

## **Las galaxias barradas**

Johan H. Knapen, Instituto de Astrofísica de Canarias, 38200 La Laguna, Tenerife

### *Introducción*

Las estrellas forman parte de galaxias, y nuestra estrella, el Sol, forma parte de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Cada galaxia contiene unas 100 millones de estrellas, y en total se estima que hay quizás unas 100 millones de galaxias en el Universo. De estas galaxias, las del tipo disco son de las más comunes—la otra clase principal es la de las galaxias elípticas. Estas galaxias giran alrededor de su eje, y están compuestas por una parte interna que se llama el bulbo, y una parte externa, aplanada, que se llama el disco, donde se forman la mayoría de las estrellas nuevas en brazos espirales. La mayoría de las galaxias de disco contienen lo que llamamos los astrónomos una barra: una componente que no es redonda como el disco, pero más bien alargada. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, también es una galaxia barrada, y si la podríamos ver desde fuera, se aproximaría a una galaxia como NGC 1300, que se muestra aquí en la Figura 1.

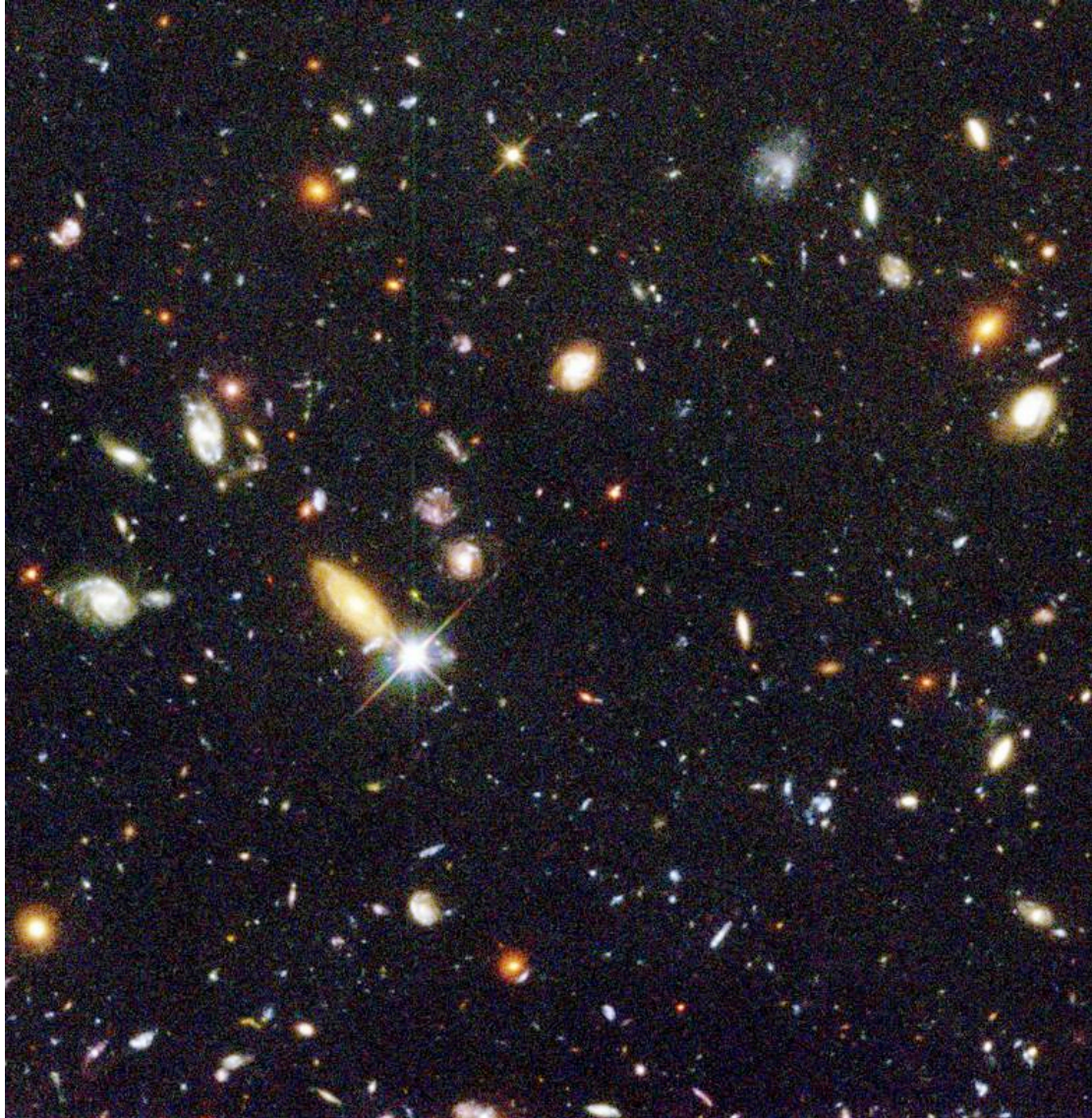


**Figura 1.** Imagen de la galaxia barrada NGC 1300, tomada con el Telescopio Espacial Hubble. Es una galaxia con un disco, la parte externa donde se observan brazos espirales con multitud de sitios de formación estelar, con un bulbo, que es la parte central, y con una barra, la estructura alargada que se ve cruzando el centro de la galaxia. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, también es una galaxia barrada, y probablemente es muy similar a NGC 1300. (Imagen: NASA, ESA, y el equipo Heritage de Hubble [STScI/AURA]).

