



Generación de Galaxias

Astronomía

Formas de las Galaxias

El objetivo de este trabajo es describir los acontecimientos que sufre una galaxia desde su creación hasta su forma y apariencia conocida, explicarlos y por sobre todo, tratar de aplicar en la interpretación las nociones básicas de la física.

Al alejarnos de la ciudad durante la noche comenzamos a notar que el cielo comienza a brindar cada vez más sus infinitos puntos luminosos.

¿Pero todos los puntos son estrellas?

Justamente no.

Todos debemos saber que hay estrellas, planetas, ocasionalmente cometas y meteoritos; pero además encontramos unos puntos algo especiales que no encajan en estas denominaciones, sino que son un conjunto de todos estos astros. Éstos, son puntos casi imperceptibles y se denominan GALAXIAS.

Las galaxias se presentan en el cielo como tenues puntos o pequeñas manchas blancas, sólo pueden apreciarse a simple vista unas pocas: las Nubes de Magallanes (mayor y menor) y la vecina galaxia de Andrómeda.

La gran concentración de astros que hay en una galaxia dan idea de una gran masa y de un enorme tamaño, tan enorme que necesitaríamos muchos o miles de años para atravesarla a la velocidad de la luz, y tan masiva que desafía las leyes de la física.

Si nos acercamos con la visión de un telescopio a una galaxia próxima, podemos comenzar a distinguir un núcleo muy luminoso y un disco que gira a su alrededor.

Las formas que presentan las galaxias en su disco dan lugar a una clasificación y son de atractivas y resulta curioso observarlas. Van desde una esfera a un disco y vistas desde sus polos, presentan formas circulares o elípticas; incluso podemos encontrar caóticas formas irregulares sin núcleo.

¿Qué hay específicamente en su interior?

Sólo podemos acercarnos a la realidad, pero no conocerla exactamente; en el disco hay polvo que tapa a los astros detrás de él y en el núcleo es tan intensa la luz que no se pueden distinguir unidades o claros de espacio vacío.

Sólo podemos conocer de las galaxias lo que observamos y lo que la física nos proporciona suponiendo que las leyes se cumplen en todo lugar.

Sólo podemos conocer las galaxias vecinas, porque la Vía Láctea es la nuestra, en ella vivimos y estamos sumergidos con imposibilidad de describirla porque de ser así deberíamos salir de ella y nos tomaría unos cientos de años.

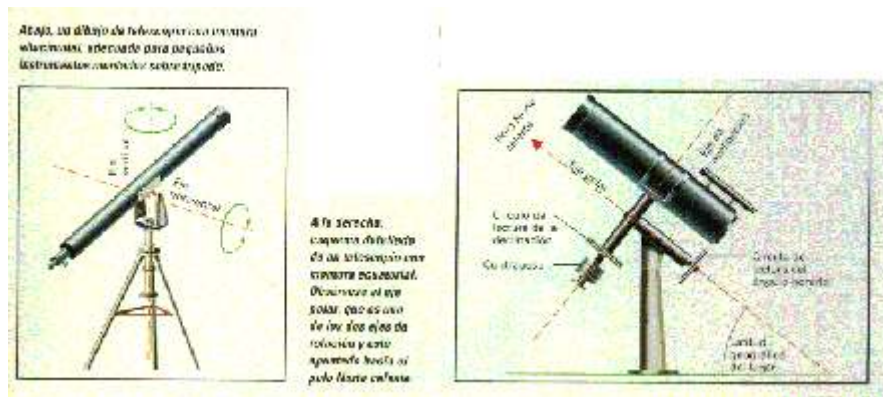
1.1- A SIMPLE VISTA

A simple vista las galaxias pueden ser observadas lejos de la luz de la ciudad y en noches de luna nueva. Pero aún así son mas tenues que las estrellas y las más visibles se presentan en forma de pequeñas nubes.

