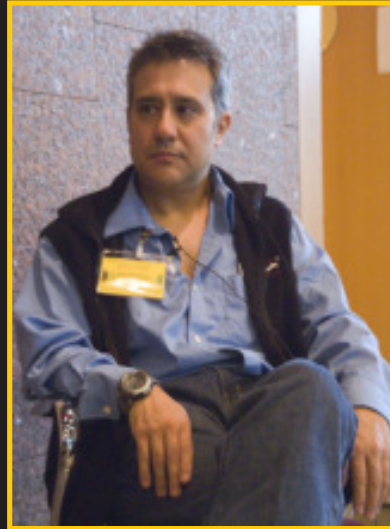


ENTREVISTA CON **Mauro Giavalisco**



LA ENERGÍA OSCURA Y OTROS RELATOS CÓSMICOS

«Por primera vez,
la Cosmología es una ciencia de alta precisión»

Por CARMEN DEL PUERTO, Jefa de Ediciones del IAC

Trabajar con telescopios espaciales es un privilegio que no a todos los astrónomos se concede. Mauro Giavalisco, miembro del Instituto Científico del Telescopio Espacial (STScI), de Baltimore (EEUU), puede presumir de ello y de vivir el gran momento de la Cosmología. La energía oscura, las galaxias primigenias, los agujeros negros de los núcleos de galaxias activas... componen una serie de apasionantes relatos cósmicos sobre la vida del Universo que Giavalisco cuenta a sus alumnos en la XVIII Escuela de Invierno del Instituto de Astrofísica de Canarias. Y lo hace convencido de que, por primera vez, las observaciones astrofísicas tienen la precisión requerida para comparar sus datos con las predicciones teóricas.



Las galaxias y el Proyecto GOODS.
Créditos: NASA,ESA,GOODS Team,M. Giavalisco (STScI)

A comienzos del siglo XX, ni la comunidad científica ni la prensa dedicaban atención a los orígenes del Cosmos. Nadie intuía la revolución cosmológica que se avecinaba... hasta 1917, año en que Albert Einstein aplicó por primera vez sus ecuaciones relativistas a la descripción del Universo en general. Casi un siglo después, se está produciendo otra revolución cosmológica. **«Es una gran época para la Cosmología y se vive una gran excitación en este campo»**, señala con entusiasmo Mauro Giavalisco. Y ello se debe especialmente a un descubrimiento reciente: la llamada «energía oscura», una forma de energía que, como explica este astrofísico, **«es capaz de hacer que el Universo se expanda a un ritmo acelerado de forma contraria a lo que el modelo de expansión constante establecía hace pocos años»**. Y afirma: **«Las observaciones han permitido concluir que hay energía oscura llenando el espacio. En cierto modo, incluso Einstein lo predijo hace unas décadas.»**



LAS GALAXIAS PRIMIGENIAS

En el contexto cosmológico, Giavalisco considera muy importantes las observaciones directas de galaxias muy jóvenes, **«tan jóvenes como el 5 ó el 6 % de la edad cósmica, es decir, de menos de un gigaño después del Big Bang»**. Estas detecciones y los estudios posteriores **«están reforzando el paradigma de la evolución postulado en los últimos 78 años, desde que Hubble descubriera la expansión del Universo»**.

«Estas galaxias –informa Giavalisco– han sido observadas al mismo tiempo que se formaban, cuando eran muy jóvenes y, de hecho, todas sus propiedades concuerdan con el hecho de ser jóvenes, lo que significa que están llenas de gas y de estrellas recién formadas.»

He aquí la descripción que Giavalisco hace de estas galaxias primigenias que tanto le obsesionan: **«Son mucho más pequeñas que las galaxias que vemos hoy. Por ejemplo, el disco de la Vía Láctea, nuestra propia galaxia, es del orden de 30-40 kiloparsecs. Pero es-**

tas galaxias son significativamente menores, de 3 a 5 kiloparsecs, es decir, un factor de 10 más pequeñas. Y la razón no es debido a que sean intrínsecamente pequeñas o a que estén destinadas a serlo, sino a que no han tenido tiempo de acretar el gas suficiente y de formar estrellas suficientes como para alcanzar la medida y el peso que ellas alcanzarían finalmente una vez su edad fuera la de la Vía Láctea. Así que son más pequeñas y tienen mucha cantidad de estrellas jóvenes debido a que son ricas en gas.»

