

Los Intrincados movimientos de las nubes de Júpiter y la periódica desaparición de la banda ecuatorial sur

Prof. Dr. Raúl Roberto Podestá ¹

¹Físico (Formación en Física de Alta Atmósfera y Física Solar (Heliofísica) – Atmósferas Estelares)– Profesor en Matemática, Física y Cosmografía. Director Cursos LIADA. Docente e Investigador en la UNaF. (Universidad Nacional de Formosa). Observador y miembro de la AAVSO (USA). Miembro del Comité Científico del CODE. Director del Centro de Enseñanza Kepler. Director del Observatorio NOVA PERSEI II. Miembro Honorario de la COCAde (Comisión Casildense del Espacio). Miembro Fundador de la Sociedad Lunar Argentina (SLA). Asesor del G.O.A.C. (Grupo de Observadores Astronómicos Corrientes). Socio Activo de AstronoR (Asociación Civil de Astronomía de Resistencia) rrpodesta@hotmail.com

Abstract

Las Voyager I y II en los años 1979 en las proximidades de Júpiter y de Saturno en 1980 y 1981, descubren un intrincado movimiento de las nubes y de la Gran Mancha Roja

¿Están los movimientos de la Atmósfera de Júpiter y Saturno confinados a una delgada capa iluminada, de 100 a 200 Km de espesor, donde se forman las nubes y la presión atmosférica es solo algunas veces mayor que la presión al nivel del mar de la Tierra?

¿O se extiende los movimientos a lo largo de decenas de miles de Km hasta la cima de una zona de hidrógeno metálico, donde la presión es tres millones de veces superior a la presión al nivel del mar en la Tierra?

¿Por qué las características generales del flujo atmosférico persisten a lo largo de decenios o siglos en Júpiter y Saturno y apenas duran días o semanas en la Tierra?

¿La desaparición de la banda ecuatorial sur está relacionada con la Gran Mancha Roja?

Desarrollo

Júpiter es el gigante más cercano a nuestro planeta y mayor del Sistema Solar, y es realmente gigante pues su diámetro es más de 10 veces el diámetro de la Tierra, su masa es superior al doble de la suma de la masa del resto de los planetas.

Cuando observamos la superficie, un detalle muy interesante aparece, la llamada “Gran Mancha Roja”, formación que aparece bajo el aspecto de una superficie de forma oval de 45000 km de longitud por unos 13000 km de ancho. La primera vez que los astrónomos se ocuparon de ella fue en 1831 pero parece ser que ya había sido observada en 1664. Su color presenta variaciones irregulares: algunas veces es rojo fuerte, otras rozado, y a veces grisáceos.

Se dieron diversas teorías sobre el origen de esta gran Mancha, pero en realidad es una tormenta gigante en las nubes de Júpiter. La rotación rápida que es de 9,8 horas terrestres hace que se presente un achatamiento en los polos y un ensanchamiento en el ecuador. Su diámetro ecuatorial es de 142754 km y su diámetro polar es de 133659 km. Su masa es de 317,9 masas terrestres y su densidad es 1,33 g/cm³, con una aceleración de la gravedad de 22,9 m/s².

Visto desde un pequeño telescopio, se pueden distinguir bandas oscuras a cada lado del ecuador; su atmósfera está constituida de un 85% de hidrógeno, 14% de helio y un 1% de gases como el metano, amoníaco y otros.



Imagen de Júpiter desde el Observatorio Nova Persei II

La coloración rojiza característica de las nubes Jovianas se produce con la combinación de amoníaco e hidrógeno sulfuroso en la que también actúa fósforo. Posee un potente campo magnético alrededor de este, mucho más poderoso que el de la Tierra, además tiene un sutil anillo, que es brillante y delgado y entre este y el planeta se extiende un disco difuso de materia muy dispersa. Dos pequeñas lunas lo mantienen en órbita regular: cumplen la función de "pastoreo". Al igual que Saturno, los anillos de Júpiter están compuestos por innumerables partículas de hielo que circulan por una banda de 6000 km de ancho.



