

## Estrellas negras, noches blancas

Trabajamos del alba al ocaso,  
computar es nuestra labor,  
somos leales y educadas,  
y nuestro registro es un primor.

– De *El delantal del observatorio*

Sólo con gran dificultad es posible imaginar lo que era ser una calculista o «computadora» en el Observatorio de Harvard, no una máquina sin alma hecha de cables y silicio, sino una joven mujer viva. Su nombre era Henrietta Swan Leavitt y su trabajo era contar estrellas.

Hoy en día este tipo de trabajo lo hace una máquina. Matrices de sensores electrónicos capturan imágenes del cielo, largas cadenas de dígitos que los ordenadores analizan. A finales de la década de 1880, cuando Harvard se embarcó en un proyecto maratoniano para catalogar la posición, el brillo y el color de todas las estrellas del cielo, lo más cercano a un moderno ordenador digital eran las pesadas calculadoras mecánicas como el «comptómetro» de Felt & Tarrant o el Arithometer de Burroughs, con sus filas de botones, duras manivelas y campanas. Y también estaba el cerebro humano. Almas diligentes como Miss Leavitt –de hecho en inglés se las llamaba *computers*– cobraban 25 céntimos la hora (10 céntimos más



La Colina del Observatorio, 1851  
(Observatorio de Harvard).

que un trabajador en los campos de algodón) por examinar nubes de diminutos puntos, fotografías del cielo nocturno. Medían y calculaban, registrando sus observaciones en un libro mayor.

Imagine un cielo con los colores invertidos, frías estrellas negras espolvoreadas sobre un firmamento blanco. Estos negativos fotográficos se obtenían cuando se apuntaba un telescopio al cielo, enfocando la luz sobre una gran placa de cristal cubierta por un lado con una emulsión sensible a la luz, un antecesor de la película fotográfica. En la actualidad, medio millón de estas frágiles placas se guardan en un edificio de ladrillo adyacente a aquel en el que trabajaban Miss Leavitt y las demás calculistas. Ante el temor de que un terremoto hiciera añicos esta base de datos de cristal —el equivalente astronómico del incendio de la biblioteca de Alejandría—, Harvard construyó el repositorio como dos estructuras, una dentro de la otra. Una matriz interna de barras y suelo de acero descansa sobre un sistema de muelles de ballesta, como los de los vago-

nes de tren o los coches antiguos, que la aísla físicamente del exterior del edificio.

El resultado es un valioso archivo del aspecto del cielo en diferentes noches desde que se iniciaron los primeros reconocimientos en la década de 1880. Entre los artículos más preciados de la colección se encuentran imágenes de las Nubes de Magallanes. Ahora las conocemos como galaxias vecinas, compañeras de nuestra Vía Láctea. En aquellos tiempos nadie estaba del todo seguro de qué eran. Inclineda sobre las placas en una habitación del observatorio, Miss Leavitt encontró el patrón que con el tiempo condujo hacia la respuesta. Descubrió una manera de medir más allá de la galaxia y de comenzar a cartografiar el universo.

En la actualidad casi cualquier persona con conocimientos científicos sabe, o cree saber, que nuestro planeta gira alrededor de una estrella común perdida entre galaxias de galaxias que se extienden por miles de millones de años luz en todas direcciones. Aún se puede recordar a Carl Sagan entonando estas palabras en televisión. Hemos aprendido a deleitarnos con nuestra insignificancia. En lo que concierne a la mayoría de los astrónomos, ya sólo se discuten pequeños detalles: ¿Tiene el universo 13.900 millones de años luz de radio o tan sólo 13.800? Emanan tanta confianza de estas conversaciones que un espectador puede olvidarse de considerar la cuestión más básica: ¿Cómo se puede saber con tanta seguridad?