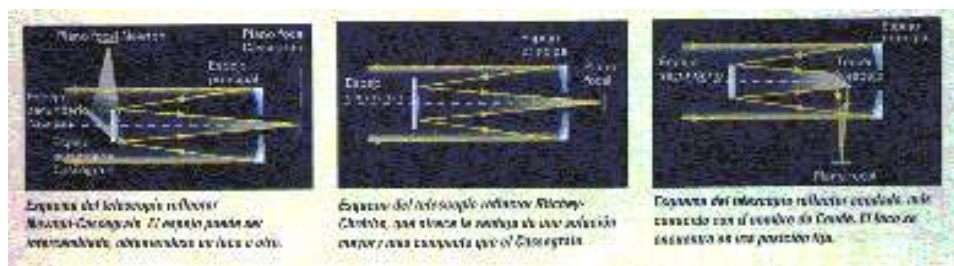
Sólo pueden observarse: las Nubes de Magallanes (Mayor y Menor), que orbitan la Vía Láctea como "galaxias satélites" por ser mucho mas pequeñas que ésta; la galaxia Andrómeda (M31), que suponemos es semejante en forma y tamaño a la nuestra y de importante observación; galaxia del Triángulo (M33) ubicada en el cielo en la constelación del mismo nombre; y sólo podríamos observar alguna otra conociendo la posición exacta y con ojos expertos.

1.2- LA VISIÓN CON TELESCOPIO

A grandes rasgos, un telescopio es un tubo circular con un extremo abierto a la entrada de la imagen, esta imagen es reflejada por un espejo ubicado al fondo hacia una combinación de otros más pequeños que terminan por entregar la imagen ampliada al ojo humano.



Podría decirse que el principio de funcionamiento es el mismo en todos los telescopios, van desde unos pocos centímetros (aficionados) hacia varios metros de diámetro (observatorios).



Con este tipo de instrumentos es posible observar una gran cantidad de galaxias pero sólo aquellas que brillan con gran intensidad, pues las que no son muy luminosas pasarán desapercibidas.

1.3- TELESCOPIOS SATÉLITES

Edwin Hubble, astrónomo norteamericano, realizó en las primeras décadas del sigloXX grandes descubrimientos con la creación de su gran telescopio de 2.5 metros de diámetro. Años más tarde con la conquista del espacio exterior se logró poner en órbita un telescopio el

Hubble.

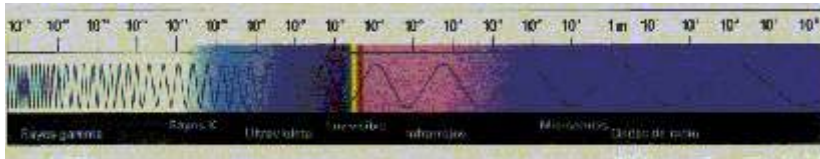
El telescopio espacial Hubble no está sometido a las distorsiones que provoca la atmósfera terrestre, ya que en el espacio la visión es ampliamente mejor. Con este telescopio puede apreciarse claramente, que la cantidad de galaxias en tan sólo un punto del espacio es sencillamente infinita.

1.4- ESPECTROS Y ONDAS

Si bien todos los cuerpos del cielo pueden ser observables, no todos pueden observarse con el mismo instrumento.

Las longitudes de onda de los espectros que emite un cuerpo son variables y si estas longitudes son las visibles, entonces las veremos con un telescopio, pero si las longitudes son otras deberán observarse con otros aparatos.

Existen galaxias que no pueden observarse por el método convencional, ya sea porque son poco luminosas o porque el polvo cósmico oscuro las tapa. En este caso se pueden observar por la emisión de su energía en forma de espectros y con aparatos especiales.



Longitudes de onda.



Nebulosa Cola de caballo en la constelación de Orión

2- FORMAS DE LAS GALAXIAS

Las formas de las galaxias son las más atractivas y buscadas observaciones del cielo. Se cree que estas formas están estrechamente ligadas a su movimiento rotacional, pues todas las galaxias presentan una parte central muy concentrada y un disco que gira a su alrededor con diferentes velocidades según el radio en referencia.

2.1- FORMAS ELÍPTICAS

Estas galaxias presentan formas circulares o elípticas y una luminosidad uniforme que se atenúa lentamente hacia su periferia. No presenta brazos espirales y se las puede clasificar según su elipticidad (relación geométrica entre los ejes: desde E0 (aspecto circular) hasta E7 (aspecto muy elíptico)).

$$P = 10 * (b - a) / a$$

Fórmula mediante la que se define el valor de elipticidad p (n° que acompaña a la E) en donde: a es el semieje mayor aparente, b es el semieje menor.
Un 75% de las galaxias son del tipo E0 a E3, y un 25% de tipos E4 a E7.