Foto anillos de Júpiter

El gigante posee 79 satélites pero los mayores son IO (1815 km de radio), Europa (1569 km de radio), Ganimedes (2631 km) y Callisto (2400 km de radio), estos ya habían sido observado por Galileo Galilei.

Más adelante hablaremos en particular de estos espectaculares satélites.

Datos Planetarios

Edad: 4.603 miles de millones años
Densidad: 1.33 g/cm^3
Gravedad: 24.79 m/s^2
Radio: 69,911 km
Magnitud Aparente (V): -2.2
Satélites: 79
Distancia del Sol: $776 \times 10^6 \text{ km}$
Velocidad de escape: 59,50 km/s
Año: 11,8 años terrestres
Velocidad orbital: 13 km/s
Inclinación de su eje: $3,12^\circ$
Inclinación sobre la eclíptica: $1,3^\circ$
Anillos: Halo–Main–Gossamer
Temperatura: -129°C a -118°C
Albedo: 0,52

Júpiter está formado: fundamentalmente por Hidrógeno y Helio. No habría otra sustancia que pueda dar a Júpiter una densidad de 1.33 g/cm^3 .

Conocida la masa y composición de un planeta como Júpiter, se puede tratar de inferir su estructura interna. El tamaño y la densidad del planeta se ajustan de suerte tal que la presión exterior de la materia comprimida equilibra exactamente la atracción gravitatoria hacia dentro en cualquier punto del interior del planeta. El resultado es un estado de equilibrio hidrostático.

$\Delta P = \rho g \Delta h$ (variación de la presión es igual al producto de la densidad del fluido por la aceleración de la gravedad del planeta por la variación de la capa del fluido)

Debido a la rotación, hay que sumar una fuerza adicional que interviene en el equilibrio: la fuerza centrífuga. La fuerza hacia fuera de una masa en rotación es proporcional al cuadrado de la distancia de la masa al eje de rotación, está en función de su momento de Inercia. De aquí que un planeta se aplaste, su radio polar es inferior a su radio ecuatorial.

$I = mr^2$, Momento de Inercia es igual a la masa del cuerpo por el radio de giro al cuadrado.

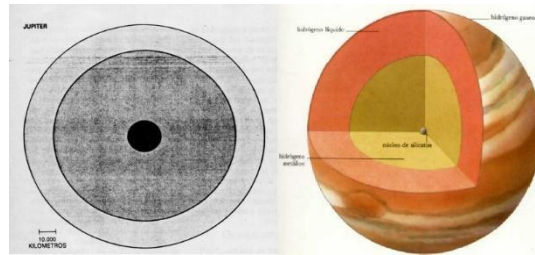
El grado de aplastamiento nos permite desentrañar la estructura interna de un planeta.

Al parecer, Júpiter tiene un núcleo de roca y de hielo que constituye el 4% de su masa, y su núcleo puede ser la “semilla” sobre la cual se condensó el resto del planeta a partir de gases, cuando se formó el Sistema Solar.

El interior del planeta consta de tres Capas:

- La más externa de ellas es una mezcla líquida de hidrógeno molecular y de helio.
- La más interna es un núcleo de roca e hielo.

- En la capa intermedia, una presión superior a 3 millones de atmósferas terrestres transforma el hidrógeno en una mezcla líquida de protones y electrones.

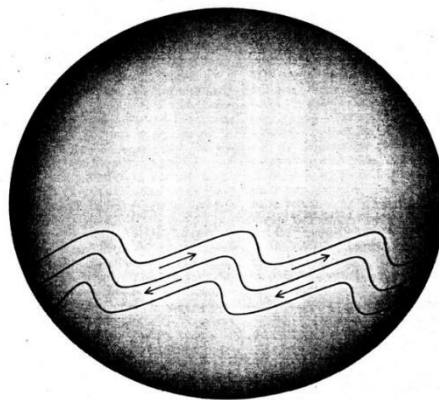


Corte de la estructura de Júpiter

- La rotación del Planeta lo aplasta ligeramente hacia los Polos.
- La potencia que emite lo hace en forma infrarroja.
- Es de 1.5 a 2.0 veces la que absorbe, de la radiación Solar.
- Posee fuente de calor interno.
- No posee masa suficiente para que la autocompresión gravitatoria haya iniciado la fusión nuclear.
- En consecuencia, NO ES ESTRELLA

