



## UNIDAD 2:

### DISTANCIAS (1º parte). GALAXIAS

Autor: Oswaldo González

Revisión y actualización de contenidos: Nayra Rodríguez

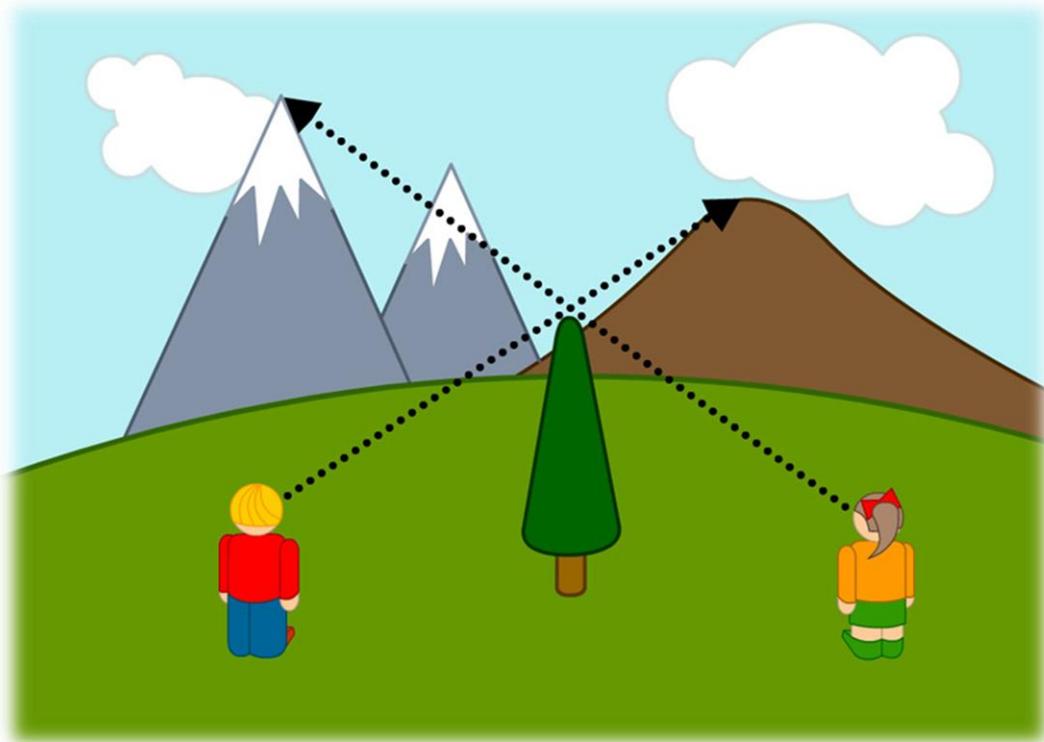
Asesor Científico: Alfred Rosenberg

Ilustraciones: Inés Bonet

#### *Midiendo la distancia a las estrellas*

Determinar la distancia a una estrella es algo complicado, ya que no podemos viajar hasta ella. Estas distancias deben ser medidas de forma indirecta. Existen varios métodos para hacerlo, por ejemplo, de forma similar a como medimos la distancia a objetos que están al otro lado de un barranco sin tener que atravesarlo. A este método se le llama paralaje y gracias a él podemos estimar la distancia a la que se encuentran los objetos cercanos. ¿Cómo funciona este método?, pues es muy fácil, estira el brazo y levanta el pulgar, ahora cierra un ojo y mira qué objetos hay detrás del dedo, vuelve a intentarlo pero con el otro ojo cerrado y comprobarás que ahora los objetos que están detrás del dedo son otros. La base de este método está en la separación entre los ojos, es decir, la distancia o **línea base** que existe entre los dos puntos desde los que observamos el dedo y lo que hay detrás.