Supongamos que dos estrellas de igual luminosidad brillan una junto a la otra contra el oscuro fondo celeste. Sin saber nada más sobre ellas, se podría concluir que están a la misma distancia. Pero eso sólo sería cierto si las estrellas estuvieran emitiendo, desde sus hornos nucleares, la misma cantidad de luz. Es más probable que una estrella sea más luminosa que la otra y se encuentre a más distancia. ¿Cuánto más luminosa y a cuánta más distancia? A menos que se inventara el viaje espacial interestelar, no parecía haber manera de saberlo.

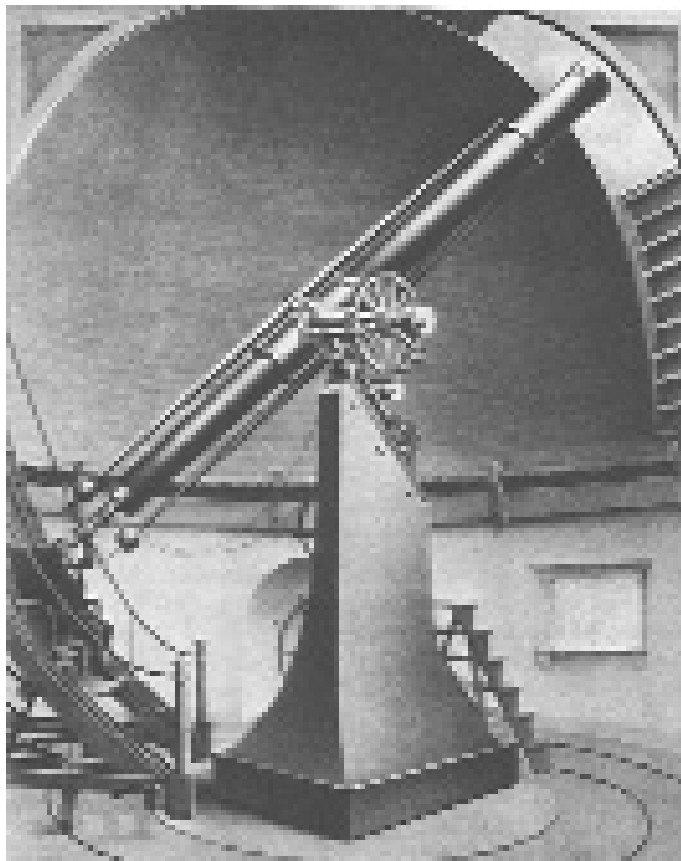
La misma incertidumbre era válida para las débiles neblinas llamadas nebulosas, nubes de luz. ¿Eran multitud de galaxias, «universos isla» encogidos por su enorme lejanía? ¿O eran pequeñas nubes de gas en la Vía Láctea? Al no tener un método para medir las distancias en el universo, la cuestión era casi teológica. ¿Cuántos

ángeles pueden bailar sobre una cabeza de alfiler? ¿A qué distancia están las estrellas del cielo?

En la actualidad, un visitante de la Colina del Observatorio, una suave cuesta en la calle Garden, a quince minutos a pie hacia el noroeste de la Plaza de Harvard, es incapaz de encontrar ningún signo de que alguna cosa cósmica pudo haber ocurrido en este lugar. Empequeñecido por los enormes observatorios de altura en Palomar, Wilson, Cerro Tololo y Mauna Kea y cegado por la luz de la iluminación de Boston, el telescopio de Harvard, llamado el Gran Refractor, está ahora jubilado. Pero cuando vio su primera luz en 1847 era el más potente del mundo.

Había llegado, comentaban algunos, sobre la cola de un cometa: el Cometa de Marzo de 1843, que era tan brillante que era visible a plena luz del día, una señal para algunos de que el día del Juicio Final se acercaba. (Un grupo llamado los Millaritas había usado pasajes de la Biblia para predecir que Jesús realizaría su Segunda Aparición entre el 21 de marzo de 1843 y el 21 de marzo de 1844. El cometa llegó justo a tiempo.) Aquellos con una inclinación más científica sintieron una sensación de asombro más profunda. ¿De dónde venía el cometa y cuándo regresaría? Podían buscar las respuestas en los observatorios de las universidades de Cincinnati, Yale o Williams. Pero Harvard no tenía un telescopio suficientemente potente como para estudiar el fenómeno. Incluso el Instituto de Filadelfia estaba mejor equipado.

