

¿Cómo distingues en una foto a una estrella de una luciérnaga?

Julia Tagüeña

Centro de Investigación en Energía,
UNAM

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

Pocas escenas son más inspiradoras y despertan más preguntas científicas que una noche estrellada. ¿Qué son esas cosas brillantes? ¿Qué tan lejos están? ¿Dónde se acaba el universo? Cada civilización humana ha propuesto una explicación. Para nuestros pueblos mesoamericanos los cielos eran capas esféricas superpuestas. En las primeras estaban los astros y arriba las capas donde habitaban los dioses. En el primer cielo estaba la Luna y las nubes, y en el segundo las estrellas que se dividían en dos grandes grupos, las del norte y las del sur. En el tercer cielo se movía el Sol, mientras el cuarto cielo era de Venus. Los cometas estaban en el quinto. En el sexto y el séptimo, la noche y el día. En el octavo, las tempestades. Del noveno al undécimo la morada de los dioses, y en el nivel doce y trece, la fuente de vida [ver referencia 1]. Si bien para la cosmología nahuatl no era importante la distancia exacta a la que se encontraba cada cielo, sí estaba implícita la necesidad de clasificar a las estrellas y los demás cuerpos cósmicos a partir de la distancia.

Cuando la humanidad empieza a tratar de entender y buscar explicaciones a partir de observaciones experimentales, el medir la distancia a la que están los cuerpos celestes fue uno de los mayores problemas en astronomía. ¿Cómo saber si es una luciérnaga o una estrella lo que vemos brillando? Una fotografía del cielo es una imagen bidimensional y no tenemos forma de extraer de ella la tercera dimensión. Claro que para objetos cercanos podemos usar el método de triangulación. Es decir, si observamos a un objeto desde dos lugares distantes, formamos un triángulo del que conocemos la base y dos ángulos, lo que nos permite calcular el otro lado. Ese es el método que usan nuestros ojos. Cuando ves un objeto con un ojo y



Figura 1. La astrónoma Henrietta Leavitt (1868-1921).

después con el otro, el objeto se mueve de lugar. El cambio en el ángulo se llama paralaje, y de la distancia entre los ojos, nuestro cerebro decide qué tan cerca o lejos está el objeto. Podemos medir desde dos lugares opuestos en la Tierra y la base será el diámetro del planeta. La distancia mayor que se puede conseguir entre los "ojos" es el diámetro de la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Eso permite medir hasta unos 100 años luz (un año luz es la distancia que recorre la luz en un año, aproximadamente 10^{15} metros). Esa distancia sólo cubre unas 700 estrellas de las millones de millones que existen.

Otra manera de medir la distancia es conocer la luminosidad de una estrella. Por ejemplo, si colocamos un foco de 100 watts en diferentes posiciones, podríamos deducir el valor de la distancia a partir de su luminosidad, pues ésta disminuye con el inverso del cuadrado de la distancia.

En 1912 una astrónoma norteamericana con mala salud y una sordera progresiva, Henrietta Leavitt (figura 1), quien trabajaba en el observatorio de Harvard, descubrió un método para medir distancias porque encontró una ley para medir luminosidades

intrínsecas de las estrellas llamadas Cefeidas, mismas que se volvieron los focos marcadores. Con su descubrimiento otros astrónomos midieron el tamaño de nuestra galaxia, la Vía Láctea, así como la posición de la Tierra dentro de ella y, además, determinaron que el universo se está expandiendo.

Henrietta Leavitt [ver referencia 2] es poco conocida, de hecho son mucho más conocidos los astrónomos que usaron su trabajo. No tuvo premios, ni medallas, ni reconocimientos. Venía de una familia puritana y se tomaba muy en serio valores como la responsabilidad, la justicia y la lealtad. Estudió en una de las primeras universidades que aceptaron mujeres, la que después se convertiría en el *Radcliffe College*, y para sus cursos de astronomía asistía al observatorio de Harvard. Después de recibirse, pasó dos años enferma y entró

en 1895 como voluntaria al observatorio dirigido por Edward Pickering, donde colaboró con *las calculadoras* o el llamado harén de Pickering. Las calculadoras no eran máquinas, sino mujeres (figura 2) que realizaban el trabajo que hoy hacen las computadoras: analizaban las posiciones y la luminosidad de cientos de estrellas, que eran puntos negros en negativos provenientes del telescopio de Harvard y de otro colocado en Perú. En 1900, a los 34 años, obtuvo un trabajo permanente en el observatorio donde cobraba 30 centavos la hora, que equivalen aproximadamente a unos 8 dólares la hora en esta época.