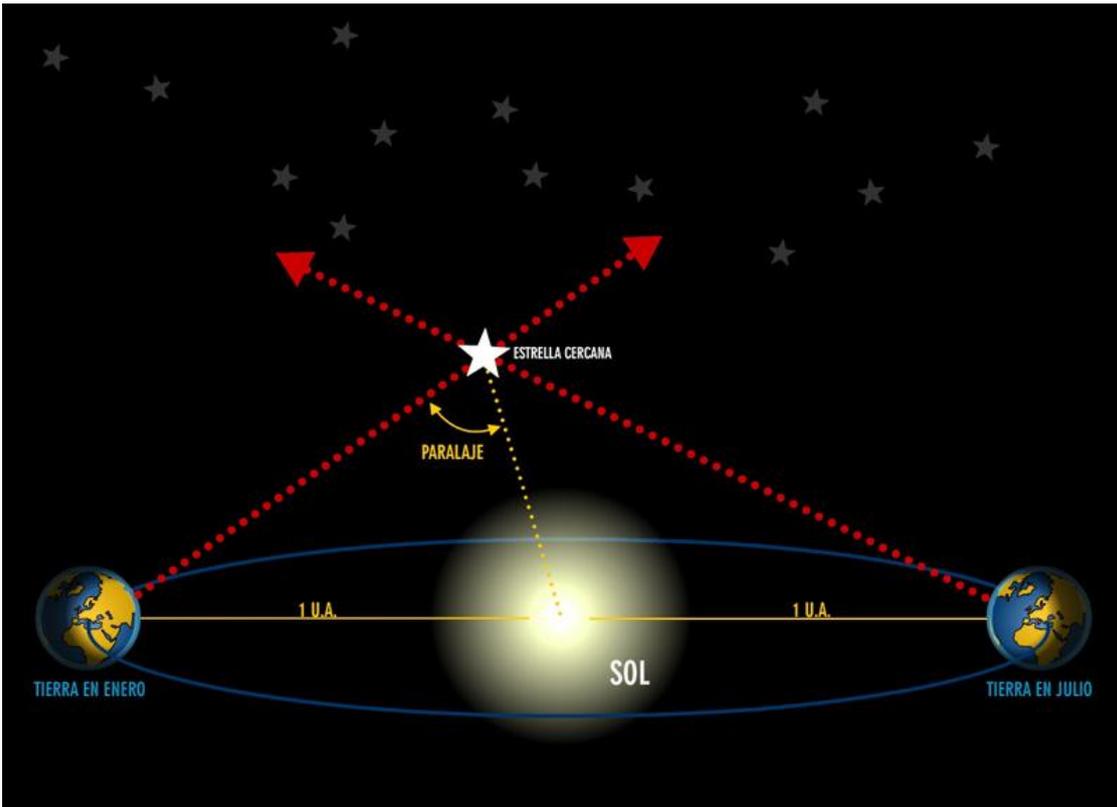
Prueba ahora a doblar el codo y repetir la acción anterior, ¿qué ocurre cuando miramos el pulgar alternativamente con cada uno de los ojos? Ahora nuestro dedo está más cerca de nuestros ojos y el ángulo de visión aumenta. En cambio, éste disminuye cuando alejamos el dedo de nosotros al estirar el brazo. Con los años y la experiencia hemos memorizado que el mayor o menor ángulo con el que vemos los objetos cercanos a nosotros, utilizando la visión estereoscópica que nos proporciona el tener dos ojos, es inversamente proporcional a la distancia que nos separa de ellos.



Veamos otro ejemplo: un árbol situado al otro lado de un barranco. Para poder estimar la distancia a la que se encuentra el árbol lo observamos desde dos posiciones diferentes, moviéndonos varios metros. Si medimos el ángulo que forma el árbol desde las dos posiciones y conocemos la distancia entre dichas posiciones (la línea base), obtenemos un triángulo del cual, por trigonometría básica, podemos determinar la distancia que nos separa del árbol.

Para encontrar la distancia a una estrella, debemos utilizar una línea base muy larga, por ejemplo, el diámetro de la órbita terrestre. Si sacamos una fotografía de una estrella cercana y esperamos 6 meses para volver a realizar otra fotografía de la misma estrella, la Tierra se habrá movido la mitad de su órbita alrededor del Sol, por lo que la distancia entre los dos puntos desde donde se realizaron las fotografías es de dos Unidades Astronómicas. Una **Unidad Astronómica** (U.A.) es la distancia media entre el Sol y la Tierra, es decir, el radio de la órbita terrestre si esta fuera circular, casi 150 millones de km. De esta manera, estamos observando la posición de la estrella desde dos posiciones que distan entre sí unos 300 millones de km. En las fotografías detectaremos que la estrella no ocupa exactamente la misma posición respecto a las estrellas más lejanas y, por lo general, más débiles. Este desplazamiento aparente de la posición de la estrella se llama paralaje. La **paralaje** ( $\alpha$ ) es el cambio aparente en la posición de un objeto debido al cambio de localización del observador.





