

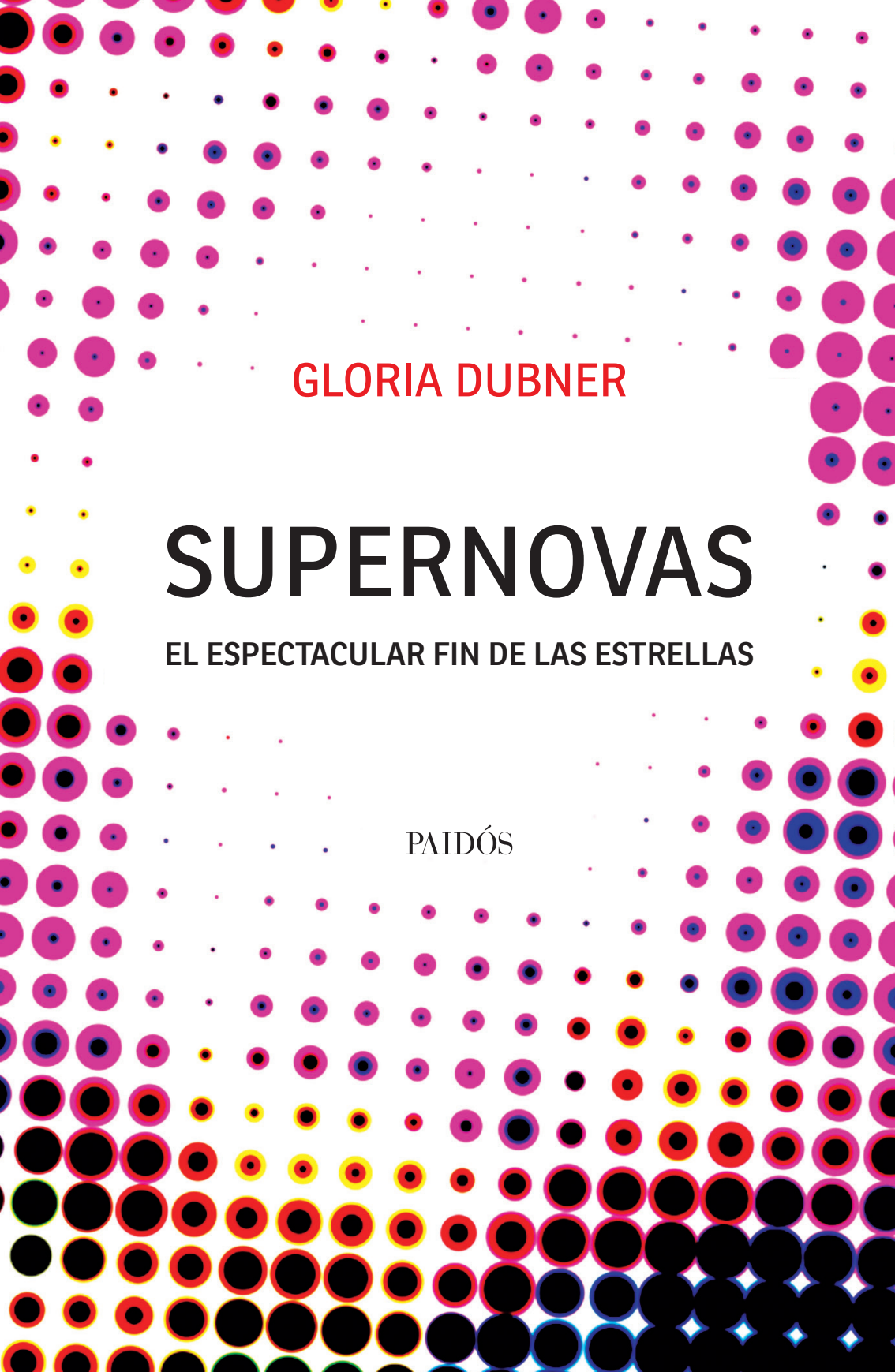


GLORIA DUBNER

SUPER NOVAS

EL ESPECTACULAR FIN
DE LAS ESTRELLAS

PAIDÓS

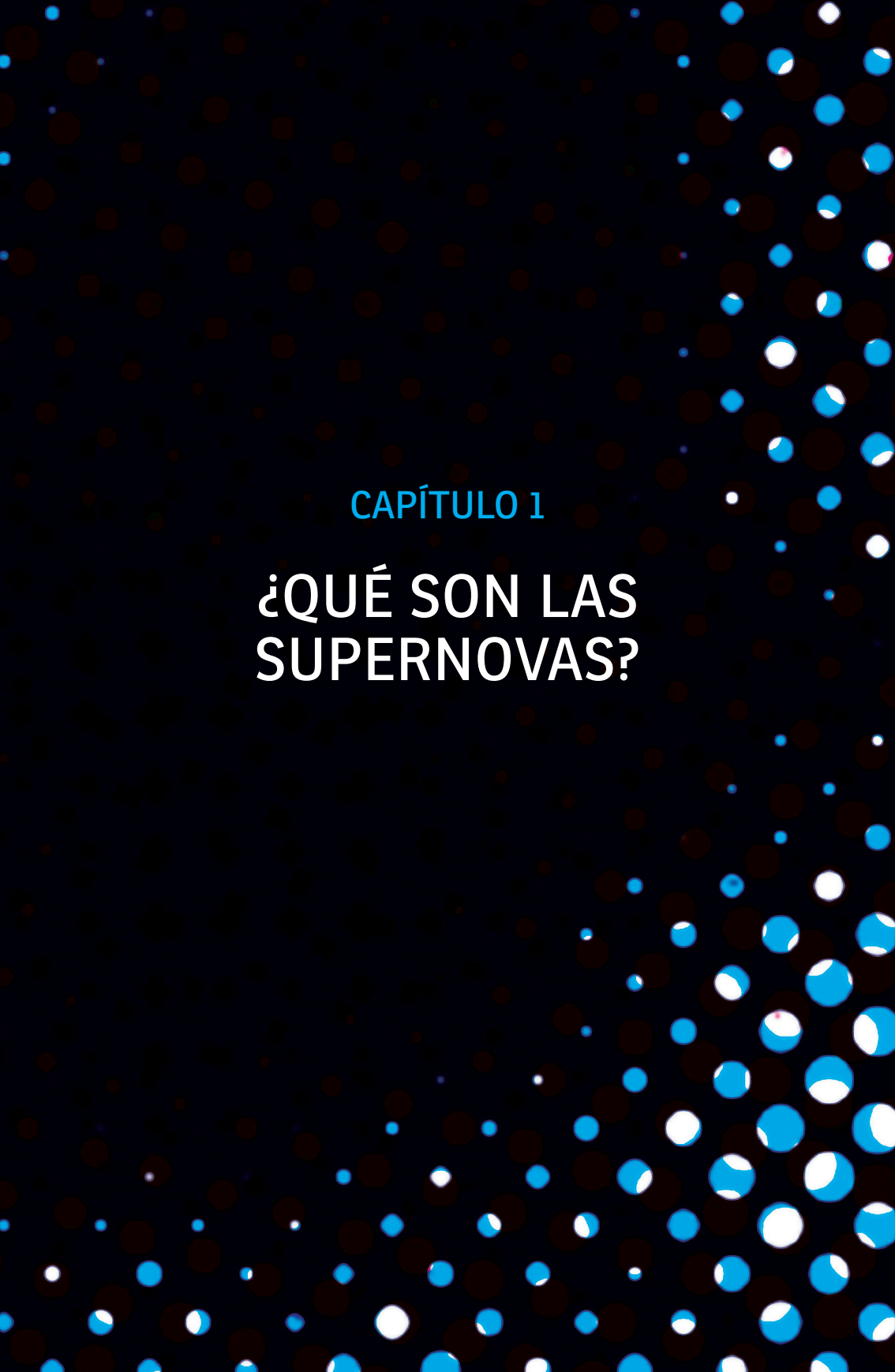
The background of the book cover is a white field filled with a dense pattern of small dots and larger circles. The colors of these shapes include magenta, pink, yellow, red, and black. Some circles have concentric rings of different colors, creating a complex, textured effect. The pattern is more concentrated along the edges and fades slightly towards the center where the text is located.

GLORIA DUBNER

SUPERNOVAS

EL ESPECTACULAR FIN DE LAS ESTRELLAS

PAIDÓS

The background of the entire page is a dark blue field filled with numerous small, semi-transparent blue and white dots of varying sizes, creating a starry or particle-like effect. The dots are more densely packed on the right side of the image.