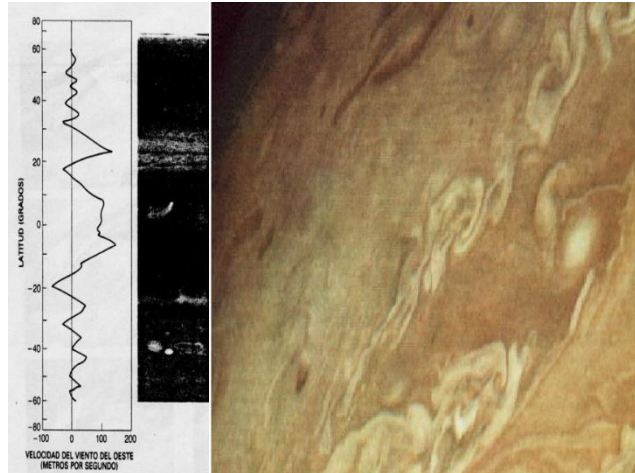
El Intercambio de la Cantidad de Movimiento y Corrientes Turbillonarias Júpiter:

- En un modelo hipotético de planeta inyectan cantidad de movimiento del Oeste hacia el Norte y del Este hacia el Sur.
- Esto aumenta la diferencia de velocidad entre las corrientes medias del Oeste y del Este.



Modelo de corrientes de ondas

- Son desviaciones caóticas.
- Está formada por cinturones alternados de vientos del Oeste y del Este.
- La cinta que corta diagonalmente representa una corriente cuya velocidad es de 130 m/s.



Vientos y distribución con apariencia caótica de las manchas en las Bandas

- Números Positivos corresponden a velocidades dirigidas hacia el E; los negativos hacia el W.
- Son velocidades con respecto a velocidades de rotación.

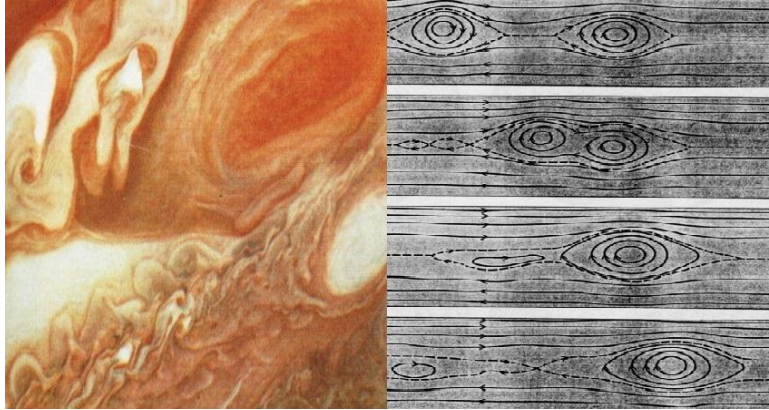
Tips necesarios para comprender la desaparición periódica de la Banda Ecuatorial Sur.

La Gran Mancha Roja (GMR):

- Fue Observada desde hace tres siglos.
- Gira en sentido positivo. (antihorario)
- Existe una corriente del E al N y otra al W al S.
- Mide unos 25000 km de longitud.
- Pequeñas nubes son tragadas por esta en 6 a 10 días.

Unión de Manchas:

- Se supone que c/mancha es un vórtice más o menos permanente.
- Se encuentra encima de una corriente subyacente de vientos del W y del E.
- Poseen velocidad ascensional.
- Almacenan Energía Potencial Gravitatoria.
- Las grandes se mantienen “comiendo” a las pequeñas.
- Los trazos limitan los vórtices de la corriente laminar.



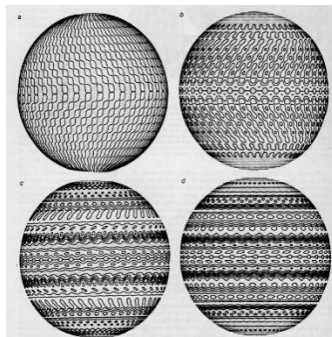
La GMR y unión de manchas

MODELO PLANETARIO

Como en la Tierra, la desigual distribución de la radiación solar crea corrientes turbulentas en una delgada capa iluminada de la atmósfera.