Están compuestas principalmente de estrellas, con muy poco o inexistente polvo cósmico.

Dos galaxias satélite de la galaxia de Andrómeda son ejemplos de pequeñas elípticas. Las galaxias demasiado pequeñas se denominan enanas elípticas. Existen otras gigantes como M87 en la constelación de Virgo.

Imagen de M87



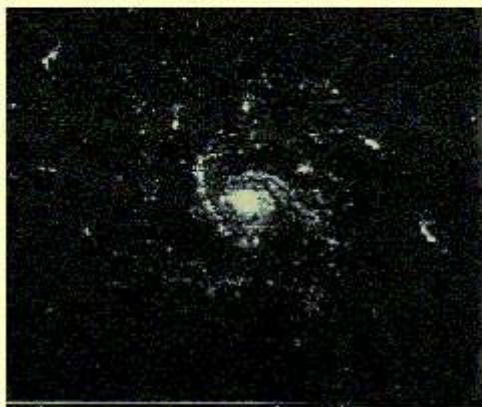
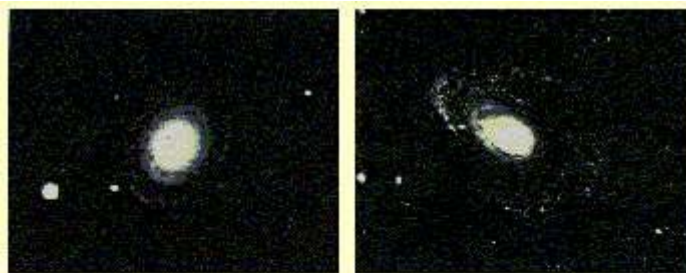
2.2- GALAXIAS ESPIRALES

Esta clasificación es para aquellas que desde su núcleo parten dos o más brazos (bien definidos o poco definidos, según la galaxia) que envuelven el núcleo formando el espiral. Vista de perfil, el espesor es muy pequeño (a diferencia de las elípticas) y solo se observa sobresaliente de su centro al gran núcleo brillante.

Las galaxias espirales son de interesante comportamiento respecto a su rotación y se clasifican en Sa, de núcleo brillante y brazos poco desarrollados; Sc, de núcleo débil, brazos abiertos y muy extendidos; Sb valor medio al cual pertenecen Andrómeda y la Vía Láctea.

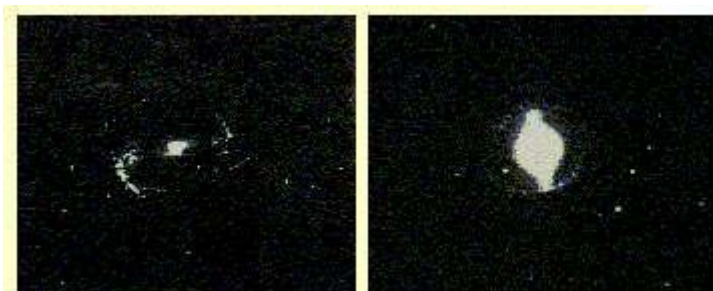
Galaxia espiral NGC488 (tipo Sa)

Galaxia M81 (tipo Sb)



Galaxia espiral M33 (Tipo Sc).

Existen además las galaxias espirales "barradas" denominadas así por la barra que atraviesa su núcleo y de donde parten sus dos únicos brazos. También subdivididas (Sba, SBb, SBc)



Dos galaxias espirales barradas NGC 1300 y NGC 1398.

2.2.1- LA VÍA LÁCTEA

La Vía Láctea es una galaxia espiral y nosotros estamos en uno de los brazos a tres cuartos del centro.

La banda de la Vía Láctea junto con su núcleo puede verse en invierno levantándose y girando levemente en el cielo; se extiende a través de las constelaciones Perseo, Casiopea y Cefeo.

En la región de la Cruz, que forma parte de Cisne, se divide en dos corrientes: la corriente occidental que brilla cuando atraviesa la Cruz y palidece cerca de Ofiuco a causa de las nubes de polvo pero aparece de nuevo en Escorpio; y la corriente oriental que es más brillante cuando pasa por el sur a través del Escudo y Sagitario.

