

# Henrietta Swan

## Tenaz medidora del Universo

LA SALA DE COMPUTADORAS del Observatorio Harvard College, en 1893, no era lo que podría imaginarse hoy —un espacioso recinto climatizado repleto de aparatos con pantallas y botones— sino un cuarto estrecho con muebles de madera que se calentaba con chimenea o estufa de aceite cuando el frío arreciaba en Cambridge, Massachusetts. Y las “computadoras”, o “calculadoras”, no eran máquinas con cerebro electrónico, sino mujeres que el observatorio contrataba para realizar las tareas más tediosas de la astronomía.

En las ciencias lo divertido es obtener los datos: los paleontólogos viajan a países exóticos y excavan bajo el sol con poca ropa, los biólogos recorren la selva recolectando especies tropicales, los astrónomos viven de noche y escudriñan el cielo. Aunque la recolección de datos tiene su parte de tacha, no es difícil hacerse ideas románticas acerca de esta tarea. Una vez obtenidos los datos, empero, hay que organizarlos para entender qué quieren decir; ahí se acaba la diversión y empieza el tedio. Al final del horrible túnel puede haber un descubrimiento deslumbrante que abrirá nuevas vetas de investigación, pero para llegar allí hay que esmerarse... y aguantarse.

### La misión de una calculadora

Las calculadoras del Observatorio Harvard se pasaban el día examinando fotografías del cielo estrellado. Éstas eran placas de

vidrio de 30 por 40 centímetros, barnizadas con una emulsión sensible a la luz. La calculadora montaba las placas en un marco de madera y orientaba un espejo para iluminarlas desde atrás. El cielo nocturno se veía en negativo, con las estrellas como puntos negros sobre fondo blanco. Nadie se molestaba en pasarlas a positivo, lo cual hubiera sido caro e innecesario.

Las placas provenían del telescopio que el observatorio tenía instalado cerca de Arequipa, en el sur de Perú, y llegaban a Cambridge después de un largo viaje: bajaban las montañas a lomo de mula hasta Chosica, luego eran transportadas en tren al puerto del Callao, de donde zarpaban hacia el sur, rodeaban el Cabo de Hornos y enfilaban hacia el norte por el océano Atlántico hasta el puerto de Boston. La travesía duraba varios meses.

En la década de 1880 el Observatorio Harvard emprendió la tarea de catalogar las estrellas más brillantes por su posición, su brillo aparente y su temperatura. Edward Pickering, joven y flamante director de la institución, inició el proyecto con dinero aportado por la viuda de un astrónomo aficionado de nombre Henry Draper. Al publicarse en versión final, entre 1918 y 1924, el Catálogo Henry Draper contendría información acerca de unas 250 000 estrellas.

Las calculadoras del observatorio se dividían las tareas. Unas estudiaban el color



Annie Jump Cannon examina una placa.

de las estrellas, de donde deducían la composición química y la temperatura. Annie Jump Cannon, una de las calculadoras del Observatorio Harvard, inventó una manera de ordenar las estrellas por clases de color y temperatura que se sigue usando hoy en día. Otras calculadoras medían los puntos negros que representaban a las estrellas para determinar su brillo aparente. A esta tarea se integró en 1893 una joven de 25 años llamada Henrietta Swan Leavitt.

### As de las variables

La mujer se recoge el escaso vuelo del vestido largo y se sienta frente al marco de madera en el que está instalada una placa fotográfica. Lleva el pelo atado en un austero chongo no sólo para que no le estorbe, sino también porque Henrietta Leavitt es modesta y de carácter discreto.

Hija de un clérigo protestante, Henrietta vivía con sus padres y sus hermanos. Los Leavitt inspiraban el respeto que se otorga a las personas rectas, mas no el pavor que inspiran los poderosos, porque no lo eran. La familia valoraba el conocimiento y Henrietta había asistido a una de las primeras escuelas en ofrecer educación superior para mujeres en Estados Unidos. Ahí había estudiado literatura, historia, matemáticas y astronomía. Le gustaba la música, pero esa inclinación tendría que quedar soslayada: Henrietta padecía sordera progresiva.