CAPÍTULO 1

¿QUÉ SON LAS SUPERNOVAS?

El universo está en transformación permanente. Las estrellas nacen, brillan y, a la larga, se apagan. Algunas de ellas terminan sus vidas en forma catastrófica y bella: las *Supernovas* o SN, como se las nombra en forma abreviada.

Estrictamente hablando, una supernova es un evento: una explosión descomunal que en cuestión de segundos pone fin a una estrella que brilló en el cielo durante cientos de miles o hasta millones de años. Para los astrónomos, ese evento se convierte en un objeto de estudio desde el momento de la explosión y durante las semanas o meses que la luz del estallido sigue siendo visible para un telescopio. Pero la acción que tiene sobre el espacio circundante ese evento descomunal (desmesurado y gigantesco aun para las medidas astronómicas) persiste en el tiempo y transforma el evento en un objeto celeste de larga duración. Se crean hermosas nebulosas, algunos de los objetos más llamativos del cielo, que se mantienen miles de años brillando con todas las luces posibles, tanto las visibles para el ojo humano como las no visibles (como las ondas de radio, los rayos infrarrojos, los ultravioleta, los rayos X o los rayos gamma), y tienen consecuencias extraordinarias sobre todo el material que hay a su alrededor. A esos objetos que sobreviven a la explosión de una estrella se los conoce como *Remanentes de Supernova* (RSN).

Los restos de las explosiones de SN son objetos fascinantes cuyo estudio se vincula con temas tan amplios y diferentes como la formación de elementos químicos nuevos, la aparición de estrellas compactas con densidades inauditas o los aún más

inquietantes agujeros negros, el movimiento de grandes masas de gas en las galaxias,¹ la química prebiótica en el sistema solar y hasta la arqueoastronomía.

LAS SUPERNOVAS

Al momento de explotar, una estrella brilla como miles de millones de soles juntos en un mismo punto. Esta luz se mantiene visible durante días, semanas o meses, según la potencia de la explosión. La estrella que explota brilla más que la suma del brillo de todas las estrellas de la galaxia donde ocurrió la explosión.

Si llegase a explotar una SN en la Vía Láctea, notaríamos la súbita aparición en el cielo de una nueva estrella brillante que el día anterior no estaba allí. Probablemente, la veríamos a ojo desnudo, sin ayuda de telescopios, y hasta de día. Su brillo se irá debilitando con el paso del tiempo, pero seguramente por meses, o hasta durante un año, podremos seguir viéndola.

Sin embargo, la suerte es esquiva para la humanidad y, aunque en una galaxia como la que habitamos se espera que haya al menos una o dos SN por siglo, hace más de cuatrocientos años que el cielo nos debe una y nos tenemos que conformar con ver explotar estrellas en otras galaxias.

1. Una galaxia es un conjunto que puede contener centenares de miles de millones de estrellas, nubes de gas, polvo cósmico, materia y energía oscura unidos por la fuerza de la gravedad formando un inmenso cuerpo que flota en el espacio. Pueden tener distintas formas. La Vía Láctea, nuestra galaxia, tiene unos cien mil millones de estrellas que se agrupan en una especie de espiral con un núcleo central brillante. El Sol y la Tierra habitan uno de los brazos espirales bastante lejos del centro, casi en los suburbios.



.....

El punto brillante, abajo a la izquierda, es la SN 1994D descubierta por Treffers, Filippenko, Van Dyck y Richmond en la galaxia NGC 4526, ubicada a 50 millones de años luz.

- Crédito: NASA/ESA, The Hubble Key Project Team and The High-Z Supernova Search Team.

LA HISTORIA Y LAS SUPERNOVAS

A pesar de que entonces no contaban con telescopios, al menos en cinco ocasiones se observaron explosiones estelares (probadas) en nuestra galaxia: en los años 1006, 1054, 1181, 1572 y 1604, y existen evidencias que sugieren que también pudieron haber sido supernovas los eventos registrados en los años 185, 386, 369, 393 y 837 de nuestra era, aunque es posible que algunos de estos sólo hayan sido novas.²

La última SN de nuestra galaxia atestiguada por la humanidad tuvo lugar en octubre de 1604, y el acontecimiento fue observado, medido y cuidadosamente registrado por el matemático y astrónomo alemán Johannes Kepler, pero sus datos provienen de observaciones a ojo desnudo, sin el invalorable auxilio de lentes que mejoraran la visión. ¡Una pena! Recién en 1609, Galileo mostró el uso del telescopio con lentes de 3 cm que en realidad no inventó él, pero sí perfeccionó.