Mediante imágenes tomadas en el rango infrarrojo del espectro se ha observado que la mayoría de las galaxias con disco tienen una barra: aproximadamente un 70 por cien. Algunas de estas barras son largas, como la de la galaxia NGC 1300 en la Figura 1, otras son muy pequeñas y apenas se observa incluso con el telescopio que más resolución ofrece, el *Hubble*. Estas barras pequeñas pueden existir solas, pero muchas

veces existen en compañía de una barra grande. En algunos casos, se han visto hasta tres barras de diferentes tamaños una misma galaxia.

*Las barras en la historia del Universo*



**Figura 2.** Uno de los dos “Hubble Deep Fields”, o campos profundos del Hubble, las imágenes más profundas jamás hechas. Se han creado, primero, buscando una región vacía en el cielo, sin estrellas ni galaxias brillantes en el campo, y, segundo, tomando durante muchas horas imágenes de esta misma región del cielo. Se observa galaxias de diferentes tipos y formas, y a diferentes distancias. (Imagen: NASA y STScI).

Las imágenes exquisitas del telescopio *Hubble*, como la que se muestra aquí en la Figura 2, también han permitido estudiar cuantas barras había en el pasado, y qué propiedades tenían. El efecto que permite tal estudio “histórico” es el que causa las distancias enormes en el Universo. La luz que observamos en la vida diaria, pero también de las galaxias lejanas, viaja con una velocidad muy alta (300,000 km/s) pero, crucialmente, limitada y no infinita. Así, la luz que nos llega de la Luna tarda un

poco más de un segundo en viajar hasta la Tierra, la luz del Sol tarda unos 8 minutos en llegar aquí, y mucho más tarda la luz que proviene de las estrellas y galaxias que están a distancias más largas. De hecho, una unidad de distancia que usamos comúnmente en la astronomía es el “año luz”—recuerdan que es una medida de distancia, no de tiempo. Es la distancia que recorre la luz en el tiempo de un año, o 300,000 km por 24x60x60 segundos (en un día) por 365 días, o 9,460,730,472,580.8 km. Este efecto implica que la luz Solar que observamos en este momento en la Tierra haya partido hace unos 8 minutos del Sol, o que la luz de una estrella que se encuentra a una distancia de un año luz haya salido de allá ya hace un año. Las galaxias lejanas que podemos observar en las imágenes más profundas del *Hubble* provienen de galaxias a una distancia de unos 8 mil millones de años luz, y como la edad del Universo es más o menos unos 16 mil millones de años, observamos estas galaxias tal y como estaban cuando el Universo tenía solo la mitad de la edad que tiene ahora.

Analizando las imágenes profundas, similar a la que esta reproducida en la Figura 2, buscando las galaxias barradas, y compensando por los efectos introducidos por la observación de estas galaxias distantes y tan pequeñas y débiles, hemos podido comprobar que las barras ya existían en las galaxias cuando el Universo tenía más o menos la mitad de la edad que tiene ahora. También sabemos ahora que la fracción de las galaxias de disco que tiene una barra fuerte, como la de NGC 1300 en la Figure 1, ha sido prácticamente constante desde aquellos tiempos. Estos resultados, muy recientes y todavía debatidos en detalle entre diferentes grupos de astrónomos en el IAC, en Europa, y en los Estados Unidos, son importantes porque nos muestran que las barras no sólo son frecuentes ahora, pero lo han sido durante mucho tiempo. Por implicación, los efectos dinámicos de las barras han contribuido a la evolución de las galaxias durante, por lo menos, una fracción importante de la edad del Universo.