Las “calculadoras” del Observatorio Harvard College; Henrietta Swan Leavitt es la sexta (de izq. a der.).

# Swan Leavitt

Sergio de Régules



Henrietta Swan Leavitt (1868-1921).

Mirando por un ocular, Henrietta Leavitt mide el tamaño de las estrellas de la placa. Luego las compara con otras cuyo brillo se conoce y va anotando meticulosamente los datos en un cuaderno marcado con sus iniciales. El observatorio les exige a sus calculadoras trabajar siete horas al día, seis días por semana. El salario es de 25 centavos de dólar por hora.

Pese a que en esa época las mujeres no podían aspirar a llegar muy lejos ni en la ciencia ni en otras actividades, Henrietta Leavitt se apasionó por su nueva profesión, la astronomía. Edward Pickering le asignó la tarea de buscar estrellas variables —estrellas que cambian de brillo. Para buscar variables en una región del cielo —por ejemplo, las manchas de luz difusa

conocidas como Nubes de Magallanes, que brillan en los cielos del hemisferio sur— Henrietta Leavitt tenía que comparar varias fotografías de la misma región, pero tomadas en días distintos, e identificar puntos que cambiaran de tamaño en ese lapso. Con suficientes placas se podía determinar si la estrella seguía un ciclo y establecer el tiempo que duraba el parpadeo, es decir, el *periodo* de la estrella variable (los periodos iban de un par de días a un par de meses). La práctica hace al maestro y a fuerza de sacarse los ojos buscando variables, Henrietta Leavitt se volvió un as.

El Catálogo Henry Draper sería, al completarse, un monumento a la

tenacidad de los astrónomos y las calculadoras del Observatorio Harvard, pero había un dato importantísimo acerca de las estrellas que la obra no contemplaba: la distancia a la que se encontraban. No era por descuido de Pickering ni por desidia de sus huestes: en esa época no había manera de determinar distancias más allá de las estrellas más cercanas. Los métodos geométricos que se conocían desde la antigüedad, basados en las propiedades de los triángulos, no permitían pasar de unos cuantos cientos de años-luz. En ese radio hay sólo unas 700 de los 300 000 millones de estrellas que hoy sabemos que tiene nuestra galaxia.

Por lo tanto, los astrónomos de principios del siglo XX no tenían ni la menor idea del tamaño del Universo. Se discutía aún si

las manchas de luz en forma de espiral que se veían con telescopio por todo el cielo (llamadas nebulosas espirales) eran estrellas en formación —en cuyo caso estarían relativamente cerca— o inmensos y lejanísimos “universos isla” formados por millones de estrellas (véase “El descubrimiento de las galaxias”, *¿Cómo ves?* No. 42). Más allá de la Luna, el Sol, los planetas y unas cuantas estrellas, la imagen del Universo se volvía borrosa. Sin un método para determinar grandes distancias la astronomía estaba condenada a la miopía.

## Triángulos en el cielo

En primaria aprendemos que un triángulo queda totalmente determinado por uno de sus lados y dos de sus ángulos. Y esto sirve, entre otras cosas, para determinar la distancia a un objeto lejano con sólo observarlo desde dos posiciones distintas, lo que se conoce como *triangulación*.

El cerebro humano estima distancias por triangulación. Cuando miras un objeto, cada ojo lo ve desde una perspectiva ligeramente distinta, como demuestra este sencillo experimento: extiende un dedo frente a tus ojos y míralo ora con uno, ora con otro ojo. Verás que el dedo cambia de posición respecto a los objetos del fondo; notarás también que el salto aparente es menor mientras más lejos esté el dedo. El cerebro determina automáticamente qué objetos están más lejos y cuáles más cerca a partir de la diferencia entre las imágenes de los ojos.