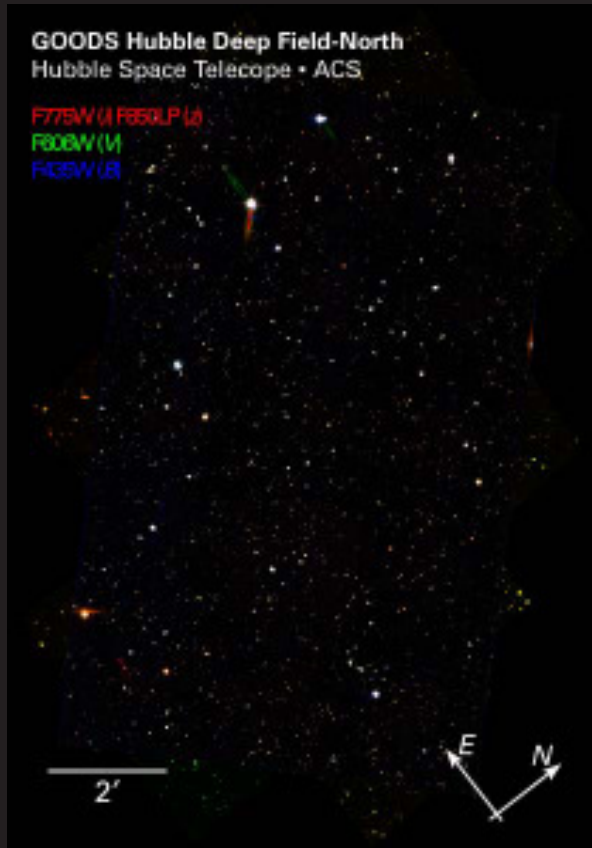
Giavalisco también compara la morfología de las galaxias primigenias con nuestra propia galaxia: **«Parecen más perturbadas y fragmentadas, no tan regulares como la Vía Láctea, que tiene**

su bello disco, con sus bellos brazos espirales y el bulbo en el centro que es más rojo frente al disco, que es más azul... No. Su morfología es más irregular. Ves una nube de gas, colas de marea muy extrañas debido a interacciones previas con otras galaxias. Y todas estas señales nos están diciendo que estas galaxias son dinámicas, jóvenes y sometidas a procesos de fusión e interacción con otras galaxias, procesos que tuvieron lugar en el Universo cuando éste era joven.»

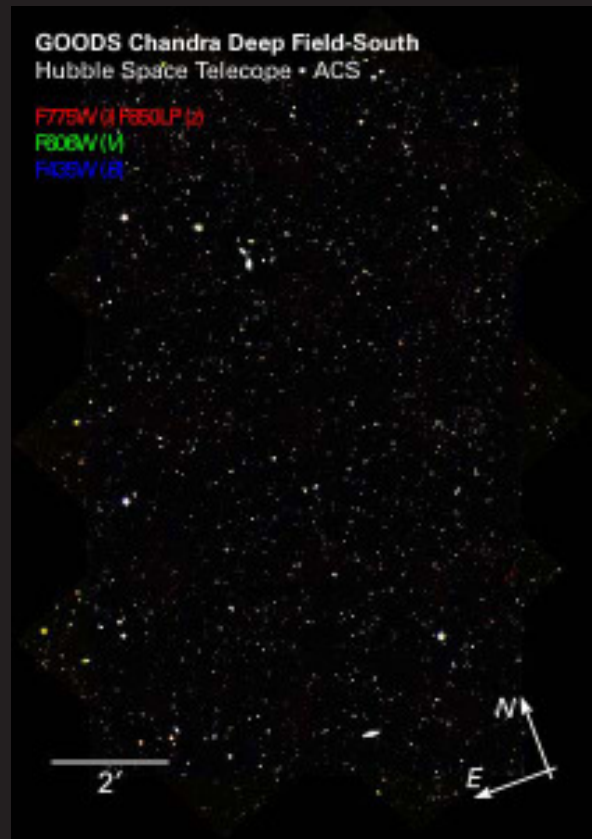
Las galaxias primigenias también tienen significativamente muchas menos estrellas. Habría que esperar a que nuevas estrellas se formaran una y otra vez hasta que se acumulara masa suficiente para llegar a ser como la Vía Láctea.

