arte mediante el estudio de las capas de pintura (*National Research Council* 1991).

En 2009, Williard S. Boyle y George E. Smith fueron premiados con el premio Nobel de Física por el desarrollo de otro aparato que se usaría ampliamente en la industria: los sensores de captura de imagen desarrollados para imágenes astronómicas denominados *Charge Coupled Devices* (aparato de cargas acopladas) o CCDs. La primera vez que se usaron en Astronomía fue en 1976 y en pocos años reemplazaron las películas, no solamente en los telescopios, si no también en las cámaras fotográficas personales, cámaras web y teléfonos móviles. La mejora y la popularidad de las CCDs se le atribuye a NASA y a su decisión de usar CCDs ultra sensibles en el telescopio espacial Hubble (*Kiger & English*, 2011).

En el mundo de la comunicación, la radioastronomía ha aportado una gran riqueza de herramientas, de instrumentos y de métodos de procesado de datos. Algunas de las compañías de comunicación más exitosas han sido fundadas por radioastrónomos. El lenguaje de programación *FORTH* se creó originalmente para ser utilizado en el telescopio de Kitt Peak y ha sido la base de la rentable compañía *Forth Inc.* En la actualidad, se utiliza en el servicio de seguimiento de paquetes alrededor del mundo de la compañía *FedEx*.

Algunos otros ejemplos de la transferencia de tecnología de la Astronomía a la industria son (*National Research Council 2010*):

- La compañía *General Motors* utiliza el lenguaje de programación *Interactive Data Language (IDL, o lenguaje de datos interactivo)* para el análisis de datos de choques entre coches.
- Las primeras patentes de técnicas para la detección de ondas gravitatorias – producidas por cuerpos masivos en aceleración – se han adquirido por una compañía para determinar la estabilidad de las reservas de petróleo subterráneas.
- La compañía de telecomunicaciones *AT&T* utiliza el paquete *Image Reduction and Analysis Facility (IRAF o herramienta para el análisis y reducción de datos)*, una colección de programas escritos en el *National Optical Astronomy Observatory* (observatorio óptico astronómico nacional), para analizar sistemas informáticos y gráficos de Física del estado sólido.

De la Astronomía al sector aeroespacial

El sector aeroespacial comparte mucha de su tecnología con la Astronomía, en concreto, todo lo que se refiere a la instrumentación de telescopios y al procesado de imágenes.

Desde el desarrollo de los telescopios espaciales, la adquisición de información para el Ejército ha pasado de técnicas terrestres a técnicas aéreas y espaciales. Los satélites de Defensa son telescopios esenciales que apuntan a la Tierra y que requieren tecnología e instrumentación idénticas a sus homólogos astronómicos. Además, el procesado de imágenes requiere los mismos programas en ambos casos.

Algunos ejemplos específicos de desarrollos astronómicos que se usan en Defensa son (*National Research Council 2010*):

- Las observaciones de estrellas y los modelos de atmósferas estelares se usan para diferenciar entre trazos de cometas y objetos cósmicos. El mismo método está siendo estudiado para utilizarse en sistemas de alarma.
- Las observaciones de la distribución de estrellas en el cielo, las cuales se usan para el apuntado y calibrado de los telescopios, también se usan para la ingeniería aeroespacial.
- Los astrónomos han desarrollado un contador de fotones que permite contar, durante el día, el número de partículas de una fuente de luz sin interferencias de las partículas solares. Esto se usa ahora para detectar fotones ultravioletas que vienen del tubo de un misil, permitiendo un sistema de alarma ultravioleta de misiles. La misma tecnología puede usarse para detectar gases tóxicos.
- Los satélites de sistemas de posicionamiento global (GPS) necesitan conocer la posición de objetos astronómicos tales como los cuásares y las galaxias distantes para determinar las posiciones en la Tierra con precisión.

De la Astronomía al sector energético

Los métodos astronómicos pueden usarse para encontrar nuevos depósitos fósiles de combustible, así como para evaluar la posibilidad de nuevas fuentes de energía renovable (*National Research Council* 2010):

- Dos compañías de petróleo, Texaco y BP, usan IDL para analizar el núcleo de muestras alrededor de campos de petróleo, así como para la investigación en este campo.
- Una compañía australiana, llamada *Ingenero*, ha creado colectores de radiación solar para emplear la energía del Sol como energía en la Tierra. Han creado colectores de hasta 16 metros de diámetro, lo cual ha sido posible usando el compuesto de grafito desarrollado para un conjunto de telescopios orbitales.
- La tecnología designada a la imagen de rayos X en los telescopios de rayos X se usa actualmente para monitorizar la fusión de plasmas. Si la fusión, es decir, dos núcleos atómicos uniéndose para formar un núcleo más pesado, fuera posible controlarla, ésta sería la energía más limpia y más segura.