Era una vergüenza que los ciudadanos de Boston deseaban corregir. Harvard había comprado doce acres de terreno, llamados la Colina de la Casa de Verano, con vistas a la construcción de un gran telescopio, pero se había progresado muy poco. Ahora el proyecto renacía con más fuerza que nunca. Ciudadanos pudientes contribuyeron con «suscripciones», algunas por valor de 25.000 dólares, para construir el mejor observatorio del mundo. Para garantizar una plataforma lo más estable posible, el edificio se construyó alrededor de un pilar sólido anclado a casi ocho metros de profundidad y sobresaliendo del lecho de roca hasta el suelo del observatorio. Dentro de una cúpula de nueve metros se colocó el Gran



El Gran Refractor (Observatorio de Harvard).

Refractor. El tubo chapado en caoba se equipó con una lente de 38 centímetros de diámetro que había sido fabricada por los maestros artesanos Merz y Mahler de Munich, a quienes se les encargó que la hicieran por lo menos tan potente como la que los rusos habían comprado para el Observatorio Imperial. La carrera espacial había comenzado.

El primer astrónomo que observó a través del instrumento se quedó mudo: «Es fantástico –escribió– ver las estrellas que han esta-

do escondidas en una luz misteriosa al ojo humano desde los tiempos de la creación. Hay grandeza, una sublimidad casi sobrecogedora que ningún idioma es capaz de expresar plenamente».

Con este nuevo instrumento, los astrónomos rápidamente descubrieron el anillo interior de Saturno y, equipando el telescopio con una placa fotográfica, tomaron la primera imagen de una estrella.

## 2

En una noche despejada en lo alto de una montaña, donde el aire es frío y seco, las estrellas más luminosas brillan unas doscientas cincuenta veces más intensamente que las más débiles, aquellas que apenas se pueden distinguir a simple vista. Los antiguos griegos dividieron esta multitud estelar en seis categorías. Dijeron que las luces más brillantes eran de primera magnitud y las más débiles de sexta.

Esta medida aproximada ha sido refinada a lo largo de los siglos de manera que ahora cada escalón supone un aumento en intensidad de dos veces y media. El valor real se sitúa cerca de 2,512, haciendo que una estrella de sexta magnitud sea por tanto  $2,512 \times 2,512 \times 2,512 \times 2,512 \times 2,512$  o 100 veces más débil que una estrella de primera magnitud. Una estrella de sexta magnitud es unas 250 veces más débil que dicha estrella, y una de séptima magnitud unas 600 veces más débil. (En el impreciso sistema original, todas las estrellas más brillantes habían sido catalogadas como de primera magnitud. Midiéndolas de manera más exacta, algunas de ellas han acabado con magnitudes menores que uno, y las más brillantes con magnitudes negativas. La cegadora Sirio está alrededor de  $-1,4$ .)

Siglos atrás, con su simple anteojo, Galileo había amplificado su visión lo suficiente como para ver estrellas de octava magnitud. El Gran Refractor extendía el alcance hasta la decimocuarta magnitud, obteniendo imágenes de objetos 400.000 veces más débiles que los visibles desde la Tierra a simple vista.

