

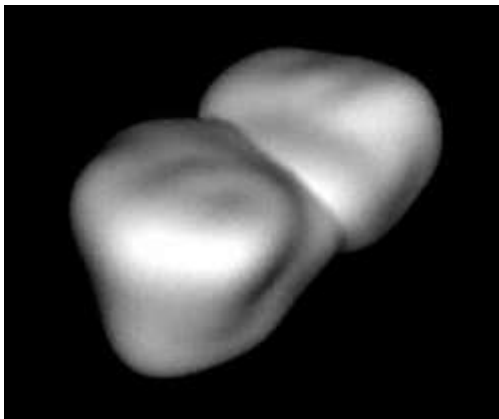
LOS ANILLOS DE SATURNO

Los anillos de Saturno están compuestos por pilas de escombros que se aglutinan y se separan al tiempo que giran alrededor del planeta.

Antonio Bernal González

Revista Astronomía, septiembre de 2014

Cuando le enseño al público el planeta Saturno, me gusta destacar la maravilla de la composición de sus anillos. La presento como un milagro de la dinámica celeste, con una frase que ya me suena mal de tanto repetirla: "son millones de trozos de material que, ni caen sobre el planeta ni se fugan de él; ni se aglutinan ni se separan". Ahora, después de someter la idea a la prueba de una matemática sencilla, me he dado cuenta de que la frase es errónea. En efecto, estos componentes, que son como satélites que giran alrededor del planeta, hacen órbitas relativamente estables siguiendo las leyes de Kepler, de manera que ni caen sobre el planeta ni se van hacia el infinito, pero se aglutinan, siguiendo la ley de la gravitación universal, y ahí está el error de mi frase. Ahora bien, si se aglutinan, ¿acabarán convirtiéndose en una sola masa anular, en un aro compuesto, no por partículas separadas sino por trozos en contacto? No, porque al mismo ritmo que se aglutinan, también se separan, y ese sí que es un milagro de la dinámica celeste. Veamos.

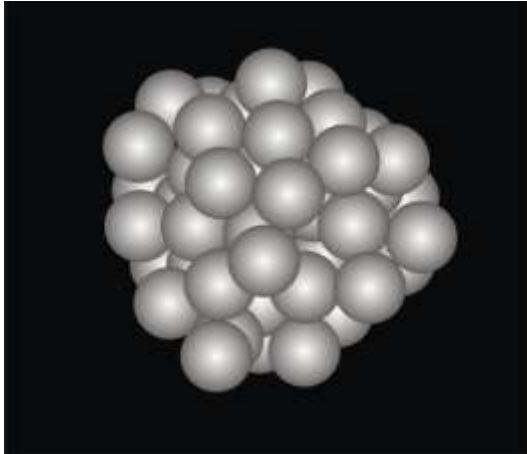


El asteroide Castalia muestra que tiene dos componentes unidos por la fuerza de la gravedad.

Supongamos que dos trozos de tamaño medio, por ejemplo como balones de fútbol, son componentes de un anillo y, en un momento dado navegan uno al lado del otro alrededor del planeta. Si la fuerza de atracción gravitatoria entre ellos es suficientemente grande, se comportarán como imanes y se juntarán formando lo que se llama "par de contacto". En el tumulto de los componentes de un anillo esos pares deben ser la moneda corriente. No se han visto porque todavía no hay fotografías con la ampliación suficiente para captarlos, pero se conocen varios ejemplos en otras partes del Sistema Solar, en las que los componentes están más separados y por tanto la probabilidad de formar pares es menor. Uno de

ellos es el cometa 67P Churyumov-Gerasimenko, visitado recientemente por la nave Rosetta de la Agencia Espacial Europea, que en las primeras imágenes mostró un núcleo compuesto por dos enormes masas en contacto. También en el cinturón de asteroides se han encontrado algunos casos como el de 4769 Castalia que fue observado desde la Tierra por medio de ecos de radar y muestra con claridad que son dos componentes puestos uno sobre el otro, que se comportan como si fueran uno solo.