A pesar de lo que puedan anticipar las estadísticas ilusionándonos con ver un par de SN por siglo, la naturaleza no es regular y estos eventos se producen cuando quieren. También hubo una laguna de casi cuatrocientos años entre la SN de 1181 y la siguiente, en 1572. Durante ese período se reportaron varios cometas, pero ninguna estrella nueva.

Para que los registros antiguos tengan valor astronómico, las observaciones del cielo tienen que haber sido realizadas por culturas no sólo interesadas en la observación de la bó-

2. Una nova es un evento transitorio de aumento de brillo que experimentan las estrellas en etapas avanzadas de su vida. Dura semanas o meses, y luego la estrella vuelve a su brillo normal.

veda celeste, sino además preparadas para realizar registros sistemáticos. Deben contar con indicaciones mínimamente precisas como para establecer una posición aproximada en el cielo, una estimación del brillo alcanzado y un registro continuado que describa la declinación de ese brillo a lo largo de los días. En todos los casos mencionados como SN probadas, mil o mil quinientos años más tarde se apuntaron los telescopios hacia las posiciones anotadas y ¡oh, maravilla!, ahí estaban las nebulosas, los RSN brillando alrededor del sitio donde había aparecido una “estrella nueva”.

En Oriente hay registros muy antiguos de observadores del cielo en Babilonia, Egipto e India, que muchas veces corresponden a cometas, movimientos de los planetas, etc., sin embargo no hay anotaciones de SN. Tampoco se han preservado escritos de las antiguas Grecia o Roma que contengan registros claros y definitivos de apariciones de SN, aun cuando frecuentemente se describen eclipses y otros fenómenos celestes. Una explicación es que los astrónomos griegos volcaban su interés en los fenómenos cíclicos y, por lo tanto, predecibles. La aparición de una estrella nueva es un evento esporádico, único en su tipo y de corta duración. Tampoco parece haber registros astronómicos de interés entre los romanos. Es probable que la concepción aristotélica de cielos inmutables (según la cual los cometas, por ejemplo, eran considerados fenómenos atmosféricos) haya influido en la “subestimación” de eventos únicos y de corta duración. Hasta varios siglos después puede que ese criterio afectara la calidad de los posibles registros de SN de observadores europeos del medioevo: simplemente el cielo no podía cambiar de un día para otro y, para los monjes que escribían las crónicas diarias de los monasterios y eran observadores

habituales del cielo, era un desafío al orden establecido relatar la aparición súbita de una estrella nueva.

La principal fuente de información sobre SN históricas antes del siglo XVI proviene de China. Existen registros de eclipses y de algún cometa desde por lo menos unos siete siglos antes de Cristo. Desde el 200 a. C., los astrónomos/astrologos chinos realizaron extensas observaciones de casi cualquier evento celeste visible a ojo desnudo y sus descripciones son, por lejos, las más detalladas, ya que incluyen posiciones muy precisas. Por ejemplo, están descriptos absolutamente todos los pasajes del cometa Halley desde el año 87 a. C. en adelante. Las observaciones eran realizadas por astrónomos de la corte imperial que presentaban la aparición de una estrella nueva como “estrella invitada”. Dado que se hacían con fines predictivos, se sospecha que el único dato poco confiable en sus registros era el color que le asignaban a la nueva estrella (un dato astronómico de gran importancia para entender la naturaleza de la explosión). Por ejemplo, a la SN del año 1006 se la describe con color amarillo brillante (color imperial de la dinastía Song), color auspicioso que presagiaba gran prosperidad al territorio sobre el cual brillaba. Pero, para la misma SN, el médico egipcio Ali ibn Ridwan proporcionó una descripción cuidadosa del “espectáculo” que apareció en el signo zodiacal de Escorpio y se refirió a una nueva estrella de tamaño inusual, un cuerpo circular dos y medio a tres veces más grande que Venus que brillaba tanto como un cuarto de Luna y cuyo color fue cambiando de verdoso a blanquecino.³ Sobre la aparición