La cantidad de movimiento de los torbellinos alimenta después a las corrientes del W y del E.

En el modelo se producen trenes de manchas, pero no óvalos aislados.

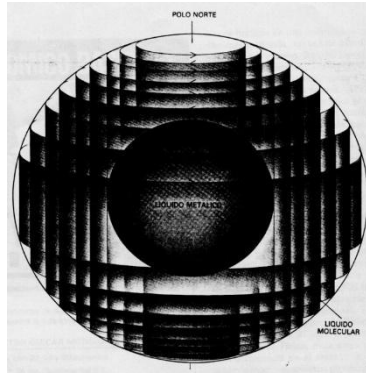


Tren de ondas y manchas

UN MODELO DISTINTO

En este otro modelo se supone que los vientos del E y W, constituyen la señal visible de un sistema de rotaciones que se extiende a todo el fluido interior.

En un planeta gaseoso en rotación que está bien mezclado por la convección, los movimientos sostenidos son los cilindros fluidos coaxiales que llegan hasta el interior profundo del planeta, contienen al núcleo del mismo, todos giran en forma concéntrica y producen las perturbaciones en la superficie.



Modelo alternativo

Este otro modelo, no permitió que se pudiera aplicar las ecuaciones de ondas donde la GMR fuera el mecanismo necesario para que “trague” las otras manchas secundarias haciendo que la Banda Ecuatorial Sur desaparezca periódicamente.

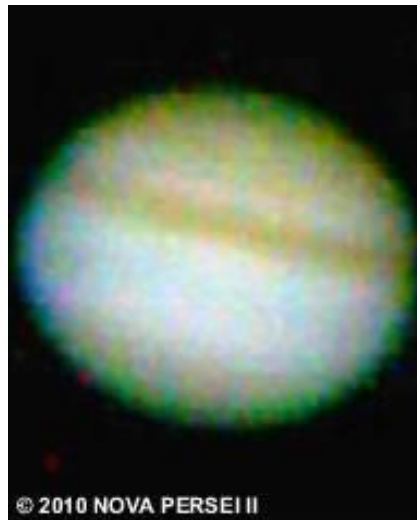


Imagen en el 2010, donde se observa la total desaparición de la Banda Sur

Modelizado

La ecuación diferencial de una onda es:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = 0$$

Donde ϕ es una función que depende del espacio y el tiempo (x,t) y v es la velocidad de la onda. Cualquier función que satisfaga la ecuación diferencial dada, es una función de onda.

Por ejemplo: $\varphi(x, t) = A \cdot \text{sen}(kx - \omega t)$, donde A es la amplitud de la onda, $k=2\pi/\lambda$, k es el número de onda, λ es la longitud de onda; $\omega = 2\pi/T$, ω es la frecuencia angular, T es el período.

Combinado diferentes funciones de ondas, tanto en componentes horizontales como verticales es posible representar una modelización donde un tren de ondas actúe como un vórtice y la GMR se comporta como un gran atractor en un determinado tiempo y luego de un período como fuente donde se generan nuevamente el tren de manchas y la banda sur reaparece.



Imagen en el 2021 durante una leve disminución de la Banda Sur (Nova Persei II)

Conclusión

El trabajo de modelización continúa, hasta lograr una explicación que cumpla con todas las observaciones realizadas, que en realidad considero que debería haber más datos con respecto a este fenómeno.

Datos obtenidos de:

- NASA (USA)
- Instituto de Tecnología de Massachusetts.
- Laboratorio de Dinámica Geofísica de Fluidos (Universidad de Princeton - USA)
- Instituto de Tecnología de California.
- LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía)
- Observatorio Astronómico NOVA PERSEI II (Formosa -Argentina
- Spitzer, L. (Jr), (1969) "Física de los gases totalmente ionizados", Editorial Alhambra, S.A. (España)
- Cowling, T.G., (1968) "Magneto hidrodinámica", Editorial Alhambra, S.A. (España)