Astronomía y Medicina

Los astrónomos se esfuerzan constantemente en detectar objetos cada vez más débiles y más lejanos. La Medicina se esfuerza en cosas similares: ver cosas que están ocultas en el cuerpo humano. Las dos disciplinas requieren imágenes detalladas, precisas y de alta resolución. Puede que el ejemplo más notable de la transferencia de conocimiento entre estas dos áreas sea la técnica de síntesis de apertura, desarrollada por el radioastrónomo y premio Nobel Martin Ryle (*Royal Swedish Academy of Sciences* 1974). Esta tecnología se utiliza en las tomografías médicas como el escáner, la resonancia magnética nuclear, la tomografía de emisión de positrones y muchas otras.

Junto con todas estas técnicas de imagen, la Astronomía ha desarrollado varios lenguajes de programación para su procesado, como IDL e IRAF. Estos lenguajes se usan ampliamente en aplicaciones médicas (Shasharina 2005). Otro ejemplo importante de cómo la Astronomía ha contribuido al mundo de la Medicina es el desarrollo de áreas de trabajo limpias. La construcción de telescopios espaciales requiere un ambiente extremadamente limpio para evitar que partículas de polvo puedan oscurecer u obstruir los espejos o instrumentos (como, por ejemplo, en la misión STEREO de la NASA; Gruman 2011). Los protocolos de las salas limpias, los filtros de aire, y los trajes desarrollados para éstas se utilizan en la actualidad en los hospitales y laboratorios farmacéuticos (Clark 2012).

Algunas aplicaciones directas de las herramientas astronómicas en medicina son:

- La colaboración entre la compañía médica y la *Cambridge Automatic Plate Measuring Facility* permite que las muestras de sangre de pacientes con leucemia se analicen más rápido para adaptar rápidamente la medicación de los pacientes (*National Research Council* 1991).
- Los radioastrónomos desarrollaron un método que, en la actualidad, se usa como técnica no invasiva para la detección de tumores. Combinando esta técnica con otras más tradicionales, la detección fiable de cánceres de pecho ha llegado al 96% (Barrer y col. 1978).
- Los pequeños sensores térmicos que inicialmente se usaban para controlar la temperatura de los instrumentos de los telescopios, se usan ahora para el control del calentamiento en las unidades de neonatos (*National Research Council* 1991).
- Un escáner de rayos X de baja energía desarrollado por la NASA se usa en la actualidad para cirugía ambulatoria, lesiones deportivas y en clínicas del tercer mundo. También ha sido usado por la administración de comida y

medicamentos estadounidense (FDA) para estudiar si ciertas píldoras están contaminadas (*National Research Council* 1991).

- Los programas para procesar las imágenes tomadas por satélites sirven ahora en la investigación médica para establecer un método simple de implementación de pruebas a escala mundial para la enfermedad del Alzheimer (ESA 2013).

La Astronomía en la vida cotidiana

Hay muchas cosas en el día a día que provienen de la tecnología astronómica. Es posible que el invento astronómico más ampliamente usado sea la *wireless local area network* (WLAN). En 1977, John O'Sullivan desarrolló un método para mejorar las imágenes de los radiotelescopios. Este mismo método se ha aplicado a señales de radio en general, específicamente a éstas dedicadas a hacer más robustas las redes de ordenadores. Actualmente, esto es parte integral de la implementación de todas las WLAN (Hamaker et al. 1997).