La parte más brillante de la Vía Láctea se extiende desde la constelación Escudo a Escorpio, a través de Sagitario. El centro galáctico está en dirección a Sagitario y se encuentra a unos 26000 años luz del Sol.

ESTRUCTURA

Se ha descubierto que la Vía Láctea es una gran galaxia espiral, con varios brazos espirales que se enroscan alrededor de un núcleo central de un grosor de unos 10000 años luz. Las estrellas del núcleo central están más agrupadas que las de los brazos, donde se han encontrado más nubes interestelares de polvo y gas; el diámetro del disco es de unos 100000 años luz y está rodeado por una nube de hidrógeno, deformada y festoneada en sus extremos, rodeada a su vez por un halo esférico y ligeramente aplastado que contiene muchos cúmulos globulares de estrellas (estas últimas se encuentran principalmente encima o debajo del disco).

El halo de la galaxia puede llegar a ser dos veces más ancho que el disco en sí.

Estudios realizados sobre los movimientos galácticos sugieren que el sistema de la Vía Láctea contiene más de dos billones de veces la masa del Sol, mucha más materia de la que se considera que tiene el disco y los cúmulos; sin embargo los astrónomos suponen que el sistema conocido de la Vía Láctea está rodeado por una corona mucho mayor de materia no visible.

Otra suposición reciente habla de la Vía Láctea como una galaxia espiral barrada.

TIPOS DE ESTRELLAS

La Vía Láctea contiene tanto estrellas del tipo I (azules y brillantes), como estrellas del tipo II (gigantes rojas). La región central de nuestra galaxia y el halo están compuestos por estrellas del tipo II. La mayor parte de la región se oculta tras nubes de polvo que impiden la observación visual, sólo se observa por su radiación espectral y esto delata una gran cantidad de material compacto cerca del centro, posiblemente restos de estrellas o un enorme agujero negro.

Rodeando la región central está el disco achatado que contiene estrellas de tipos I y II; las más brillantes del primer tipo son luminosas, supergigantes azules. Los brazos espirales que surgen del centro poseen mayoría de población del tipo I junto con mucho polvo interestelar y gas.

Un brazo de la Vía Láctea aloja nuestro sol y contiene además a la gran nebulosa de Orión.

ROTACIÓN

La Vía Láctea gira alrededor de un eje que une los polos galácticos. Desde el polo norte galáctico, la rotación se produce en el sentido de las agujas del reloj y arrastrando los brazos espirales, el período de rotación aumenta cuando disminuye la distancia al centro.

En las proximidades del sistema solar el período de rotación es de algo más de 200 millones de años luz. Por esto, nuestra velocidad en la galaxia es de unos 270 km/s.

Vía Láctea vista desde nuestra superficie terrestre.



Andrómeda

La galaxia Andrómeda es la más parecida en forma y tamaño a la nuestra y justamente es la más conveniente de observar para conocer más a la Vía Láctea.

2.3- GALAXIAS IRREGULARES

Las galaxias irregulares parecen ser el producto de una explosión interna a escala gigantesca (probablemente en el núcleo), sus formas caóticas muestran gran cantidad de nubes de gas y polvo cósmico en donde se engendran nuevas estrellas. Ejemplos de este tipo son las nubes de Magallanes.



Galaxia irregular M82.

2.4- GALAXIAS SO

Si es que en algún momento las galaxias espirales pierden sus brazos y pasan a ser elípticas, entonces este tipo serían las SO. Paso intermedio o de transición que no pueden denominarse elíptica o espiral.



Galaxia NGC 5866 (tipo SO).

3- GENERACIÓN DE LAS GALAXIAS

El universo esta dominado por cuatro fuerzas fundamentales que surgieron luego del Big Bang:

- Nuclear débil
- Nuclear fuerte
- Electromagnética
- Interacción gravitatoria

Sin duda a escalas gigantescas y tiempos inconmensurables, estas interacciones van llevando a las galaxias a su forma actual.

La fuerza nuclear débil es una radiación a escala atómica que produce elevadísimas temperaturas. Entre las presiones y la gran cantidad de masa van transformando la materia en otros componentes.

La fuerza nuclear fuerte es la que nos mantiene unidos íntegramente. Se manifiesta a escala subatómica y molecular uniendo toda la materia.