3. Ali ibn Ridwan: en una crónica de la época donde hace comentarios sobre el texto astrológico de Ptolomeo, el “Tetrabiblos”, citado por B. R. Goldstein en *The Astronomical Journal*, vol. 70, pág. 105, 1965.

de esta SN, las crónicas de la época de la abadía benedictina Saint Gallen, en los Alpes suizos, señalan la aparición de una estrella nueva, “fulgurante y reverberante a los ojos, causando alarma, que a veces se achicaba, a veces se extendía y a veces se apagaba, y que se la pudo ver por tres meses en el horizonte sur”.⁴ En el monasterio de Benevento, en Italia, también se registró en el año 1006 una “muy brillante [*clarissima*] estrella brillando, y hubo una gran sequía por tres meses”.⁵

Hacia el final del primer milenio se suman astrónomos coreanos y japoneses que aportan datos de interés. Las SN de los años 1006, 1054 y 1181 fueron ampliamente descritas en Japón, mientras que en Corea se siguió la explosión de 1604 a lo largo de muchos meses. Sin embargo no fue sino hasta el Renacimiento que Europa contó con astrónomos capaces de observar y estudiar en detalle la aparición de estas “estrellas nuevas” en el cielo.

La SN del año 1054, si bien no fue tan brillante como la de 1006, se volvió muy popular, ya que la nebulosa que formó esa explosión fue descubierta en 1731, más de dos centurias antes que el resto de los remanentes de explosiones de SN. Luego, en 1844, fue bautizada por William Parsons (también conocido como lord Rosse) como “nebulosa del Cangrejo” porque le vio una forma parecida a ese animal. Y, si bien no fue la SN de mayor magnitud que se observó, su remanente es ciertamente uno de los objetos más luminosos del cielo (lo analizaremos en forma detallada

4. *Annales Sangallenses Maiores*, crónicas del monasterio de Saint Gallen escritas entre los años 919 y 1044 d. C., citado por F. R. Stephenson y D. A. Green en *Journal of Astronomical History and Heritage*, vol. 6, pág. 46, 2003.

5. *Annales Beneventani*, crónicas entre 759 y 1130 d. C., ibídem.

más adelante). Sobre este evento, los registros orientales hablan de una “estrella espectacular” y, sin embargo, prácticamente no se lo menciona en los archivos occidentales. La nueva estrella apareció en la constelación de Tauro probablemente el 4 de julio de 1054 y fue visible aun con luz diurna durante veintitrés días. Los registros imperiales chinos la describen con rayos emanando de ella de color amarillo, aunque luego mencionan que durante el día se la veía de un rojo pálido (¿debido a efectos atmosféricos, quizás?). Esta estrella, que brillaba como Venus, fue observada de manera independiente en Japón. En total, se pudo establecer que fue visible a ojo desnudo durante seiscientos cuarenta y dos días, hasta el 6 de abril de 1056. Esta SN tiene un interés adicional porque, al parecer, es la única que cuenta con algún registro en el continente americano. Una pictografía de los nativos del pueblo anasazi, en el sudoeste de Estados Unidos, muestra la Luna creciente, una mano y una estrella. ¿Habrán registrado así la aparición de una estrella muy brillante del tamaño de una mano cerca de la Luna en cuarto creciente? No hay estimaciones precisas de la fecha de esta pintura y sólo se cuenta con evidencias circunstanciales, pero es lo más cercano a una constancia del asombro de los pobladores de ese continente ante la posible aparición de una estrella nueva.