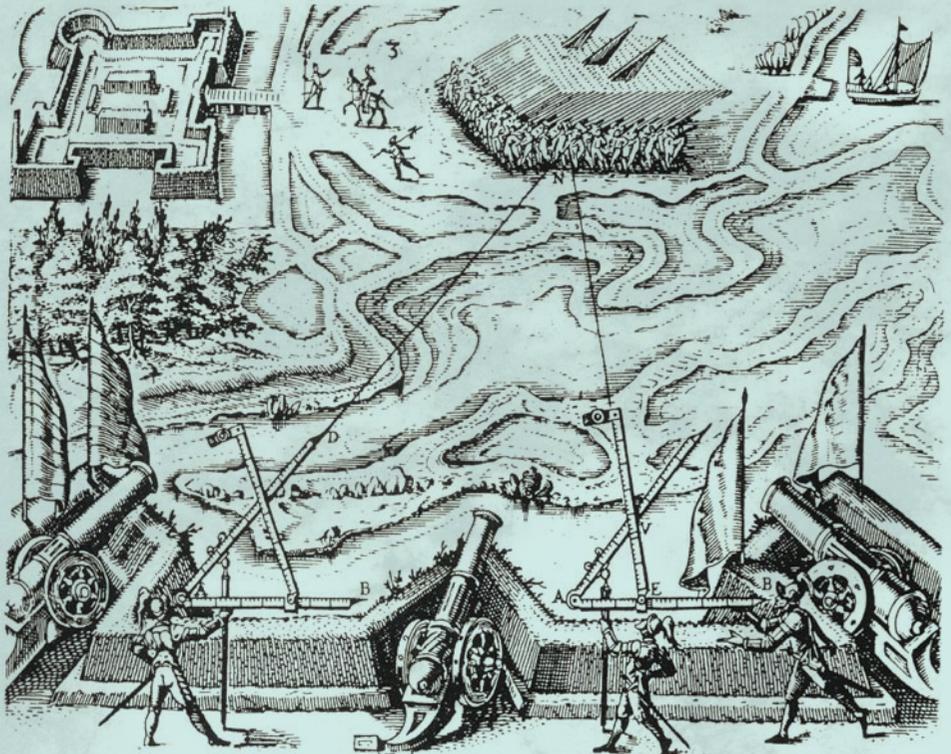
El salto del dedo respecto a su fondo —o de un objeto lejano que observamos desde dos posiciones separadas— se puede cuantificar como un ángulo que se conoce como *paralaje*. La separación entre los dos puestos de observación (llamada *base*) y la paralaje (sí: es femenino) del objeto permite calcular la distancia a la que éste se encuentra usando matemáticas de cuarto de

primaria. Si el objeto cuya distancia quieres determinar está muy lejos, te conviene usar una base lo más grande posible; si no, la paralaje podría ser tan pequeña que no la puedas medir. Para medir la distancia a la Luna podrías hacer observaciones simultáneas desde lados opuestos de la Tierra. La base del triángulo sería entonces el diámetro del planeta (unos 12 800 kilómetros).

Para objetos más lejanos, como las estrellas, el diámetro de la Tierra no basta (véase “Cómo se mide la distancia a las estrellas”, *¿Cómo ves?* No. 99). En ese caso lo que se hace, en esencia, es tomar una de las mediciones y esperar seis meses a que el planeta se encuentre en el lado opuesto de su órbita para tomar la otra y determinar la paralaje. Con esta base de 300 millones de kilómetros, más o menos, hoy en día un satélite especial puede medir la paralaje (y por lo tanto la distancia) de unas 100 000 estrellas —muchas más que en la época de Henrietta Leavitt—, pero aún menos de la millonésima parte de las que contiene la galaxia.

## La llave del Universo

Durante su larga relación con el Observatorio Harvard, Henrietta Leavitt se ausentó muchas veces, unas por motivos de salud, otras por problemas familiares. A veces sus ausencias duraban un par de años. Edward Pickering, director del observatorio, le tenía una paciencia infinita, quizá por saber lo que valía su trabajo. En 1904, luego de una de sus desapariciones, la señorita Leavitt se puso a analizar fotografías de la Pequeña Nube de Magallanes. Entre el confeti estelar detectó varias estrellas que habían subido y bajado de brillo. En el lapso de unos meses, Henrietta Swan Leavitt examinó nuevas placas llegadas de Perú y encontró cientos de estrellas variables en la misma región, así como en la vecina Gran Nube de Magallanes. Con los datos compiló un artículo titulado “1777 variables en las Nubes de Magallanes” que apareció en 1908 en la revista del observatorio. En ese artículo, uno de los poquísimos que escribió, Henrietta Leavitt cuenta cómo preparaba sus placas para determinar la posición y magnitud de las estrellas. Entre tablas rebosantes de cifras y párrafos explicativos, se deja oír su voz, filtrada por el estilo impersonal típico del artículo de investigación científica. Casi de pasada, sin darle mucha importancia al asunto, escribe: “Es de notar que las varia-