Leavitt refleja en gran medida la historia de las mujeres en la ciencia. Sólo al final del siglo XIX algunas universidades permitieron el ingreso de mujeres. La primera científica en Estados Unidos fue María Mitchell (1816-1888), una astrónoma educada por su padre, y que descubrió un cometa en 1847. La astronomía brindaba más oportunidades a las mujeres porque comúnmente se les ofrecía el trabajo rutinario de la interpretación de fotos. Además, les era posible realizar trabajo como aficionadas fuera de las universidades. Entre 1875 y 1920 unas 160 mujeres fueron contratadas en observatorios en Estados Unidos.

Las calculadoras medían las posiciones de las estrellas en unas 300,000 fotografías para tratar de entender lo que estaban observando. En el observatorio había dos oficinas para ellas en donde trabajaban 8 mujeres por cuarto durante 7 horas al día, 5 días a la semana. En 1907 empezó en Harvard el gran proyecto de fotografiar el cielo. Se le encargó a Leavitt determinar la luminosidad de un grupo de estrellas localizadas hacia

el norte. El proceso es como sigue: se empieza con una estrella a la que se le asigna un número arbitrario, sabiendo la apertura y el tiempo de exposición de la cámara. Así, a una estrella captada reduciendo la apertura para que llegue la mitad del brillo, se le asigna la mitad del número original. A Henrietta se le dieron 277 fotos de diferentes telescopios, aperturas y tiempos de exposición. Logró clasificarlas, aunque había un factor de 6 millones entre la más brillante y la más tenue. Además, no se sabía la distancia a la que se encontraban, excepto las más cercanas.

Al mismo tiempo empezó a estudiar las estrellas variables, que son estrellas cuya luminosidad varía en una forma regular. Se conocen hace cientos de años y se creía que eran estrellas binarias: dos estrellas que orbitan una alrededor de la otra, y periódicamente se eclipsan reduciendo la luz que llega a la Tierra. En 1914, con base en un artículo de Leavitt publicado en 1912, se llegó a la conclusión que las variaciones en luz no se debían a eclipses externos, sino a procesos internos. Las inestabilidades en estas estrellas particulares las hacen contraerse y expandirse rítmicamente en periodos de días o semanas, a diferencia de otras estrellas que se llevan miles de millones de años.

Para determinar si una estrella era variable, Leavitt usó el método positivo/negativo. La idea es tomar fotos en positivo y negativo de una misma región a diferentes tiempos. Una estrella variable muestra un halo blanco cuando se coloca una encima de la otra en una alineación precisa. Una vez que se localiza una estrella variable se toman muchas más fotografías hasta que se tiene el ciclo completo graficando en el eje vertical el bri-



Figura 2. Las calculadoras del observatorio de Harvard a principios del siglo XX.



¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS:
edacmor@ibt.unam.mx

llo y en el horizontal el tiempo medido en días. El tiempo para hacer un ciclo completo es el periodo. Leavitt identificó 2,400 estrellas variables, entre ellas se fijó en un tipo especial, las llamadas *Cefeidas*. Las Cefeidas se descubrieron en 1784, son estrellas supergigantes amarillas con periodos de entre 3 y 50 días. Estudió un grupo de 24 Cefeidas en una nebulosa llamada *La pequeña nube de Magallanes*, las cuales se encuentran amontonadas y se puede suponer que están aproximadamente a la misma distancia de la Tierra. Las fotografías de La Pequeña Nube de Magallanes se tomaron en Harvard y en Arequipa, Perú. Algunas fotos requirieron de horas de exposición. Leavitt encontró la relación entre el periodo y el brillo: a mayor periodo, la estrella es más luminosa. Como todas están a la misma distancia de la Tierra, entonces sí se puede afirmar cuál es la más luminosa. De esta forma, en-