Con la habilidad de ver más lejos que nunca, Harvard se embarcó, a finales de la década de 1870, en el tipo de búsqueda exhausti-

va que se convertiría en su sello propio, catalogar con precisión el brillo de todas las estrellas del cielo. El observatorio estaba dirigido por un joven físico llamado Edward Charles Pickering, quien había llegado al rango de catedrático en el Massachusetts Institute of Technology al establecer el primer plan de estudios del país en el que los estudiantes podían enfrentarse a las ideas de la física cara a cara, en experimentos de laboratorio, hurgando la naturaleza y anotando cuidadosamente los resultados. Tuvo un contacto temprano con la astronomía cuando participó en dos expediciones gubernamentales para observar eclipses totales de sol. Cuando le contrataron en 1876 para encargarse del observatorio, tenía treinta años. Hasta entonces la astronomía se había concentrado en obtener dos características de cada estrella: su posición y su movimiento propio a través del espacio. A Pickering le sorprendió la poca cantidad de información fiable que se había recogido sobre dos aspectos igualmente importantes: la luminosidad exacta de la estrella, una pista de su distancia, y su color, una pista de los elementos que la forman. Pickering era un empedernido medidor. Se dedicaba a caminar por las White Mountains de New Hampshire midiendo el terreno con un instrumento que él mismo había construido. Su misión, decidió, y la de aquel observatorio, sería recoger montañas de datos, sobre los cuales los demás pudieran teorizar.

Lo que buscaba era astronomía a la antigua usanza. Sin big bangs, ni agujeros negros, ni materia oscura: aquello era mucho antes de todo esto. El espacio todavía era plano y tan sólo tenía tres dimensiones. Entender el universo significaba cartografiar pequeños puntos de luz mientras se movían por el cielo.

Comenzó con la luminosidad estelar. En el pasado, los astrónomos habían hecho algunos progresos en este campo con un instrumento alemán, el astrofotómetro Zöllner, que comparaba la luz de la estrella con la de una lámpara de queroseno. Enfocado a través de un minúsculo agujero y reflejado por un espejo dentro del campo visual del telescopio, el punto de luz de la lámpara parecía un sol diminuto flotando junto a la estrella. El observador ajustaba el instrumento, reduciendo la luminosidad de la lámpara hasta que, a su juicio, era igual que la de la estrella. Entonces se apuntaba su magnitud.

(Algunas de estas exigentes medidas las llevó a cabo un empleado del observatorio llamado Charles Sanders Peirce, conocido como uno de los más brillantes y excéntricos filósofos de todos los tiempos.)

Pickering estaba convencido de que un estudio definitivo debería basarse en un estándar más universal que la luz de una lámpara. Ideó un instrumento con una disposición tal de lentes y espejos que permitiría comparar en el mismo campo visual cualquier estrella del cielo con la Estrella Polar, que estaba catalogada, de una manera un tanto arbitraria, en la magnitud 2.1. En cuanto los astrónomos aprendieran a usar este aparato, podrían medir hasta una estrella por minuto. Con el tiempo Harvard midió y catalogó cuarenta y cinco mil estrellas.

Eso era apenas el principio. En los espacios entre las estrellas había sin lugar a dudas muchas más, tan débiles que no se registraban en la retina del ojo, incluso utilizando lentes tan potentes como el Gran Refractor. Para ver más lejos, era necesario captar la luz de estas débiles fuentes en una fotografía de larga exposición, utilizando una placa fotográfica acoplada al telescopio. Montado sobre una plataforma giratoria e impulsado por un sistema de engranajes mecánicos, el telescopio seguiría la estrella durante su movimiento por el cielo, acumulando su luz fotón a fotón, obteniendo su imagen químicamente.

El avance astronómico que esto supuso fue espectacular. Desde la Tierra las Pléyades se ven como una sutil nebulosa que envuelve siete puntos de luz, las «Siete Hermanas» de la mitología griega, perseguidas por Orión. Galileo ya había visto a través de su telescopio que las hermanas tenían docenas de acompañantes. Una exposición de tres horas, hecha desde París, reveló que la constelación comprende más de 1.400 estrellas.