Medir el pequeñísimo ángulo  $\alpha$  es muy difícil. Una estrella muy cercana tiene una paralaje inferior a 1 segundo de arco y el resto de estrellas tienen paralajes cada vez más pequeñas cuanto más lejos están.

Las distancias a las estrellas son tan grandes que no resulta conveniente medirlas en unidades astronómicas. Cuando medimos las distancias a partir de la paralaje, es conveniente utilizar la unidad de distancia llamada **pársec**, que equivale a 206.265 U.A. (en la página siguiente encontrarás más información sobre este número). ¿Cómo definimos esta distancia? 1 pársec es la distancia desde la cual veríamos el radio de la órbita de la Tierra con un tamaño aparente de 1 segundo de arco. Debido a la limitada precisión de los telescopios, este sistema sólo nos sirve para calcular distancias a estrellas que disten de nosotros una distancia de hasta poco más de unos 30 pársec.

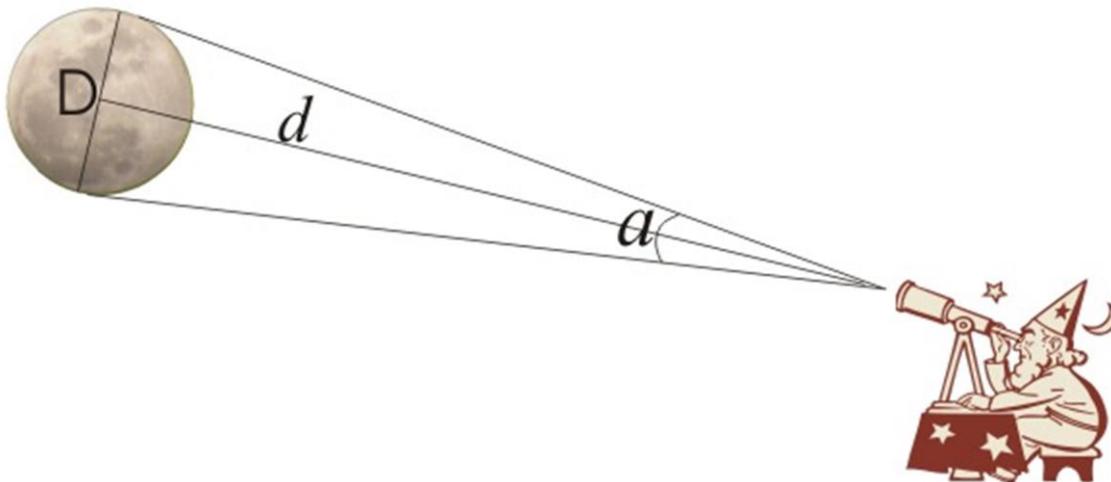
Otra unidad de distancia que se suele usar es el **año-luz**, que es la distancia que recorre la luz en el vacío durante un año; una medida muy grande, sobre todo cuando pensamos que la luz se mueve en el espacio a una velocidad de casi 300.000 km por segundo. Un año-luz equivale a 63.240 U.A. y un pársec equivale a 3,26 años-luz.



### La fórmula de los pequeños ángulos

En la Unidad 1 tuvimos un primer contacto con la medición de ángulos, que en astronomía es la manera utilizada para el cálculo de tamaños y distancias. En esta unidad vamos a profundizar más en esta herramienta.

El **diámetro lineal** ( $D$ ) de un objeto (por ejemplo, un planeta) es la distancia entre dos extremos opuestos del mismo y, por regla general, se mide en metros o kilómetros. El **diámetro angular** ( $a$ ) es el ángulo que forman dos líneas trazadas desde esos mismos extremos y que converjan en nuestro ojo. Lógicamente, cuanto más alejado esté un objeto, menor será su diámetro angular.



La relación existente entre el diámetro angular  $a$ , el diámetro lineal  $D$  y la distancia al objeto  $d$ , viene dada por la fórmula de los pequeños ángulos:

$$D = d \frac{a}{206.265} \quad \text{Ec. (1)}$$



El número 206.265 es una constante que nos sirve para obtener el diámetro angular,  $a$ , en segundos de arco. Por supuesto, tanto  $D$  como  $d$  tienen que expresarse en la misma unidad de longitud: metros, kilómetros, años luz, etc.