Otras tecnologías importantes para la vida cotidiana que originalmente nacieron en la Astronomía son (*National Research Council* 2010):

- La tecnología de los observatorios de rayos X se usa actualmente en las cintas de equipaje de los aeropuertos.
- Un cromatógrafo de gases diseñado para la misión en Marte, es decir, un instrumento que analiza y separa los componentes de ciertas sustancias, se usa en los aeropuertos para buscar drogas y explosivos en los equipajes.
- La policía usa fotómetros COD (*Chemical Oxygen Demand*), es decir, instrumentos desarrollados por astrónomos para medir la intensidad de la luz. Con ellos pueden comprobar que las ventanas de los coches son transparentes, tal y como determina la Ley.
- Un espectrómetro de rayos gamma originalmente usado para el análisis del terreno lunar se usa en la actualidad como un método no invasivo para encontrar debilidades estructurales en edificios históricos, o para ver la parte trasera de mosaicos frágiles, tales como los de la basílica de San Marco en Venecia.

Más sutil que todas estas contribuciones a la tecnología es la contribución que la Astronomía ha hecho a nuestra visión del tiempo. Los primeros calendarios se basaban en el movimiento de la Luna e incluso la manera de definir el segundo se debe a la Astronomía. El reloj atómico, desarrollado en 1955, se calibró usando las efemérides astronómicas, una escala de tiempo astronómica adoptada por la IAU en 1952. Esto llevó a la definición de segundo en la que todo el mundo estuvo de acuerdo (Markowitz et al. 1958).

Estos son todos ejemplos tangibles del efecto que la Astronomía ha tenido en nuestras vidas cotidianas. Pero la Astronomía también ha tenido un papel fundamental en nuestra cultura. Hay varios libros y revistas sobre Astronomía para el público general. *Una breve historia del tiempo* de Stephen Hawking es un *bestseller* y ha vendido cerca de un millón de copias (Paris 2007). La serie de televisión de Carl Sagan, *Cosmos: un viaje personal*, ha sido emitida en más de 60 países y ha sido vista por más de 500 millones de personas (NASA 2009).

Algunas personas que no se dedican a la Astronomía se han comprometido con la Astronomía en el Año Internacional de la Astronomía 2009 (IYA2009), el mayor evento de educación y divulgación científica. El IYA2009 llegó a más de 800 millones de personas, a través de miles de actividades, en más de 148 países (IAU 2010).

La Astronomía y la colaboración internacional

Los avances científicos y tecnológicos son un gran valor para un país. Las naciones están orgullosas de tener las tecnologías más eficientes y se esfuerzan por ser pioneros en los descubrimientos científicos. Pero puede que lo más importante sea el modo en el que la ciencia puede unir a las naciones, promoviendo las colaboraciones y creando un flujo constante de investigadores alrededor del mundo para trabajar en centros internacionales. La Astronomía, en particular, es muy dada a las colaboraciones internacionales, debido a la necesidad de telescopios en distintas partes del mundo para poder ver el cielo entero. Las colaboraciones internacionales se remontan a 1887, cuando los astrónomos de todo el mundo compartieron sus imágenes de los telescopios para hacer el primer mapa completo del cielo. En 1920, nació la IAU, la primera unión científica internacional.

Además de la necesidad de distintos puntos de observación en la Tierra, construir observatorios astronómicos, en tierra o en el espacio, es extremadamente caro y muchos de ellos son compartidos por varias naciones. Todas estas colaboraciones han sido, hasta ahora, pacíficas y muy exitosas. Algunas de las más notables son:

- El Observatorio Europeo del Sur (ESO), localizado en Chile, que incluye 14 países europeos y Brasil.
- El lanzamiento de un espectrómetro estadounidense por un cohete japonés.
- Colaboraciones entre la NASA y la ESA como, por ejemplo, el telescopio espacial Hubble.
- El proyecto ALMA es una colaboración global entre Europa, USA, Canadá, Japón, Taiwán y Chile.

La Astronomía, la Humanidad y la Historia

Incluso antes de la historia escrita, los seres humanos ya estaban interesados en el espacio. Habían mirado al cielo para decidir cuándo plantar sus cosechas, para ayudarles a navegar los vastos océanos y para resolver la pregunta ¿de dónde venimos?. El estudio de la Astronomía abre nuestros ojos, nos guía hacia la respuesta a esa pregunta y nos pone en contexto en el Universo. Cuando Copérnico declaró que la Tierra no era el centro del Universo, se desarrolló la revolución copernicana en la religión, en la ciencia y en la sociedad, que tuvieron que adaptarse a esa nueva visión del mundo.