El caso de los pares de contacto en los anillos de Saturno es muy particular, puesto que no están solos sino rodeados por miles o millones de otros trozos de todos los tamaños, que van en procesión con ellos en su viaje alrededor del planeta. A causa de ese hacinamiento, los componentes de un par de contacto pronto atraerán a un tercer compañero que se unirá a

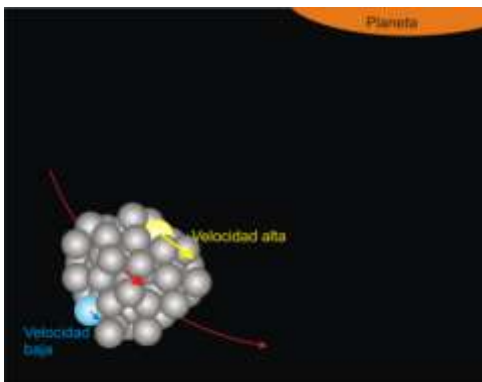


Una pila de escombros se forma cuando se aglutinan muchos trozos individuales de material y quedan atados por la fuerza de la gravedad.

ellos, y a otro y a otro, hasta formar lo que los astrónomos llaman una "pila de escombros". Podría decirse que el panorama de los anillos de Saturno es de una gran cantidad de pilas de escombros, no de trozos individuales. Ahora bien, ¿hasta cuándo podrá crecer una de esas pilas? ¿cuántos componentes puede llegar a tener? Todo depende del "spin", que no es otra cosa que la rotación del conjunto sobre su propio eje. Si éste es bajo, por ejemplo unas cuantas revoluciones por día, los componentes no se separan y la pila puede seguir creciendo; pero si es elevado, se genera una fuerza centrífuga que trata de lanzar los componentes hacia afuera y acaba desintegrando la pila. En el caso del cometa

mencionado el período es de una revolución en un poco más de 12 horas, tan lenta, que la débil fuerza de gravedad entre los dos componentes de la pila es suficiente para que estos permanezcan en contacto.

Puede demostrarse que la velocidad de rotación necesaria para que la pila se desintegre no depende del tamaño de los componentes, ni de la cantidad de trozos que se hayan agregado a la pila, sino sólo de la densidad de las piezas individuales y de la densidad promedia de la pila. Una pila con gran cantidad de intersticios entre componentes tendrá una densidad promedia muy baja, pero si los componentes están muy bien empaquetados, la densidad promedia de la pila podrá ser casi igual a la de los trozos. Si el cometa 67P en lugar de girar dando una vuelta cada 12 horas lo hiciera en menos de dos horas, los componentes levarían y tendríamos dos núcleos separados en lugar de un par de contacto.



En los anillos de Saturno las pilas de escombros tienen una rotación que se acelera hasta que provoca la separación de sus componentes.

En los anillos de Saturno, lo interesante es que el spin de las pilas tiende a crecer, de tal manera que tarde o temprano acabará produciendo la separación de los trozos individuales. La responsable de esa aceleración es una de las leyes de Kepler que dice que los cuerpos que orbitan alrededor de otro van más rápidos cuando están más cerca y más lentos cuando están lejos. Analicemos la figura en la que se muestra una pila de escombros girando alrededor de Saturno en una órbita coloreada de rojo. Uno cualquiera de los componentes que se encuentran más cerca del planeta, por ejemplo el coloreado de amarillo, tenderá a ir más rápidamente que la pila en su

conjunto (flecha roja), como lo ordena Kepler; en cambio, un componente que esté más alejado del planeta, como el coloreado de azul, tendrá a ir más lentamente. Ese desequilibrio

entre los más cercanos y los más alejados produce un par de fuerzas que acelera la rotación de la pila hasta que la centrifugación es suficiente para separar los trozos.

Como resultado de estas disquisiciones ya no tendré que repetir más mi frase de cajón. Ahora la cambiaré por otra hasta tener motivos para sustituirla por una tercera. Mi nueva presentación de los anillos será: "son millones de trozos de material que, ni caen sobre el planeta ni se fugan de él; forman pilas de escombros que crecen y crecen y luego, paulatinamente, se desintegran".