

Las ventanas abiertas por el Hubble

20/04/2015

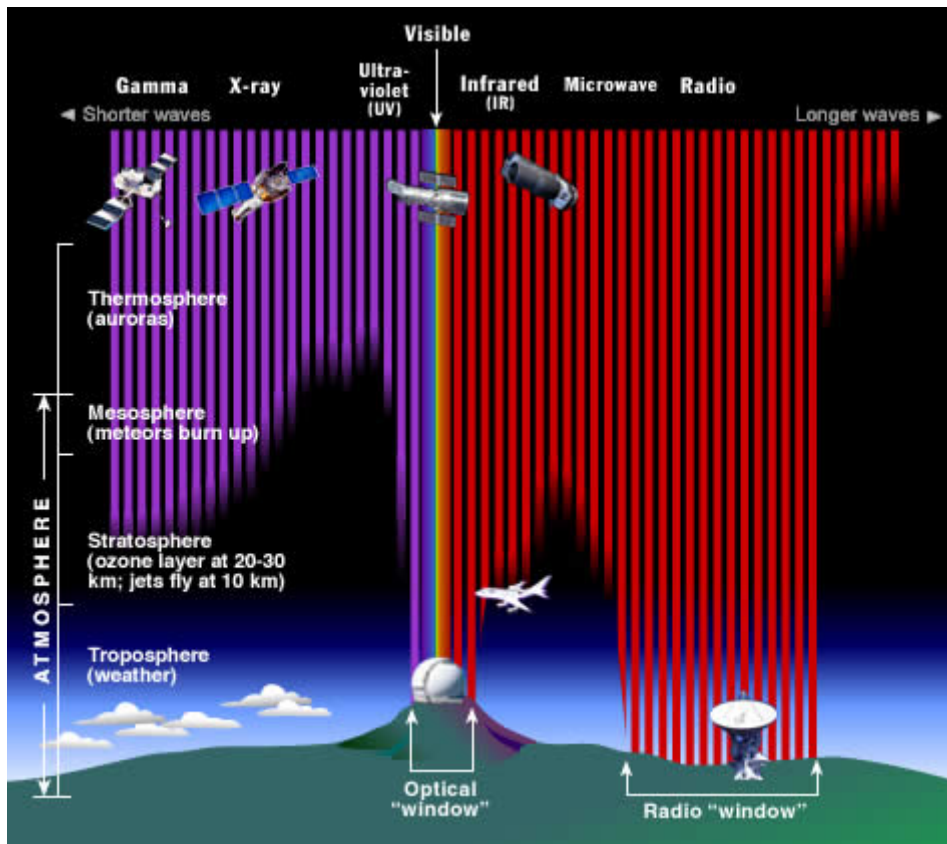
El telescopio espacial Hubble ha hecho realidad el sueño del astrónomo: observar el universo sin atmósfera. El Hubble descubrió las galaxias más lejanas y localizó átomos de hidrógeno en el universo más cercano. Y continúa acercando, a través de sus imágenes, la belleza y los misterios del cosmos a la sociedad.

No he sido usuario habitual (aunque sí ocasional) del telescopio espacial Hubble, y por tanto no soy la persona apropiada para enumerar exhaustivamente los avances que este telescopio ha introducido en la astronomía a lo largo de sus 25 años de vida. La relativa distancia desde la que he podido observar el impacto del Hubble en astronomía me permite únicamente dar unas pinceladas distintas acerca de este auténtico revulsivo científico.

Hace poco más de 400 años **Galileo Galilei** empezó a escudriñar el cielo por primera vez con un telescopio, lógicamente un **telescopio óptico**. Afortunadamente la atmósfera es muy transparente a la luz visible, lo que ha permitido más de 4 siglos de desarrollo de la astronomía óptica. Planetas, lunas, estrellas y galaxias han poblado desde entonces nuestra visión del universo.

Hace tan solo un siglo, y gracias al desarrollo del electromagnetismo, **Karl Jansky** abrió otra ventana a la observación astronómica, esta vez en zona de las **ondas de radio**. La manifestación cósmica de otros fenómenos físicos, relacionados por ejemplo con campos magnéticos, añadió una dimensión nueva a la astronomía. Y con la

radioastronomía se completaba, esencialmente, el universo accesible desde tierra.



Transparencia de la atmósfera terrestre a las distintas formas de radiación (Crédito: STSci/JHU/NASA)

La **era espacial** comenzó a abrir hace poco más de 5 decenios el resto del espectro electromagnético para la investigación astronómica: los rayos gamma, los rayos X, la radiación ultravioleta y el infrarrojo medio y lejano.

A finales de los años 80, la superficie de la Tierra estaba bien poblada de telescopios ópticos de entre 2 y 4 metros de diámetro. ¿Para qué quisieron la todopoderosa NASA y su socia europea la ESA poner en órbita un telescopio como el Hubble, cuyo diámetro de 2,5 metros no podía competir con los telescopios terrestres? Inicialmente por dos razones: **observar el universo en la banda óptica sin atmósfera y dotar la banda ultravioleta de instrumentos avanzados.**

A continuación desgano algunos aspectos que, desde mi punto de vista (muy personal) han hecho del Hubble un observatorio único.