La Astronomía ha tenido siempre un impacto significativo en nuestra forma de ver el mundo. Las primeras culturas identificaban los objetos celestiales con los dioses e interpretaban sus movimientos en el firmamento como profecías. Ahora llamamos a esto *astrología*, algo que está muy lejos de la Astronomía moderna pero que forma parte de su historia y ha dejado ciertas huellas en ella. Por ejemplo, los nombres de las constelaciones: Andrómeda, la doncella encadenada de la mitología griega, o Perseo, el semidiós que la salvó.

Un ejemplo más reciente del efecto de la Astronomía en nuestra visión del mundo es el descubrimiento de que nosotros estamos compuestos del mismo material que las estrellas. Los elementos básicos que encontramos en las estrellas y el gas y polvo alrededor de ellas son los mismos elementos de los que están hechos nuestros cuerpos. Esta conexión entre nosotros y el Cosmos ha llegado a nuestras vidas y, el asombro que esto inspira, es posiblemente la razón por la que las imágenes astronómicas son tan populares en la cultura de hoy en día.

Hay todavía muchas preguntas sin resolver en Astronomía. La investigación hoy en día se preocupa por responder a cuestiones como: ¿Qué edad tenemos?, ¿Cuál es el destino del Universo? Y, probablemente, la más interesante: ¿Es único nuestro Universo y podría otro Universo ligeramente distinto albergar vida? La Astronomía supera nuevos récords cada día, estableciendo las distancias a objetos más lejanas, los objetos más masivos y las temperaturas más elevadas o las explosiones más violentas.

El astrónomo americano Carl Sagan nos mostró una de las contribuciones más simples y más inspiradoras de la Astronomía a la Sociedad en su libro sobre el futuro de la Humanidad, *The pale blue dot* (Un punto azul pálido, versión española):

"It has been said that astronomy is a humbling and character-building experience. There is perhaps no better demonstration of the folly of human conceits than this distant image of our tiny world. To me, it underscores our responsibility to deal more kindly with one another, and to preserve and cherish the pale blue dot, the only home we've ever known."

"Se dice que la Astronomía es una experiencia humilde que desarrolla el carácter. Posiblemente no hay mejor demostración de la estupidez de la arrogancia humana que esta imagen distante de nuestro pequeño mundo. Para mí, esto enfatiza nuestra responsabilidad para tratarnos de manera más amable los unos a los otros y para preservar y amar al punto azul pálido, el único hogar que hemos conocido."

Referencias

Bode, Cruz & Molster 2008, La hoja de ruta de ASTRONET: un plan estratégico para la Astronomía europea:

<http://www.eso.org/public/archives/books/pdfsm/astronet.pdf>, agosto 2013

Clark, H. 2012, Las salas limpias modernas inventadas por el físico Sandia y que todavía se usan 50 años después:

https://share.sandia.gov/news/resources/news_releases/cleanroom_50th, junio 2013

ESA 2013, Identificando el Alzheimer usando programas informáticos espaciales:

http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/TTP2/Identifying_Alzheimer's_using_space_software, julio 2013

Gruman, J. B. 2011, Artefactos en la imagen y defectos de la cámara:

http://stereo.gsfc.nasa.gov/artifacts/artifacts_camera.shtml, agosto 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

IAU 2010, el año internacional de la Astronomía 2009 llegó a cientos de millones de personas:

<http://www.astronomy2009.org/news/pressreleases/detail/iya1006>, agosto 2013

IAU 2012, IAU Astronomía para el Desarrollo, plan estratégico 2010-2012:

http://iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf, junio 2013

Kiger, P. & English, M. 2011, los mejores 10 inventos de la NASA:

<http://www.howstuffworks.com/innovation/inventions/top-5-nasa-inventions.htm>, junio 2013

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

National Research Council 1991, Artículos científicos: Astronomía y Astrofísica Informes de los paneles, Washington, DC: The National Academies Press

National Research Council 2010, Nuevos mundos, nuevos horizontes en Astronomía y Astrofísica. Washington, DC: The National Academies Press

Paris, N. 2007, De Hawking a la experiencia en gravedad cero. The Daily Telegraph: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1549770/Hawking-to-experience-zero-gravity.html>, agosto 2013

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

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

Truman, H. 1949, Discurso inaugural del presidente: http://www.trumanlibrary.org/whistlestop/50yr_archive/inagural20jan1949.htm, junio 2013

Contribuidores a la Wikipedia 2013, Technical Pan: http://en.wikipedia.org/wiki/Technical_Pan, April 2013