La separación entre los dos observadores y los ángulos que miden determinan completamente las dimensiones del triángulo. Los pobres enemigos no tienen escapatoria porque con esta información los artilleros saben exactamente a qué distancia se encuentran.

bles más brillantes tienen periodos más largos”, una frasecita anodina perdida en una montaña de información, pero que contiene la clave para medir el Universo.

Imagínate dos focos que brillan en la oscuridad, uno más tenue que el otro. ¿Cuál está más lejos? No hay manera de saberlo: el foco brillante podría estar más lejos y sin embargo refulgir más en la distancia porque emite mucha más luz que el tenue. Si supiéramos cuánta luz emite cada uno, si conociéramos su *luminosidad intrínseca*, otro gallo cantaría. Una fuente de luz que se aleja se atenúa de una forma precisa con la distancia: al doble de distancia se ve cuatro veces más tenue, al triple, nueve veces, al cuádruple, 16 veces, y así sucesivamente. Si sabemos cuánto brilla una fuente de luz cuando la tenemos cerca, podemos aplicar esta regla (llamada *ley del inverso del cuadrado*) para deducir a qué distancia se encuentra midiendo simplemente su brillo aparente.

El problema es que no sabemos cuánto brilla intrínsecamente una estrella, precisamente porque ignoramos a qué distancia se encuentra. Henrietta Leavitt sólo podía tener la seguridad de que sus estrellas variables estaban todas aproximadamente a la misma distancia, la de la Pequeña Nube

de Magallanes. Por lo tanto, las diferencias de brillo no podían deberse a diferencias de distancia. Esto permitía compararlas. Así fue como la señorita Leavitt notó que las más brillantes palpitan más despacio. Si fuera cierto, podríamos deducir el brillo a partir del ritmo de las pulsaciones estelares, muy fácil de medir desde la Tierra.

Henrietta Leavitt quería refinar sus observaciones, pero nuevamente tuvo que ausentarse por enfermedad. Cuando por fin volvió a Cambridge, preparó una gráfica de 25 variables que mostraba la relación entre brillo y periodo. El resultado se publicó en 1912, en una circular del observatorio, ¡pero con el nombre de Edward Pickering! Con todo, su observación se confirmaba: había una relación antes insospechada entre el ritmo de ciertas estrellas variables (las de Leavitt se llaman *variables cefeidas* por razones históricas) y su luminosidad.

Esto no basta para obtener la anhelada distancia. La relación de Henrietta Leavitt (combinada con la ley del inverso del cuadrado) sólo da distancias relativas (tal estrella está cuatro veces más lejos que tal otra, digamos). Para obtener distancias absolutas había que *calibrar* la relación. Para eso hacía falta encontrar variables cefeidas cuya distancia se pudiera medir por triangu-

lación. A partir de la distancia de una sola se podría deducir la de las demás.

### Se abre el Universo

Mala suerte: no había variables cefeidas lo bastante cercanas. A falta de éstas, la alternativa era triangular con una base más grande. ¿Cómo procurarse una base más grande que el diámetro de la órbita de la Tierra? En el siglo XIX el astrónomo William Herschel observó que las estrellas de la constelación de Hércules se separan con los años como si se alejaran de un punto central, mientras que las de Columba, exactamente del lado contrario del cielo, se juntan, lo que significa que el Sol se aleja de Columba y se acerca a Hércules. En un año este movimiento desplaza a la Tierra una distancia cuatro veces mayor que el diámetro de su órbita. El astrónomo danés Ejnar Hertzsprung le dio uso práctico a este descubrimiento: tomó la primera medición de la posición de varias cefeidas, esperó a que el Sol (y con él la Tierra) se hubiera desplazado lo suficiente, tomó las segundas mediciones y midió las paralajes. Así obtuvo las distancias a estas estrellas, y con ellas una primera calibración de la relación de Leavitt.