La fuerza electromagnética es la más visible ya que genera campos con líneas de fuerza (pueden divisarse en la superficie solar como grandes arcos de gas incandescente de miles de kilómetros).
Se cree que este tipo de fuerza es una de las que da forma a las galaxias.

De todas las fuerzas la que más tratamos es la fuerza gravitatoria: a ella debemos los movimientos planetarios, interestelares, galácticos e intergalácticos. Es decir, mantiene el universo en movimiento y equilibrio, hace y deshace.

4- LA EDAD Y LAS FORMAS

Podría suponerse que la poca presencia de gas y polvo interestelar en las galaxias elípticas las presenta a éstas como en un ciclo de colapso más completo, y además posee gran cantidad de estrellas de población II. Presentaríamos en tal caso a las espirales como más jóvenes y más aún a las irregulares, que contienen la mayor cantidad de polvo. Sin embargo, de las observaciones a grandes distancias que corresponden a los primeros millones de años luego de la gran explosión, se observan ya los distintos tipos por lo que descarta la posibilidad anterior.

5- TEORÍAS DE LA FORMACIÓN

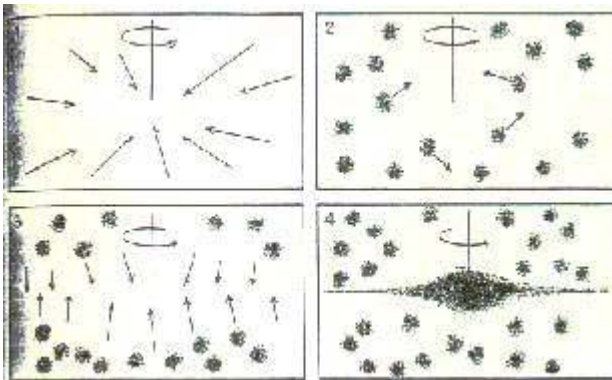
TEORÍA JERÁRQUICA:

Es la que habla de que las galaxias se crean de menor a mayor. Primero se forman estructuras de aproximadamente un millón de masas solares, en forma de cúmulos como los que hay alrededor de las galaxias. A esto se le va sumando materia interestelar hasta llegar a lo que se llama colapso del halo, y da forma al disco. A su vez las galaxias se agrupan en cúmulos y supercúmulos.

TEORÍA DE LA FRAGMENTACIÓN:

En donde se señala que primero se formaron los densos cúmulos y más adelante se fragmentaron en galaxias.

Una gigantesca nube de gas en rotación (1), aislada en el espacio, al sufrir un colapso gravitatorio puede dar origen a una galaxia. En primera instancia se formarían las estrellas del halo (2) y los cúmulos globulares; las estrellas del disco se formarían más tarde con gas contaminados de elementos más pesados producidos por generaciones anteriores de estrellas (3 y 4).



Las formas de las galaxias están estrechamente ligadas a sus interacciones internas y con otras galaxias. Estas interacciones dan lugar a sus movimientos.

6- MOVIMIENTOS DE LA GALAXIA

Todas las galaxias poseen población I y II de estrellas: las primeras, gigantes jóvenes y azules están llenas de material pesado; mientras que las de tipo II son gigantes rojas y gaseosas.

Las estrellas gigantes estallan al morir y esparcen polvo de metales u otros materiales pesados que serán cunas para nuevos y continuas formaciones.

Las estrellas mas viejas dominan las galaxias elípticas y las blanco azuladas son características en los brazos de las galaxias espirales.

Se puede comparar la estructura hormigonada de un edificio que asegurará el resto de la mampostería en pié, con estas gigantes viejas y rojas formando el esqueleto de la galaxia. Lentamente la interacción gravitatoria va condensando los gases en estrellas, produciendo el movimiento interno de la galaxia.

En algunos casos el gas o el polvo primitivos poseen momento angular, lo que impide la contracción violenta y, al estar girando provoca torbellinos que generan continuamente estrellas .