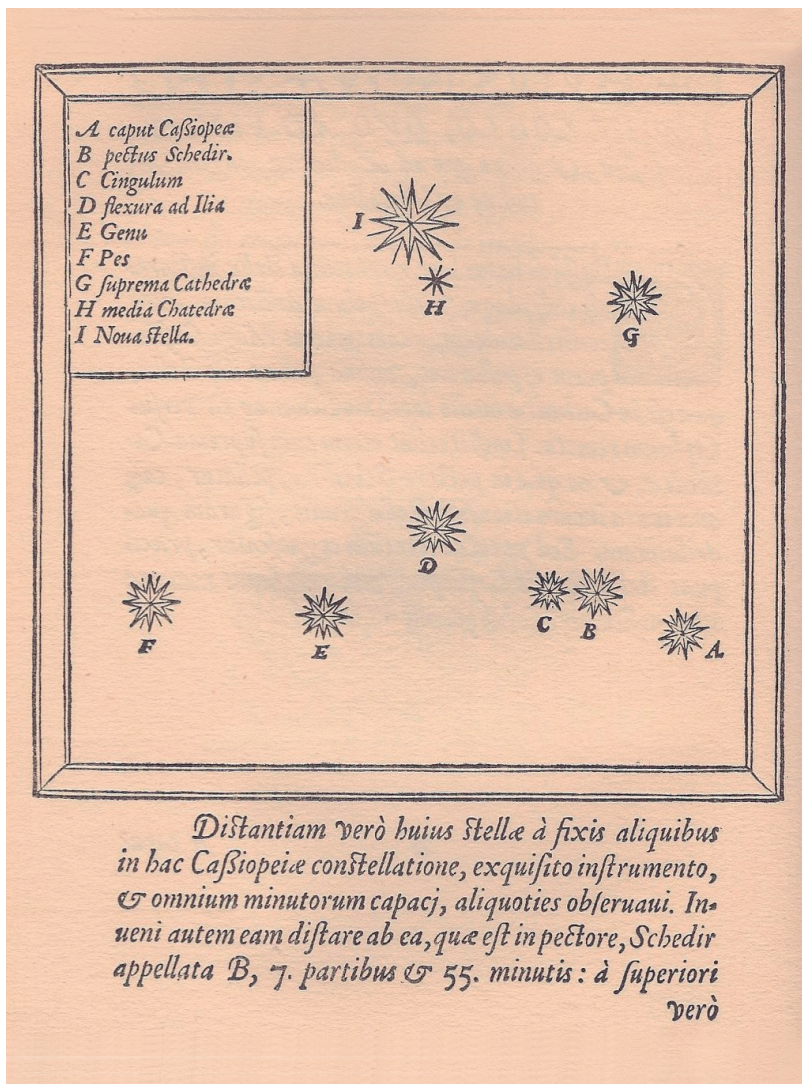
La explosión de una SN en el año 1572 fue observada y descrita con precisión por el astrónomo danés Tycho Brahe, a quien el rey había hecho construir el observatorio Uranienborg (que significa “el castillo de Urania”, la musa de la astronomía) en la isla de Hven, que contaba con diferentes instrumentos para contemplar el cielo (como un gran cuadrante para medir la altitud de las estrellas en el zenit) y con un sótano para prácticas de alquimia.



.....

Pictografía atribuida a los anasazi, quienes poblaron Chaco Canyon (en el estado de Nuevo México, Estados Unidos) entre los años 950 y 1100 d. C.

- Crédito: fotografía tomada por la autora.



.....

Ilustración incluida por Tycho Brahe en su publicación sobre la aparición de la nueva estrella, señalada con la letra I entre las demás estrellas de la constelación de Casiopea.

- Crédito: Wikimedia By Tycho Brahe - Brahe, Tychonis (1901). Reproducción facsimilar de la edición original, 1573.

En 1573, Tycho Brahe publicó el descubrimiento de la SN en una obra a la que le puso un hermoso título, *De nova et nullius aevi memoria prius visa stella* (“Sobre la estrella nueva nunca vista antes en la vida o la memoria de nadie”), donde condensa sus propias observaciones y las de muchos otros testigos del fenómeno. La nueva estrella apareció en la constelación de Casiopea (Cassiopeia) probablemente el 2 de noviembre de 1572 y fue visible hasta el año 1574. Se cuenta que unos diez días más tarde brillaba tanto como Júpiter y que alcanzó su *máximo brillo el 16 de noviembre*, momento en que brillaba tanto como Venus. De hecho, las anotaciones del brillo observado cada noche son tan precisas que permiten reconstruir lo que se llama “curva de luz”, o sea, el decaimiento del brillo con el paso del tiempo hasta desaparecer de la vista. Otra peculiaridad de este descubrimiento es que el título de la obra de Tycho Brahe incorpora por primera vez a la astronomía el término “nova”.