Un observatorio espacial y especial

Es de sobra conocido que el telescopio Hubble tiene un defecto óptico que no se detectó antes de su lanzamiento, esencialmente por no haber realizado suficientes pruebas de todo el sistema integrado. Para desesperación de la comunidad científica, ese astigmatismo estuvo a punto de dar al traste con la principal aspiración de la misión, obtener imágenes en muy alta resolución (0,1 segundos de arco).

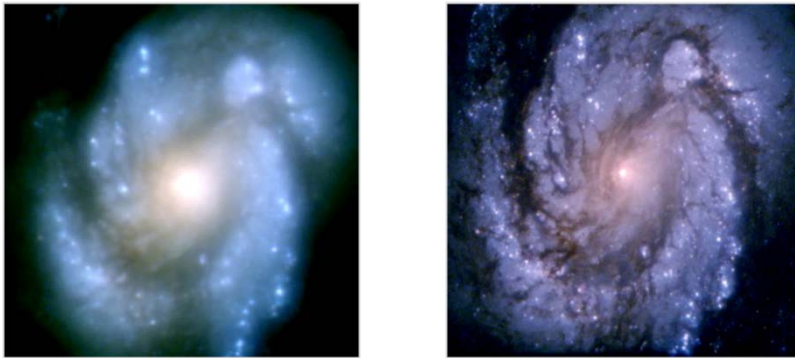


Imagen de la galaxia M100 obtenida por el Hubble antes y después de la reparación en órbita

Afortunadamente el Hubble se había puesto en una **órbita baja**, a 630 kilómetros de la tierra (LEO – Low Earth Orbit), con el fin de que sus instrumentos pudieran ser reemplazados con el tiempo por otros más avanzados. En esto el Hubble es también único, no hay otro observatorio espacial en el que se haya podido intervenir in situ una vez en órbita. Por supuesto eso tiene un precio, no solo porque cada una de las 5 misiones de intervención en el Hubble realizadas con el transbordador espacial ha costado un dineral, sino porque en órbita LEO **la eficiencia en la observación es relativamente pequeña**. El Hubble da una vuelta a la Tierra cada 90 minutos, y por tanto la mayor parte de las veces la Tierra oculta el objeto que está observando el

Hubble. Salvo una zona, la CVZ (del inglés *Continuous Viewing Zone*), donde puede realizar observaciones ininterrumpidamente.

Gracias a que la órbita del Hubble es alcanzable por el transbordador espacial, se pudo **reparar y sustituir** la primera generación de instrumentos **tan solo 3 años después** del lanzamiento por otros que corregían el astigmatismo. Como no hay mal que por bien no venga, entre tanto el Hubble dedicó la mayor parte de sus observaciones a realizar espectroscopía ultravioleta, no afectada por el astigmatismo.

Rompiendo barreras: el Hubble Deep Field

Las imágenes de alta resolución que obtiene el Hubble ya reparado, no solo revelan detalles exquisitos de todo tipo de objetos astronómicos, sino que permiten por primera vez detectar galaxias más débiles y lejanas que las que se habían visto hasta entonces. El potencial en ese terreno es tan fuerte, que en 1995 el director del observatorio Bob Williams decide dedicar **diez días de observación del telescopio a obtener la imagen más profunda del cielo jamás conseguida**, y hacer los datos públicos inmediatamente: es el **Hubble Deep Field**.



Imagen compuesta del Hubble Deep Field (Crédito: NASA/ESA/STScI)

En aquella época un colega de Stony Brook, Ken Lanzetta, le tenía echado el ojo en el Hubble Deep Field a una pequeña mancha que parecía una galaxia muy débil y muy roja; sospechaba que podía ser la galaxia más lejana jamás descubierta. El color rojo sería debido a que la luz de menor longitud de onda habría sido absorbida por los átomos de hidrógeno neutro que hay entre nosotros y aquel objeto tan distante. Acordamos que Alberto Fernández-Soto, que estaba entonces realizando su tesis doctoral conmigo en el Instituto de Física de Cantabria, realizaría una estancia de investigación en Stony Brook.

Alberto se puso a desarrollar los rudimentos de una técnica, usada después hasta la saciedad, conocida como **redshift fotométricos**. Esa técnica permite usar los colores de una galaxia para estimar su distancia, en base precisamente al efecto causado por el hidrógeno intergaláctico. Después de un análisis sistemático de casi 2000 galaxias en el Hubble Deep Field Lanzetta, Yahil y

Fernández-Soto publicaron en la revista *Nature* el descubrimiento tentativo de **la primera galaxia con desplazamiento al rojo mayor que 5, la más lejana del momento**. Estudios espectroscópicos posteriores confirmaron que aquella galaxia tenía en efecto un desplazamiento al rojo $z = 5,34$. La técnica del redshift fotométrico se convirtió en una herramienta común en cosmología, posteriormente complementada con técnicas bayesianas por Txitxo Benítez, otro antiguo doctorando del Instituto de Física de Cantabria.