Con sus mediciones, el danés calculó que la Pequeña Nube de Magallanes se encuentra a 30 000 años-luz de distancia (aunque en el artículo que publicó decía “3 000”, quizá por error del editor). Hoy

sabemos que la calibración de Hertzsprung no era muy buena, principalmente debido a que los objetos muy lejanos se ven más tenués de lo que deberían porque el polvo interestelar absorbe parte de su luz, efecto que se desconocía en esa época.

Harlow Shapley ya practicaba el periodismo cuando decidió estudiar astronomía por ser ésta la primera disciplina que encontró en el catálogo de una universidad (después de “arqueología”, que descartó por no poderla pronunciar). No le fue nada mal. A los pocos años ya trabajaba en el Observatorio de Monte Wilson, situado cerca de Los Ángeles, y llegaría a ser director del Observatorio Harvard a la muerte de Pickering. Shapley afinó el método de Hertzsprung y mejoró su estimación de la luminosidad intrínseca de las variables cefeidas y otros tipos de estrellas variables que también cumplían una relación periodo-luminosidad. A este astrónomo le debemos una de las aplicaciones más espectaculares de la ley de Henrietta Leavitt.

Con el telescopio de Monte Wilson, a la sazón el más grande del mundo, Shapley midió la posición de muchos cúmulos globulares, conjuntos esféricos de cientos de miles de estrellas que se ven por montones en el cielo. Luego Shapley localizó estrellas variables en los cúmulos y dedujo las distancias a las que se encontraban. Con este paciente trabajo, obtuvo un mapa de

la distribución de los cúmulos globulares y notó con asombro que éstos formaban una superestructura aproximadamente esférica alrededor de la galaxia, cuyo centro se encontraba a unos 30 000 años-luz de nosotros, en la dirección de la constelación de Sagitario. Shapley comprendió que había encontrado el centro de la galaxia... y que el Sol no era de ese barrio.

Tan grande le pareció a Shapley nuestra galaxia, que se convenció de que no podía haber otra en el Universo. Las nebulosas espirales debían de ser, por lo tanto, estrellas en formación cercanas. En 1923 Edwin Hubble, otro astrónomo de Monte Wilson y acérrimo enemigo de Shapley, encontró la prueba de que Shapley estaba errado. “Le interesará saber”, escribió Hubble con falsa cortesía a su rival, “que he encontrado una variable cefeida en la nebulosa de Andrómeda”. Hubble aplicó la relación de Leavitt y la calibración de Shapley para calcular que la nebulosa de Andrómeda se encontraba a 1 000 000 de años-luz de la Tierra, y por lo tanto era una galaxia independiente de la nuestra. Hoy sabemos que la distancia a Andrómeda es de 2 000 000 de años-luz, pero el trabajo de Hubble zanjó el añejo debate de los universos-isla y cambió nuestra imagen del Universo.

En 1929 Hubble volvió a revolucionar la astronomía cuando descubrió que el Universo se expande. También usó la relación de Leavitt, pero ésa es otra historia.

### Henrietta y las nubes

El 6 de noviembre de 1921 Annie Cannon le llevó flores a Henrietta Leavitt, que se estaba muriendo de cáncer en el estómago. Tenía 53 años. El 12 de diciembre Cannon escribió en su diario: “Día lluvioso, noche de diluvio. Henrietta falleció a las 10:30 PM”. Al año siguiente, Cannon visitó la estación de observación de Arequipa. Mirando por el telescopio que había aportado las placas de las Nubes de Magallanes, Annie Cannon se quedó pensativa y luego consignó en su diario un homenaje a su colega: “La Gran Nube de Magallanes muy brillante. Siempre me hace pensar en la pobre Henrietta. ¡Cómo amaba las ‘nubes’!” 🐼

Sergio de Régules es físico, divulgador de la ciencia y coordinador científico de *¿Cómo ves?* Su libro más reciente se titula *¿Qué científica es la ciencia!* (Paidós, 2005).



Leavitt concentró su trabajo en 25 cefeidas de la Pequeña Nube de Magallanes.