Veamos un par de ejemplos. Imaginemos que vemos a una persona situada a 1 km de distancia con un diámetro angular de 6 minutos de arco. Si aplicamos la fórmula para ángulos pequeños, podemos determinar su tamaño lineal, es decir, su altura. Lo primero será expresar los 6 minutos de arco en segundos de arco, y como ya hemos visto que 1 minuto de arco ( $1'$ ) contiene 60 segundos de arco ( $60''$ ), los  $6'$  equivalen a  $360''$ . Como  $D$  y  $d$  tienen que estar en la misma unidad (utilizaremos el metro), entonces a la persona la estamos viendo desde 1.000 m de distancia. Si llevamos estos valores a la fórmula anterior, obtendremos la altura de la persona:

$$D = 1.000 \frac{360}{206.265} = 1,74 \text{ m}$$

Vamos a ver otro ejemplo: utilicemos la fórmula para calcular el tamaño de un planeta. Cuando Saturno se encuentra a 1.380 millones de km de la Tierra, lo vemos a través del telescopio con un tamaño de  $18''$ . Si usamos la fórmula, podemos encontrar su diámetro lineal:

$$D = 1.380 \cdot 10^6 \frac{18}{206.265} = 120.427 \text{ km.}$$



## Nuestra galaxia “la Vía Láctea”

En una noche oscura se puede ver a simple vista una banda de luz que cruza el cielo. Se trata de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea, cuyo nombre latino quiere decir *camino de leche*. Actualmente llamamos Vía Láctea al conjunto de los doscientos mil millones de estrellas, entre las cuales se encuentra nuestro Sol y que, junto con gas y polvo, giran en un gigantesco remolino. Existen miles de millones de sistemas como la Vía Láctea que se esparcen por el universo, a los cuales llamamos **galaxias**.

Realmente, todos los objetos celestes que vemos a simple vista en el cielo son miembros de nuestra galaxia, aunque hay tres excepciones: dos pequeñas galaxias irregulares que se observan desde el hemisferio sur, llamadas *Nubes de Magallanes*; y la *galaxia de Andrómeda*, que podemos ver a simple vista como una débil mancha de luz, muy parecida a la de nuestra galaxia, situada en la constelación de Andrómeda.

Al estar inmersos dentro de nuestra galaxia, no podemos verla en conjunto como vemos otras galaxias, ni observar buena parte de la misma debido a las nubes de polvo y gas que nos ocultan la luz. Tan solo podemos fotografiar poco más del 10% de nuestra galaxia, pero es suficiente para saber el tamaño y la forma que tiene. La Vía Láctea presenta forma de disco y en él, el Sol (y, por tanto, también la Tierra) está situado aproximadamente a mitad de camino entre el centro y el final del disco, en uno de los brazos espirales que lo forman.



Nuestra galaxia, la Vía Láctea. Autor: O. González



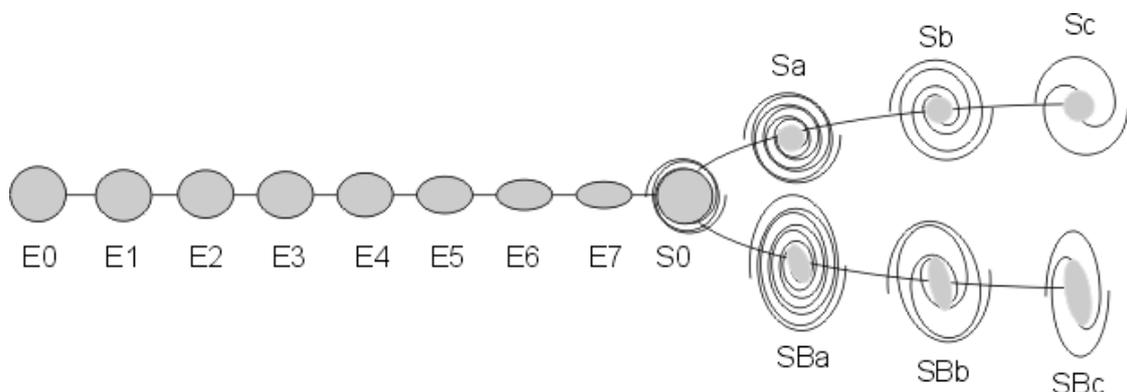
Proyecto  
Educativo con  
Telescopios  
Robóticos

DISTANCIAS (1ª Parte). GALAXIAS

## Clasificación de las galaxias

En 1936 el astrónomo Edwin Hubble ideó un sistema bastante simple para clasificar las innumerables galaxias que observaba con los telescopios profesionales que utilizaba. Hubble ordenó las galaxias en un diagrama de diapasón de acuerdo con la forma que tienen las mismas, es decir, con su morfología visual. Las galaxias las podemos dividir en galaxias elípticas, espirales e irregulares.