La iniciativa de Bob Williams también sentó precedente. Al Hubble Deep Field le siguió su contrapartida en el hemisferio sur (1998) y con instrumentación más moderna el Hubble Ultra-Deep Field (2004). Los estudios de cosmología observacional tienden a concentrarse en zonas del cielo –como el Hubble Deep Field– que son observadas por todos los telescopios de cielo profundo en todas las bandas del espectro. El valor añadido de estas **observaciones conjuntas** es un ingrediente fundamental para **estudiar la formación y evolución de las galaxias** a través del tiempo.

El hidrógeno en el universo cercano

No quiero dejar de mencionar la capacidad revolucionaria del Hubble en cuanto a la **espectroscopía ultravioleta de alta resolución** como una aportación fundamental a muchos campos de la astronomía, especialmente en la primera época. Me referiré a una de mi interés personal, y que tiene que ver precisamente con las nubes de hidrógeno neutro que pueblan el medio intergaláctico, las llamadas nubes Lyman alfa (o Lyman- α).

El hidrógeno es, con mucho, el elemento más abundante en el universo. Como todos los átomos, se identifica a través de la longitud de onda de sus transiciones electrónicas, en particular de la más simple – la transición Lyman- α . Para los conocedores de rudimentos de física atómica, esta línea espectral se corresponde con

la transición entre el nivel $n = 2$ y el $n = 1$. Desafortunadamente para los astrónomos, esta línea espectral cae en 1215 angstroms, justo en el ultravioleta. Afortunadamente para la vida en la Tierra, la atmósfera es opaca a esa radiación.

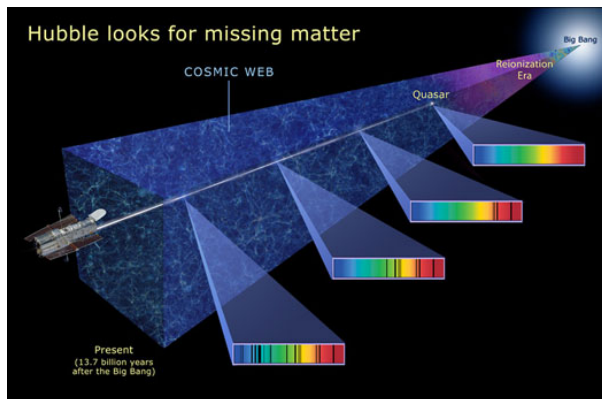


Ilustración de cómo el Hubble puede detectar las nubes de hidrógeno neutro en el Universo, usando cuásares distantes y llegando hasta la actualidad, gracias a su capacidad para observar en el óptico y el ultravioleta

La línea Lyman- α se había podido observar con telescopios ópticos de manera rutinaria para objetos lejanos. La ley de Hubble (casualidades) de expansión universal dice que cuanto más lejana está una galaxia, un cuásar o cualquier otro objeto astronómico, más deprisa se aleja de nosotros y por tanto la luz que recibimos está muy desplazada hacia el rojo. En el universo más distante, con desplazamiento al rojo por encima de 2, la línea Lyman- α llega a la Tierra con una longitud de onda mucho más larga y atraviesa la atmósfera sin problemas hasta llegar a nuestros telescopios ópticos en tierra. Así, **se sabía desde los años 70 que el universo distante estaba bastante poblado por nubes de hidrógeno neutro. Pero, ¿y el universo más próximo?**

Un equipo liderado por el astrónomo John N. Bahcall consiguió que el telescopio Hubble observara una gran cantidad de cuásares relativamente cercanos, para

comprobar si esas nubes de hidrógeno que se conocían en el universo primitivo habían sobrevivido hasta los tiempos más recientes. El resultado de aquella campaña de búsqueda de nubes Lyman- α mostró que esas nubes de hidrógeno desaparecían rápidamente al acercarnos a nuestros tiempos. Como ya expliqué el mes pasado, lo más probable es que **los átomos estén fuertemente ionizados en el medio intergaláctico.**

Atrayendo al gran público

El telescopio espacial **Hubble continúa siendo uno de los principales recursos para atraer la atención del gran público hacia la astronomía.** Su capacidad para obtener imágenes de alta resolución es fundamental para elaborar imágenes del universo, a la vez atractivas e ilustrativas de sus descubrimientos.

En hubblesite.org existe una recopilación impresionante de recursos gráficos generados por el Hubble. El esfuerzo invertido, sobre todo desde NASA (y hasta 2010 en Europa), para llevar al gran público los resultados de esta misión, ha sido muy notorio. Algunas de esas imágenes han llegado a las primeras páginas de la prensa generalista de todo el mundo, incluyendo los grandes periódicos. La extensión de la vida del Hubble durante varios momentos en los últimos 25 años, ha llegado a debatirse en el Congreso de EE.UU., gracias a su impacto social. **La ciencia en general y la astronomía en particular, tienen mucho que aprender de estos 25 años del Hubble.**