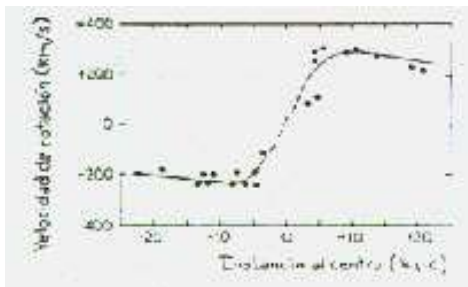
6.1- ROTACIÓN – LEYES DOMINANTES

La manifestación más clara y evidente de giro de las galaxias es la forma de los brazos espirales.

Según Hubble, el juego de interacciones entre la rotación y la gravedad determinan la forma del disco y el núcleo: si la gravedad es mayor el disco se irá acercando lentamente al núcleo haciéndolo mas masivo; caso contrario con gran velocidad de giro el disco se irá haciendo más delgado y se alejará del centro debido a la fuerza centrífuga.

Por otra parte, debido a la conservación del momento angular, cuando una galaxia disminuye su radio a causa de la gravedad, aumenta su velocidad angular. Por esta propiedad y la anterior descrita puede entenderse la complejidad del movimiento rotacional.

De la observación puede suponerse que en las galaxias espirales barradas, que poseen dos únicos brazos espirales surgiendo de su núcleo en forma de barra, existen otro tipo de interacciones, tal vez electromagnéticas o tal vez alguna aún no conocida.



Velocidad de giro respecto al centro de la galaxia Andrómeda (la zona central punteada representa al núcleo).

LEYES

El cálculo de la masa de una galaxia se puede deducir estableciendo el equilibrio de la fuerza centrífuga con la atracción gravitatoria total cuando se conoce el período de rotación. Mediante la tercera ley de Kepler (físico alemán de principios del siglo XX), la masa de Andrómeda (M31) con un radio de 24 Kpsec(1) es de 1.85×10^{11} masas solares.

2° Ley de Kepler :

$$n \cdot a^3 / T^2 = L^2 / 2m \quad \rightarrow m = T^2 \cdot L^2 / 2n \cdot a^3$$

Masa en función del momento angular en donde T: período, a: semieje mayor, b: semieje menor, n: cte. geométrica en radianes.

Es posible determinar además la masa aproximada del núcleo mediante la 3° ley:

$$T^2/a^3 = 4\pi^2/G*M \rightarrow M = a^3 4\pi^2 / G*T^2$$

En donde M: masa del núcleo y G: cte. de gravitación universal.

En las situaciones en donde la interacción gravitatoria sea dominante podemos confiar en la conocida ley de gravitación universal de NEWTON (Físico y Matemático Inglés de la primera mitad del siglo XX).

$$F = G * M * m / r^2$$

En donde F: fuerza gravitatoria, G: cte. de gravitación universal, M: masa del núcleo de la galaxia, m: masa del astro en cuestión dentro de la galaxia y r: distancia entre los centros de masas.

Gravitacionalmente puede suponerse que en las lejanías del núcleo y con debilitamiento de su atracción las masas interactúan entre sí agrupándose y formando estrellas, mientras que en las cercanías se unen a éste.

Respecto a las velocidades internas de la galaxia, el análisis permite establecer para las galaxias más cercanas, una curva de rotación en función de la distancia a su centro. Estos valores representan un máximo (V. máx.), que se relaciona con el tamaño y por ende con su luminosidad:

$$M = - 5.07 * \log (V \text{ máx.}) - 8.28$$

$$(1) 30 \text{ Kpsec} = 100000 \text{ AL}$$

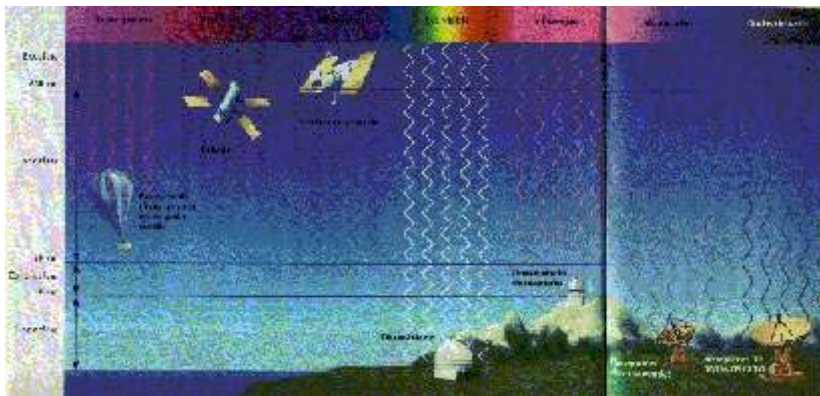
6.2- TRASLACIÓN – LOS APORTES DE HUBBLE

Por último es posible también determinar la velocidad de traslación o alejamiento de una galaxia (apoyando la teoría de que el universo está en expansión), mediante la observación de sus espectros en donde obtenemos que la distancia es proporcional a una constante H denominada cte. de Hubble (en honor a su creador).