BALANZA DEL HUBBLE

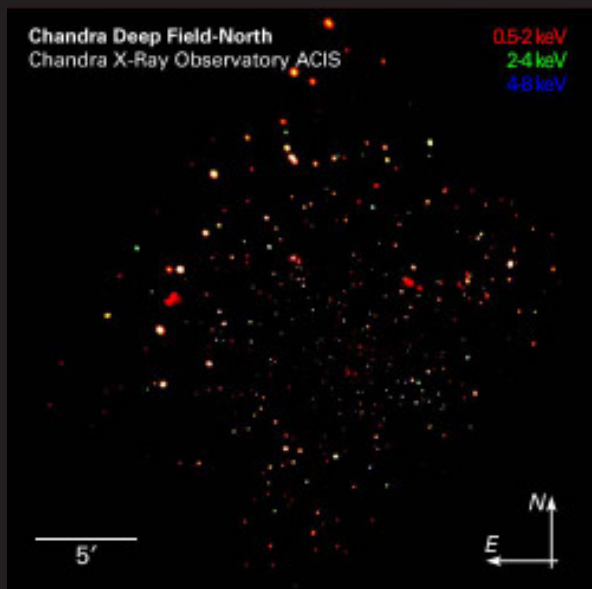
Edwin Hubble no pudo tener mejor homenaje que el telescopio que lleva su nombre. Puesto en órbita en 1990 como proyecto conjunto de la NASA y de la ESA, inaugurando el programa de Grandes Observatorios, el Telescopio Espacial Hubble ha revolucionado la astronomía proporcionando imágenes del Universo sin precedentes. Giavalisco lo sabe muy bien: **«La fuerza de Hubble es poder detectar, mucho mejor que cualquier telescopio terrestre ac-**



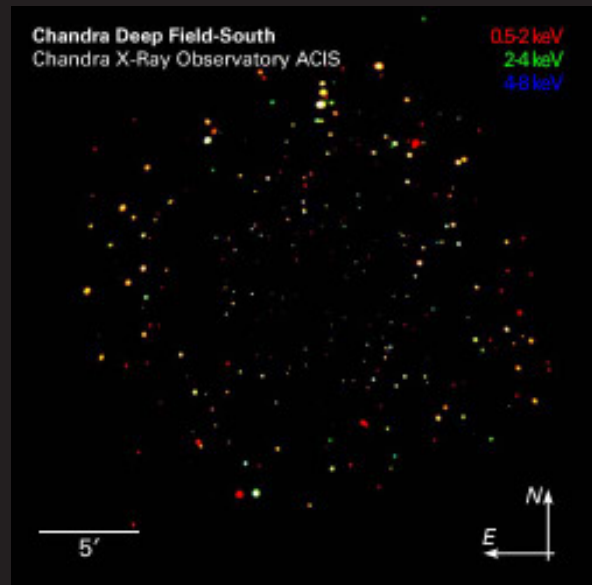
GOODS Hubble Deep Field - North (GOODS: HDF-N)
NASA, ESA, the GOODS Team and M. Giavalisco (STScI)



GOODS Chandra Deep Field - South (GOODS: CDF-S)
NASA, ESA, the GOODS Team and M. Giavalisco (STScI)



Chandra Deep Field - North (CDF-N)
NASA/CXC/D.M. Alexander, F.E. Bauer, W.N. Brandt et al.



Chandra Deep Field - South (CDF-S)
NASA/CXC/D.M. Alexander, F.E. Bauer, W.N. Brandt et al.,
and Giacconi et al.

tual, objetos muy débiles y muy compactos. Y eso son las galaxias primigenias: objetos débiles y compactos. De ahí que uno de los resultados destacados de este telescopio haya sido la identificación de estas galaxias muy jóvenes, de cuando el Universo tenía solamente el 5% de su edad actual.»

Pero el Hubble no sólo ha encontrado estos objetos, también ha permitido a los astrónomos estudiar sus propiedades, como la cantidad y la edad de las estrellas. «Y cuando se ha observado un número suficiente de galaxias como éstas, podemos saber la distribución estadística de su posición para estimar su masa total. Al tener una idea de lo masivas que son estas galaxias, podemos deducir cómo serán, probablemente, sus descendientes, si galaxias pequeñas, galaxias masivas o cúmulos de galaxias».