7



Proyecto  
Educativo con  
Telescopios  
Robóticos

DISTANCIAS (1ª Parte). GALAXIAS

Aproximadamente un 70% de la totalidad de las galaxias en nuestro universo cercano son **elípticas**. Su aspecto es circular o elíptico, no se observa en ellas ninguna traza de gas, polvo, ni de estrellas brillantes calientes, y no tienen tampoco ninguna estructura espiral. Las galaxias elípticas se identifican en la clasificación de Hubble por la letra *E* seguida de un número que va de 0 a 7, que indica el aspecto aparente de la galaxia. Las galaxias de apariencia circular se clasifican como *E0*. Cuanto más elíptica se nos muestra la galaxia, mayor será el número.



Ejemplo de galaxia elíptica.

Las galaxias **espirales**, aunque sólo representen el 30% del total de las galaxias cercanas, son las más llamativas. Se distinguen fácilmente por la presencia de una componente en forma de **disco** que contiene gas y polvo, así como estrellas, muchas de ellas calientes y brillantes. Además, tienen otra componente en su centro, muy brillante y formada por estrellas, que llamamos núcleo o **bulbo**. Las galaxias espirales reciben ese nombre por unas estructuras espirales en su disco, en las que se concentra el gas, el polvo y las estrellas jóvenes, que llamamos **brazos espirales**. Es fácil identificar una galaxia espiral cuando la vemos de canto, es decir, cuando podemos ver sus brazos espirales. Por el contrario, el polvo se hace más evidente en las galaxias que vemos de perfil, ya que veremos unas bandas oscuras a lo largo del disco que corresponden a las zonas donde está el polvo. Las galaxias espirales son tan brillantes que son fácilmente observables desde distancias muy grandes.



Entre las galaxias espirales, que se identifican con la letra S en la clasificación de Hubble, distinguimos fundamentalmente tres tipos:

- Las lenticulares: son aquellas que no tienen brazos espirales. Se representan con *S0*.
- Las espirales normales: tienen brazos espirales que parten del centro de la galaxia, en los que se forman nuevas estrellas. Se representan con las letras *Sa-c*, donde las minúsculas indican el nivel de apertura de los brazos. *Sa* son las galaxias que presentan los brazos más cerrados, casi sin desplegar; *Sb*, las que los presentan un poco más abiertos, como nuestra galaxia o la de Andrómeda; y *Sc*, las que tienen los brazos totalmente desplegados.



Ejemplo de galaxia espiral normal.

- Las espirales barradas: son aquellas galaxias espirales con una banda central de estrellas, una especie de **barra** que parte del centro. Se representan con las letras *SBa-c*, donde, al igual que antes, las minúsculas indican lo abiertos que se encuentran los brazos espirales, que en este caso parten de los extremos de las barras, no del núcleo de la galaxia como en el caso anterior.



Ejemplo de galaxia espiral barrada.

Finalmente, quedan las galaxias **irregulares**, que son aquellas que no encajan en ninguna de las otras categorías de la clasificación de Hubble. Su aspecto es caótico y tienen grandes cantidades de gas y polvo mezclados con estrellas jóvenes y viejas. No tienen aparentemente ni núcleo ni brazos espirales. Algunas de estas galaxias irregulares son pequeñas galaxias espirales que han sido distorsionadas por el choque o la cercanía de otra galaxia vecina. Un ejemplo de ellas son las nubes de Magallanes, visibles a simple vista desde el hemisferio Sur.



Nubes de Magallanes fotografiadas desde Australia. Créditos: Chris Schur. NASA Images.



Para más información, visite nuestra página web: [www.iac.es/peter](http://www.iac.es/peter)

**Contacto:** **Nayra Rodríguez Eugenio** ([peter@iac.es](mailto:peter@iac.es))  
Unidad de Comunicación y Cultura Científica  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
Calle Vía Láctea s/n  
38205 La Laguna  
Santa Cruz de Tenerife  
España

11

*Esta unidad didáctica ha sido financiada por:*



Proyecto  
Educativo con  
Telescopios  
Robóticos

DISTANCIAS (1ª Parte). GALAXIAS