Se podían descubrir todavía más estrellas si se colocaba el telescopio y la cámara muy por encima del nivel del mar, ahorrándose kilómetros de distorsión atmosférica. Después de algunos intentos fallidos de establecer observatorios en el Pikes Peak de las Rocosas de Colorado y en el Monte Wilson en el sur de California, Pickering decidió probar las alturas de Perú. Envío una expedición liderada por un fiable colega, Solon I. Bailey, quien estable-



ció una estación temporal sobre un pico que se decidió que se llamaría Monte Harvard. Bailey no había tenido en cuenta la duración de la estación de lluvias y las nubes le forzaron a buscar un lugar más despejado, estableciéndose finalmente en la remota ciudad de Arequipa. Esta vez el sitio parecía perfecto. Pickering lo organizó todo para que se enviara una estación de observación pieza por pieza, desde Boston y alrededor de la punta de Sudamérica. Entre el cargamento se encontraban las partes del telescopio Bruce de 24 pulgadas (llamado así por la heredera que pagó su construcción, Catherine Wolfe Bruce).

A pesar de todas las esperanzas de Pickering, el proyecto comenzó con mal pie. Puso a cargo de Arequipa a su hermano William, tan testarudo y arrogante como Edward era modesto y reservado, quien desbarató el proyecto y escandalizó a la comunidad astronómica internacional al enviar informes absurdos a la gran publicación académica *New York Herald*. Ignorando su encargo de estudiar las estrellas, apuntó el telescopio hacia Marte, describiendo de manera entusiasta enormes cordilleras que se levantaban entre ríos gigantes y lagos que abarcaban centenares de kilómetros cuadrados; una geografía que permaneció invisible a todos los ojos excepto a los suyos.

Mientras Pickering se ocupaba del control de daños en casa, envió a Bailey de nuevo a Perú para que se ocupara del observatorio. Pronto, la estación de Arequipa comenzó a enviar caja tras caja de placas fotográficas hacia Cambridge, las primeras piezas de lo que acabaría siendo un mosaico del cielo austral.

Los astrónomos pronto se vieron superados por la cantidad de información que debían digerir. Se enfrentaban a una cantidad ingente de mediciones, un mal cada vez más común en la ciencia actual, una avalancha de datos esperando ser procesados. Fue entonces cuando aparecieron los calculistas.

### 3

«Un gran observatorio debería estar tan cuidadosamente organizado y administrado como una empresa de ferrocarriles», obser-

vaba Pickering. «Cada gasto debería ser controlado, cada verdadera mejora aplicada, los consejos de los expertos bienvenidos, y si se considera oportuno, puestos en práctica, y no escatimar medios a la hora de obtener el mejor rendimiento de cada dólar gastado. Se puede lograr un ahorro importante contratando mano de obra no cualificada y por tanto barata, por supuesto bajo un control exhaustivo.»

Es difícil imaginarse lo complicado que sería hoy en día encontrar gente que llevara a cabo un trabajo tan preciso por sólo 25 céntimos la hora, lo que resultaba ser el sueldo mínimo. En la actualidad seguramente se deslocalizaría el trabajo y se enviaría a talleres de contar estrellas en Asia. Pero para los estándares de finales del siglo XIX, computar no era tan mal trabajo. Siete horas al día, seis días a la semana, se cobraban 10,50 dólares a la semana e incluía un mes de vacaciones. No había muchos hombres interesados en un trabajo tan tedioso, así que la mayoría de contratados eran mujeres. (La tradición tardaría mucho en desaparecer. Tan recientemente como en los años sesenta, el Laboratorio Nacional de Brookhaven contrataba a amas de casa de Long Island para que analizaran las enredadas imágenes de partículas subatómicas, en pos de formas que pudieran llevarnos hacia una nueva física.)

Al darse cuenta de que su sirvienta, Williamina Paton Fleming, estaba sobrecualificada para barrer suelos, Pickering la contrató como una de las primeras calculistas. (Abandonada por su marido después de emigrar de Escocia, le estaba tan agradecido que llamó a su hijo, nacido aquel año, Edward Pickering Fleming.) Con el tiempo se convirtió en la responsable de la colección de placas fotográficas, doblando su salario, y era la encargada de clasificar las estrellas según su espectro, es decir, de los colores que mostraban al refractar su luz a través de un prisma. Éste era otro de los ambiciosos proyectos del laboratorio, que dio lugar a un monumental trabajo llamado el Catálogo Henry Draper, nombrado así por un pudiente astrónomo aficionado que tomó la primera fotografía de una nebulosa. La viuda de Draper financiaba el compendio, que daba trabajo a dos calculistas más, Annie Jump Cannon y Antonia Caetana Maury.