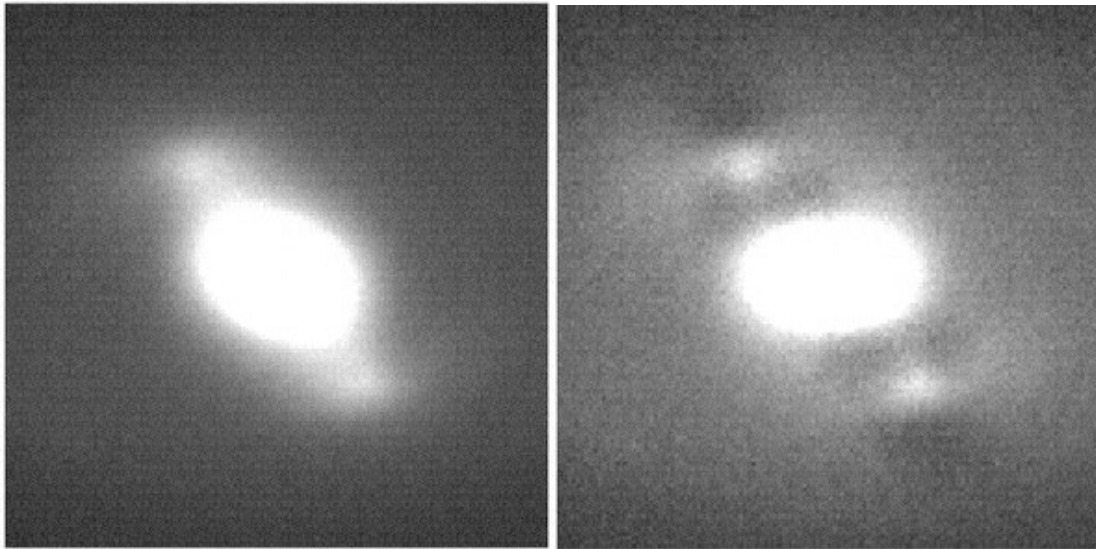
#### Anillos y otras particularidades

Una consecuencia importante de las barras es que pueden generar un flujo de gas desde el disco hacia el interior de la galaxia. En la región de la barra, el gas choca, pierde momento angular, y gradualmente se acerca más al centro de la galaxia. En la barra podemos observar la zona donde choca el gas, y donde hay más gas y también más polvo, como las calles de polvo, bien visibles en imágenes como la de NGC 1300 en la Figura 1. A distancias relativamente pequeñas del núcleo, típicamente unos 3,000 años luz, en muchas ocasiones el gas se concentra en una zona circular bien definida. La alta densidad de gas allí resulta en formación de estrellas nuevas, que podemos observar como unos anillos nucleares. Estos anillos son bastante comunes, ocurriendo en un 20 por cien de todas las galaxias de disco, o en una de cada cuatro galaxias barradas. Un ejemplo de un anillo nuclear de formación estelar mostramos en la Figura 3. Los anillos sirven para estudiar la dinámica de las regiones centrales de las galaxias barradas, la física de la formación de estrellas en regiones de alta densidad como son las nucleares, y la interacción entre la formación estelar y la actividad que puede mostrar el propio núcleo de la galaxia.



**Figura 3.** Imagen del anillo nuclear de formación estelar alrededor del núcleo de la galaxia barrada NGC 1097. Aquí, el gas que ha llegado a la región central de la galaxia bajo la influencia dinámica de la barra se concentra y produce un importante brote de formación estelar. Dentro del anillo observamos numerosos cúmulos de estrellas jóvenes, pero también multitud de calles de polvo y otras estructuras a escalas pequeñas. (Imagen: ESO).

Aparte de calles de polvo, muy común en las barras, y anillos nucleares, algunas galaxias barradas muestran unas peculiaridades morfológicas conocidas como *ansae*, o asas. Un ejemplo se muestra en la Figura 4. Los ansae son bastante comunes entre las galaxias de tipo temprano, que no tienen mucha formación estelar en el disco, y un bulbo bastante importante, y se ve en hasta un 35 por cien de las galaxias de este tipo. Su origen sigue siendo algo misterioso, aunque sabemos que están formados de estrellas del mismo tipo que las que están en la barra, y no contienen mucho gas. A base de modelos numéricos sabemos que las estrellas en las barras se mueven en orbitas elípticas alrededor del centro de la galaxia, y los ansae parecen ser zonas donde las orbitas difieren de las puramente elípticas que definen la estructura principal de la barra.



**Figura 4.** Imagen de la galaxia NGC 2983, una galaxia de tipo temprano que muestra unos ansae importantes. A la izquierda, la imagen infrarroja de la galaxia tal y como se ve en un telescopio grande, a la derecha, la misma imagen pero después de sustraer un modelo de la distribución de la luz de la barra y del disco, mostrando así con mas claridad los ansae, que se ven como los excesos de luz arriba y un poco hacia la izquierda, y abajo y hacia la derecha del centro. (Imagen: I. Martínez-Valpuesta, J. Knapen, R. Buta).

Los modelos numéricos, en combinación con las observaciones de la morfología y la cinemática de las barras, son clave en llegar a entender no sólo cómo es la dinámica de las barras, pero también cómo influyen éstas en la evolución de las galaxias en general, una de las preguntas claves de la astronomía moderna. Las instalaciones del Instituto de Astrofísica de Canarias, tanto telescopios de clase mundial como el súper-ordenador recientemente instalado en La Palma, en manos de los investigadores que trabajan en el instituto, o los que lo visiten para colaborar con ellos, seguirán sin duda aportando importantes avances en este tema tan fascinante e importante de la astrofísica moderna.