El descubrimiento de esta SN en particular fue uno de los acontecimientos observacionales más importantes de la historia de la astronomía, ya que obligó a reconocer que esa estrella nueva no era un “fenómeno atmosférico” en un cielo inmutable e impulsó una revisión sin precedentes de los modelos de cielo vigentes en la cultura occidental. Se impuso la necesidad de producir mejores catálogos de estrellas, con buena astrometría (es decir, las tablas que indican posiciones de los astros en el cielo) e instrumentos más precisos para observarlas.⁶ A esa SN, cuya aparición fue tan trascendente,

6. Con los instrumentos del observatorio de la isla Hven, Brahe elaboró un catálogo con posiciones de más de mil estrellas con una precisión que, en algunas de ellas, alcanzó el medio minuto de arco en el cielo, una exactitud notable para haber sido hecho sin telescopio.

se la conoce como “SN de Tycho”, aun cuando otros observadores europeos contemporáneos también habían registrado su maravillosa presencia.

Si bien las SN son un fenómeno bastante esquivo, apenas treinta y dos años más tarde la humanidad fue testigo otra vez de la aparición de una en la constelación de Ofiuco (Ophiuchus). Alrededor de octubre de 1604, los astrónomos estaban interesados en observar una conjunción de Marte con Júpiter,⁷ que se interpretaba como señal de buen augurio. En el norte de Europa el cielo estaba nublado, pero Ludovico Delle Colombe detectó la SN el 9 de octubre desde Italia y Johannes Kepler, que para entonces trabajaba como astrónomo imperial, lo hizo desde Praga, donde comenzó sus observaciones el 17 de octubre. Si bien este último no fue quien la descubrió, sus detalladas observaciones a lo largo de un año permitieron el estudio completo de la SN. Kepler publicó los resultados de sus observaciones en Praga dos años más tarde, en *De Stella nova in pede Serpentarii* (“Sobre la nueva estrella en el pie de Ofiuco”). Pero Delle Colombe defendió todavía la concepción aristotélica de la inmutabilidad de los cielos argumentando que “la nueva estrella que apareció en octubre de 1604 no era ni un cometa ni una estrella nueva”. Kepler supo interpretar las observaciones en forma correcta y hoy en día se la conoce como “la SN de Kepler”.

Después de la de Kepler no se vio ninguna SN más aunque, por los restos en el cielo, se sabe que hubo por lo menos otras dos, cuyos remanentes son Casiopea A (Cas A) y G1.9+0.3 (este último

7. Una conjunción de planetas se produce cuando, vistos desde la Tierra, dos o más planetas se ven separados en menos de 8 grados, lo que genera una impresión visual de cercanía entre los cuerpos.

en la constelación de Sagitario). La de Casiopea A tuvo lugar en la constelación de Casiopea a 11.000 años luz de la Tierra en algún momento entre 1670 y 1680, edad estimada a partir de los restos que dejó. Si bien se la puede datar con bastante precisión, no se encontraron registros escritos que reporten este evento. Sólo aparece algún indicio de su presencia en el cuaderno del astrónomo británico John Flamsteed, quien anotó la aparición de una estrella (cerca de la ubicación de Casiopea) en la noche del 16 de agosto de 1680. Pero nadie más la vio o registró. Se han discutido también evidencias muy secundarias obtenidas a partir de modificaciones en la composición del hielo antártico que deben haber ocurrido alrededor de 1667 a causa de una explosión estelar, pero esos resultados son muy discutidos. Probablemente esa estrella estuviera oculta por espesas capas de polvo cósmico que, como una pantalla opaca, se interpuso en el camino de la luz hasta nuestro planeta. Pese a que el momento de la explosión pasó desapercibido, sus restos en el cielo forman la nebulosa más brillante en ondas de radio de todos los restos de SN conocidos en nuestra galaxia.

Como se ve, todos los registros históricos con los que se cuenta son del hemisferio norte. Es estadísticamente improbable que no haya habido explosiones de estrellas en el hemisferio sur y, además, la SN del año 1006, quizás la más brillante de todas, explotó en el cielo sur. Se cree que tal vez no haya habido interés en registrar tales fenómenos en el sur, lo que no deja de ser extraño tomando en cuenta que hay constancia de observaciones de otros fenómenos celestes. Es probable que se hayan perdido los registros (muchos escritos mayas fueron quemados por los conquistadores) o que aún no se haya decodificado la información útil. En cualquier caso, se trata de un problema que los astrónomos dejamos en manos de los arqueólogos.