El Hubble ha permitido igualmente estudiar en detalle la morfología. «La actual teoría para explicar la formación de las galaxias mantiene que las galaxias se fusionan y cambian continuamente de tamaño y de morfología, así como de colores, porque con la fusión se forman nuevas estrellas y cuando se forman nuevas estrellas las galaxias cambian espectacularmente sus colores».

«Estas galaxias –explica Giavalisco–, cuando son jóvenes son azules y cuando envejecen se vuelven rojas. El Hubble nos ha permitido medir efectivamente el crecimiento del tamaño de las galaxias con el tiempo, las perturbaciones inducidas por las fusiones y las interacciones que predice la teoría. Nos ha permitido medir si esta fusión sucede con la suficiente frecuencia para explicar la evolución prevista teóricamente. Y hemos empezado a medir, gracias a su resolución angular, cómo se formaron los componentes internos de las galaxias, los brazos espirales, los bulbos...»

EL PROYECTO GOODS

GOODS (*Great Observatories Origins Deep Survey*) es un proyecto que utiliza conjuntamente los tres grandes observatorios de la NASA: el *Telescopio Espacial Hubble*, que trabaja en el rango óptico y ultravioleta del espectro; el *Telescopio Espacial Spitzer*, que opera en el infrarrojo medio; y el *Telescopio Espacial Chandra*, que observa en rayos X. «Su objetivo –señala Giavalisco, investigador principal de este proyecto–



es intentar proporcionar el primer cartografiado completamente pancromático del universo lejano. Y con 'pancromático' quiero decir que cubrirá desde los rayos X, pasando por longitudes de onda ópticas, hasta el infrarrojo cercano y medio, a fin de reconstruir de la mejor manera posible la emisión energética tanto de galaxias como de núcleos activos de galaxias que son ali-

mentados por agujeros negros. Podremos así estudiar su formación y su evolución hasta épocas cósmicas. Y ésta es la gran contribución de GOODS.»

Para hacer estos mapas de la formación y evolución de las galaxias y los agujeros negros de los núcleos de galaxias activas «era necesario –subraya Giavalisco– combinar los tres telescopios espaciales y, aunque hasta el momento estos tres son los que han liderado la investigación, a ellos también se unirán otros nuevos tanto del lado europeo como del lado americano».

ESPACIO-TIERRA

«El Telescopio espacial es una gran máquina capaz de detectar pequeños objetos y estudiar con exquisito detalle su morfología. De hecho, es el único instrumento capaz de hacerlo. Pero

el Hubble no es un gran telescopio», advierte Giavalisco. Su espejo primario es de sólo 2,5 metros de diámetro y esto significa que no puede obtener espectros de objetos lejanos. «Y los espectros son esenciales para el estudio de los colores individuales de la luz procedente de fuentes astronómicas. «

La información de los colores que forman la luz de un objeto es de gran importancia astrofísica por varias razones. «En el primer lugar –explica Giavalisco-, tú mides exactamente la distancia de nosotros a ese objeto. De hecho mides la expansión del Universo en ese momento y, a partir de ahí, obtienes la distancia. Entonces mides movimientos, cómo de rápidos o de lentos están girando los objetos uno alrededor del otro o cómo se están moviendo en el espacio, lo que nos proporciona información sobre su masa.»

«Pero también mides composiciones químicas –añade-. Cuando el Universo nació, en el Cosmos básicamente sólo existían hidrógeno y helio; todos los otros elementos han sido forjados dentro de las estrellas, de modo que haciendo mapas de la formación de los llamados ‘metales pesados’ (todos los elementos más pesados que el hidrógeno y el helio), podemos verificar en términos cuantitativos el modelo del Big Bang y nuestra comprensión de la Cosmología.»

«Para hacer eso –continúa-, tienes que tomar espectros de objetos, y en eso el Hubble no es muy bueno, porque es demasiado pequeño. Solamente los telescopios terrestres muy grandes, de la clase de 8-10 metros, y pronto de la clase de 30 metros, pueden hacer estas medidas con la precisión re-

querida para poder compararlas con la predicción teórica.»