Edward Pickering (colección de retratos de la Universidad de Harvard).

El trabajo de estas mujeres se parecía más al de una bibliotecaria que al de una científica. Pickering intentaba que fuera razonablemente estimulante y trataba a sus calculistas con respeto. Pero estaba empeñado en que el observatorio aprovechara al máximo su dinero.

«Parece que cree que ningún trabajo es demasiado largo o demasiado difícil para mí, sin importarle la responsabilidad o las horas que me pueda pasar», se quejaba Mrs. Fleming en su diario. «Pero en cuanto saco el tema del salario se me dice que recibo un salario excelente teniendo en cuenta los salarios que cobran las mujeres.»

Si tan sólo diera un paso para darse cuenta de hasta qué punto está equivocado, conocería un par de hechos que le abrirían los ojos y le harían pensar. A veces me siento tentada de rendirme y



*El delantal del observatorio (Observatorio de Harvard).*

dejar que pruebe a otra persona, o a alguno de los hombres, para hacer mi trabajo, para que vea lo que recibe de mí a cambio de 1.500 dólares al año, comparado con los 2.500 de algunos de sus ayudantes.

¿Piensa alguna vez que yo también tengo una familia de la que cuidar, como los hombres? Pero supongo que una mujer no puede pedir tales comodidades. ¡Y ésta se considera la era de la ilustración!... Me siento al borde de un ataque.

Cuando le pidió un aumento, Pickering aceptó transmitir la petición al presidente de la universidad. El dinero siempre iba justo. Esto era antes de la era de la gran ciencia financiada con dinero público, y los observatorios dependían de la caridad de ricos benefactores, y de gente con una dedicación monástica al oficio. Pickering trabajaba tan duro como cualquiera de ellas, administrando de día y observando las estrellas de noche. Cuando el cielo estaba nublado solía hacer cálculos hasta bien entrada la noche, a veces mientras un ayudante le leía algo (Shakespeare era uno de sus favoritos). Considerando las horas que trabajaba, su salario anual de

3.400 dólares resultaba ser menos de dos dólares la hora. (Él y su familia se alojaban en la poco lujosa residencia del director, en la Colina del Observatorio.) Nadie estaba en esto por el dinero.

«Un astrónomo es un alma en pena», comienza un estribillo en *El delantal del observatorio*, una parodia de la opereta cómica de Gilbert y Sullivan *El delantal del H.M.S.* escrita por uno de los ayudantes de Pickering.

*Debe abrir la cúpula y girar la rueda,  
y mirar las estrellas tenazmente,  
debe estar fuera durante las frías noches,  
y nunca esperar un salario decente.*

La mayoría del tiempo parecía que las calculistas disfrutaban con su trabajo, a pesar del bajo sueldo y las condiciones de trabajo propias de una novela de Dickens. En *El delantal del observatorio* una de ellas, Josephine, canta sobre su afanoso trabajo en el «lugar frío e inhóspito, angosto y apestando a aceite», probablemente de la estufa que había reemplazado recientemente los hogares de leña para evitar el intenso frío de Nueva Inglaterra. En otro momento de la historia, todo el coro de calculistas canta al unísono:

*Trabajamos del alba al ocaso,  
computar es nuestra labor,  
somos leales y educadas,  
y nuestro registro es un primor.*

Dan ganas de imaginar a Henrietta Swan Leavitt cantando esta canción. Pero no pudo ser. A pesar de haber sido escrito en 1879, el musical no se llegó a representar hasta la Nochevieja de 1929. Por entonces ya había muerto.