contró marcadores en el cielo que son fáciles de definir, cuentan con una luminosidad intrínseca y existen muchos por el universo. Las Cefeidas cumplen precisamente con estas características. El artículo que reportaba estos hallazgos, principalmente el que a cada periodo le corresponde una luminosidad, fue publicado por el observatorio de Harvard y firmado únicamente por Pickering [ver referencia 3]. Aunque no afirma explícitamente que este descubrimiento puede llevar a medir distancias astronómicas, sí llega a insinuarse.

Como Leavitt no conocía la distancia a La Pequeña Nube de Magallanes, sólo sabía la luminosidad relativa, pero no la absoluta. En 1913, un astrónomo danés, Ejnar Hertzsprung, encontró una Cefeida mucho más cercana a la Tierra, en la que sí se podía medir su distancia por paralaje. Así, pudo asignar una luminosidad in-

trínseca a un periodo y el sistema quedó calibrado. La ley del periodo vs. la luminosidad ya podía graficarse. Al encontrar una Cefeida en un grupo de estrellas a la distancia que se quiera determinar, hay que medir su periodo y su luminosidad aparente, y de la ley de Leavitt se obtiene la luminosidad intrínseca, y de estos datos, la distancia a la que se encuentra.

Harlow Shapley, quien sustituyó a Pickering en Harvard, se dio cuenta de la importancia de esta ley y con ella midió el tamaño de la Vía Láctea que es de 300,000 años luz, y que estamos a dos terceras partes de su centro.

En 1924 Edwin Hubble encontró Cefeidas en la galaxia Andrómeda y descubrió que está localizada a 900,000 años luz fuera de la Vía Láctea, siendo la galaxia más cercana a la nuestra. Las galaxias son la unidad de materia de nuestro

universo. En 1929 Hubble volvió a usar la ley de Leavitt para medir la distancia a grupos de galaxias y concluyó, mediante algunas otras técnicas, que el universo se está expandiendo [3]. Actualmente los telescopios espaciales son capaces de detectar estrellas Cefeidas a distancias de 20 millones de años luz.

El año 2011 fue decretado por las Naciones Unidas el Año Internacional de la Química. Es menos conocido que el mismo organismo también designó al año 2011 como Año Internacional de las Mujeres Científicas. El lema es el mismo: se cumplen 100 años del premio Nobel de química otorgado a María Curie, primera mujer en recibirlo. Henrietta Leavitt murió a los 53 años de cáncer, dejando muy pocas posesiones. En 1925, tres años después de muerta, la Real Academia Sueca la buscó para nominarla para el premio Nobel. Si bien ella nunca

recibió ese honor, el premio Nobel de física se otorgó este año a tres astrónomos estadounidenses, Saúl Perlmutter, Brian P. Schmidt y Adam G. Riess, por haber descubierto la expansión acelerada del universo con un método que incluye un razonamiento muy semejante al de Leavitt. Ellos en lugar de Cefeidas usaron supernovas (explosiones estelares) como marcadores. Qué mayor reconocimiento que tus ideas perduren y sean aprovechadas por otros.

Bibliografía

- 1.- La filosofía nahuatl estudiada en sus fuentes, Miguel León-Portilla, México, Universidad Nacional Autónoma de México, novena edición 2001.
- 2.- Henrietta Leavitt, Tenaz medidora del Universo, Sergio de Régules, ¿Cómo ves? Año 10, no 111, 26 (2008)
- 3.- The discoveries, Allan Lightman, Pantheon Books, New York (2005)

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx



GOBIERNO DEL ESTADO DE
MORELOS

Morelos, tierra de libertad y trabajo ★

feria del barro

TLAYACAPAN 2011

del 29 de
octubre
al 5 de
noviembre



LILA DOWNS
en Concierto

GRUPOS DE
Ballet Folklórico y Teatro

MUESTRA DE CINE
y Video

ENCUENTRO NACIONAL
de Bandas







www.morelostravel.com
www.tlayacapan.gob.mx