«En resumen, con los telescopios terrestres podemos medir movimientos, la química y otras cosas, incluyendo la presencia del gas que interviene y que es crucial para trazar el mapa de la distribución de gas en el Universo. Así que el papel de los telescopios espaciales y terrestres es de hecho complementario», concluye Giavalisco.

Para este investigador, «los telescopios terrestres hacen cosas cuando el tamaño es importante, porque colectan muchos fotones; los espaciales lo hacen cuando se quiere estudiar la luz que no puede penetrar la atmósfera (caso del ultravioleta y de los rayos-X, que afortunadamente la atmósfera no deja pasar pues, de lo contrario, estaríamos ahora

muerdos) o cuando se requiere alta resolución angular para estudiar detalladamente la estructura interna de las fuentes.»

SUCESOR ESPACIAL

El Hubble ya tiene un sucesor en el espacio: el *Telescopio Espacial James Webb*. «Este proyecto está vivo, progresando –comenta Giavalisco- y se espera que su primera luz tenga lugar en el año 2013».

Se especializará en el infrarrojo cercano y, por tanto, trabajará en longitudes de onda más rojas que el Hubble.

Este instrumento también se está diseñando para detectar la primera luz que se produjo en el Universo bien debido a la formación estelar, bien a la actividad de los agujeros negros o por ambas razones. «Se espera que esta luz esté fuertemente enrojecida por la expansión cosmológica debida al desplazamiento al rojo. Y

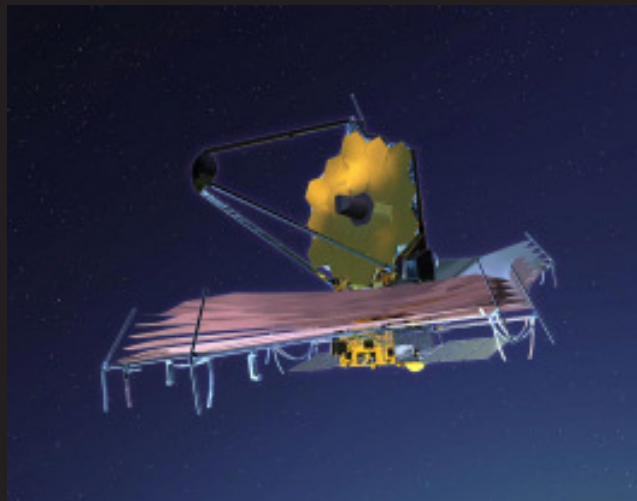


Imagen artística del diseño del Telescopio Espacial James Webb.
Crédito: Northrop Grumman Space Technology.

el mejor lugar del espectro electromagnético para estudiar esto es el infrarrojo». Ésta es la razón, según Giavalisco, por la que el telescopio James Webb será un telescopio infrarrojo. «Pero también -añade- porque estudiará objetos fuertemente enrojecidos por el polvo; el polvo extingue la luz azul, pero la extingue menos en las longitudes de onda rojas. Y estudiando la luz roja, se podrán detectar los objetos que son invisibles para los telescopios especializados en luz óptica o luz ultravioleta».

RENACIMIENTO

Mauro Giavalisco no quiere abandonar la Escuela de Invierno sin haber transmitido a sus alumnos su entusiasmo por el momento «histórico» que vivimos: **«La Astrofísica, y la Cosmología en particular, están realmente viviendo una especie de Renacimiento».** La «energía oscu-

ra» ha sido un descubrimiento fundamental cuya huella es bastante obvia en las observaciones astronómicas, pero cuya naturaleza los físicos no comprenden en absoluto. **«Nos enseña algo fundamental sobre la naturaleza del espacio y el tiempo en el Universo que realmente no comprendemos de momento»**, advierte este investigador. Pero eso es lo realmente excitante para él, **«el privilegio de que este nuevo componente de nuestro universo pueda estudiarse a partir de observaciones astronómicas y astrofísicas.»**

«Además -añade Giavalisco-, medimos y observamos el Universo en evolución con una precisión que, por primera vez, nos permite hacer comparaciones de alta calidad con la teoría de la formación y evolución del Cosmos. Por primera vez, la cosmología es una ciencia de alta precisión». Su optimismo es contagioso.

Fotos de Mauro Giavalisco: Miguel Briganti (SMM/IAC).