



Edmund Weiss, "Tormenta de meteoritos Leónidas vista en Estados Unidos el 13 de noviembre de 1883", en *Bilderatlas der Sternenwelt*, 1888



## EL RITMO DE LAS ESTRELLAS

Julieta Fierro

**E**n la naturaleza existen numerosos procesos rítmicos que dentro de la comunidad científica llamamos *periódicos*. La astronomía siempre ha estado regida por los ritmos celestes. Desde épocas remotas se construyeron calendarios marcados por eventos recurrentes: el día y la noche, las fases de la Luna, la época de sequías y de lluvias, las estaciones que delimitan el paso del tiempo y los años. Las grandes culturas registraron las constelaciones que rítmicamente aparecen en el cielo nocturno como un inmenso reloj cósmico.

Cuando se observaron los planetas y posteriormente los cometas, se registraron sus órbitas: se descubrió que a cada astro le toma siempre el mismo tiempo darle la vuelta al Sol cada vez, es decir que su órbita es periódica. Mucho más tarde, se descubrió que el Sistema Solar tarda 230 millones de años en completar una órbita en torno al centro de nuestra galaxia; ésta no es una órbita plana, sino que se desplaza de manera ondulante, como los caballitos de un carrusel.

La mayor cantidad de información que tenemos de los astros se debe a otro fenómeno repetitivo: la frecuencia de la radiación electromagnética. Por ejemplo, las moléculas del medio interestelar oscilan o giran; si transitan a otro ritmo, de más rápido a más lento, emiten ondas de radio y así develan sus secretos. Nos muestran cómo son más abundantes en las nubes de formación estelar que en el medio intergaláctico.

Cada tipo de radiación electromagnética nos permite desentrañar las propiedades de los astros y del Universo en su conjunto. Las estrellas

## Cuando una onda gravitacional atraviesa la Tierra la deforma rítmicamente.

variables, los pulsares y la rotación de las galaxias son ejemplos de cómo sus ritmos nos permiten determinar distancias, inferir que existen las ondas gravitacionales y cuantificar la materia oscura.

Uno de los grandes retos de la astronomía ha sido calcular la distancia que nos separa de las estrellas. Para las más cercanas se utiliza la paralaje.<sup>1</sup> Este método consiste en observar las estrellas desde dos puntos opuestos de la órbita terrestre; al hacerlo, éstas parecen desplazarse respecto de las estrellas lejanas. Lo mismo ocurre si miramos con un solo ojo uno de nuestros dedos proyectado sobre un fondo distante; si movemos la cabeza de un lado a otro éste parecerá cambiar de lugar. Entre más cercano esté el dedo de nuestra cara su desplazamiento será mayor. Así sucede con las estrellas: las próximas tienen mayor paralaje.

Un vez que conocemos la paralaje de las estrellas podemos comparar su brillo. Así como cuando vemos el farol de un poste podemos calcular su distancia observando su intensidad, al estudiar el brillo de las estrellas similares podemos calcular sus distancias: entre más alejadas estén, sus brillos son más débiles. Así como no todos los faroles son iguales, hay diversos tipos de estrellas; entonces, en casos especiales una manera de determinar lo alejadas que están es medir su ritmo.

Existen estrellas variables, que se hinchan y disminuyen de diámetro de manera periódica. Al expandirse, baja su temperatura, y vuel-

ve a incrementarse cuando se contraen. La consecuencia es que su brillo aumenta y disminuye periódicamente. La frecuencia de la pulsación estelar depende de la masa. Hagamos un símil con campanas: el sonido de la mayor campana de una catedral es más grave que el de la campanilla del monaguillo. Podemos saber cuál de las campanas está tañendo con sólo escuchar el sonido que produce. Se han medido centenares de estrellas variables cercanas y se ha encontrado una correlación entre su periodo de oscilación y su brillo promedio. Las estrellas más masivas oscilan más lento que las que poseen menor masa. Gracias a esta propiedad podemos determinar la distancia a las estrellas variables lejanas. Así, al observar una estrella variable muy distante y medir su periodo de oscilación, podemos saber cuál debería ser su brillo intrínseco. Retomando el símil de las campanas, si estamos más lejos escuchamos más débil el sonido de la campana, pero su tono no cambia. Comparando el brillo observado con el que tendría si estuviera a la distancia del Sol podemos conocer su distancia. Gracias a este método se pueden calcular las distancias a las galaxias más cercanas, donde es relativamente sencillo detectar las estrellas variables.

Existe otro tipo de cuerpos celestes que brillan, se llaman *pulsares*. Éstas tienen manchas producto de intensos campos magnéticos. Conforme giran varias veces por segundo, se ven o se dejan de observar las manchas y por lo tanto da la impresión de que la estrella pulsa, como la luz de un faro. Estas estrellas son los antiguos núcleos de estrellas masivas y están compuestas exclusivamente de neutrones.

Hace cien años Albert Einstein propuso teóricamente la existencia de ondas gravita-

<sup>1</sup> “Variación aparente de la posición de un objeto, especialmente un astro, al cambiar la posición del observador”, *sub voce Diccionario de la Lengua Española*, RAE, Madrid, 2018. [N. de la E.].



Nebulosa del Águila desde el Kitt Peak National Observatory, 2009. © T. A. Rector & B. A. Wolpa, NOAO, AURA

cionales capaces de transportar energía. Los astrónomos Hulst y Taylor observaron un par de pulsares que giran uno en torno del otro. Descubrieron que se estaban acercando. Calcularon la cantidad de energía que deberían estar perdiendo para juntarse si emitieran ondas gravitacionales. Sus conjeturas mostraron que Einstein tenía razón. Con laboratorios terrestres se han medido ondas gravitacionales emitidas durante la colisión de hoyos negros y estrellas de neutrones. La frecuencia de estas ondas, su ritmo, nos permite conocer las particularidades de los objetos que las emiten. Cuando una onda gravitacional atraviesa la Tierra la deforma rítmicamente.

Las galaxias espirales, como la nuestra, giran, tienen su ritmo, pero éste es distinto al de un sistema como el planetario, donde a mayor distancia del Sol los astros se mueven más despacio. En las galaxias espirales, más o menos a una quinta parte del radio, la velocidad de las nubes de gas y de las estrellas permanece constante. Esto no se puede explicar con la

física convencional como la que avanzó Newton, donde la fuerza de gravedad disminuye con la distancia. Si éste fuera el caso, así como los planetas se mueven más lento entre más lejos están de sus estrellas, las estrellas y las nubes de gas y polvo de las galaxias deberían moverse más despacio entre más alejadas estuvieran del núcleo galáctico. Una manera de explicar esta anomalía es proponer que hay materia oscura en el disco de la galaxia, que no es como la común de la que estamos hechos nosotros. La materia oscura no sólo no interactúa con la radiación electromagnética (no la emite, la absorbe ni la refleja), sino que es por mucho la materia más abundante del Cosmos; aporta cinco veces más gravedad que la materia común.

Así, gracias al ritmo de la radiación podemos conocer las propiedades de los astros y del Universo. Analizando los ritmos de los astros construimos calendarios, medimos distancias, comprobamos teorías físicas y descubrimos la materia oscura. **U**