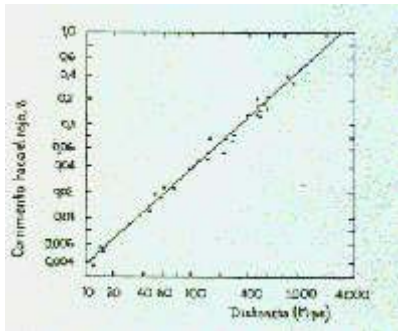
$$Vr = H * d$$

De la observación de los espectros y su acercamiento al rojo es posible determinar la velocidad y la distancia que nos separa de la galaxia observada (efecto Doppler(2)).

Las galaxias totalmente opacas pueden ser observadas en el infrarrojo.



Longitudes de onda e instrumentos que lo captan



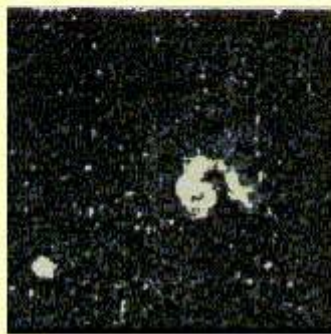
Corrimiento hacia el rojo según la distancia al objeto observado.

6.3- INTERACCIONES ENTRE GALAXIAS

Las galaxias presentan un verdadero espectáculo de formas al interactuar entre sí. Cuando dos galaxias se atraen sufren cambios drásticos en sus formas: al cruzarse algunas son prácticamente consumidas por otras más grandes denominadas "galaxias caníbales", otras en cambio completan el cruce pero se deforman.

Un caso muy especial son las llamadas galaxias seifert, similares a los cuásares, que eliminan por sus polos chorros gigantes de materia probablemente de una galaxia absorbida.

Cúmulo de galaxias gravitacionalmente unidas



Galaxia caníbal: se ve deformada luego de "absorber" a otra.

(2) Efecto Doppler: es el mismo que nos hace escuchar el sonido agudo de la bocina cuando se acerca el tren y grave cuando se está alejando; las ondas se deforman con la velocidad y sentido respecto a un punto de referencia.

CONCLUSIONES

Curiosamente hemos descubierto que los movimientos a escalas universales pueden cuantificarse mediante métodos comunes de la física aquí en la tierra.

El estudio del universo es complejo pero no imposible para la física quien se alimentó justamente de la observación del cielo desde los tiempos primitivos y hasta los nuestros. Siempre han existido personas que nos llevan como de la mano al hacia el conocimiento de un todo cada vez mas cerca. Aún así, cada vez que nos acercamos, terminamos por descubrir que el todo es cada vez más grande.

Tal vez algún día la cantidad de preguntas comenzarán a disminuir hasta que el hombre encuentre su propio origen, pero mientras tanto el trabajo es arduo pero no imposible si nos dejamos llevar por el seguro camino de la física.

Una galaxia es un resumen del universo, un conjunto de misterios que da lugar a infinidad de suposiciones . Una galaxia es tan misteriosa como la posibilidad de que, habiendo millones de esta, se estén gestando las mismas condiciones y la misma oportunidad de que se encienda la chispa química que da vida, en cualquier otro lugar del universo. O quizás ya se haya encendido hace tiempo.

Las galaxias tienen tamaños considerablemente difíciles de conocer pero se comportan bajo leyes conocidas y en constante mejoramiento y vigencia.

Las leyes de Kepler , las leyes de Newton, los trabajos importantísimos de Hubble, entre otros han ayudado junto con el desarrollo tecnológico a que el hombre llegue donde llegó. Y llegará mas lejos por su ansia de saber, y creyendo firmemente en que "Una política puede durar 100 años, pero una fórmula física hasta la eternidad".