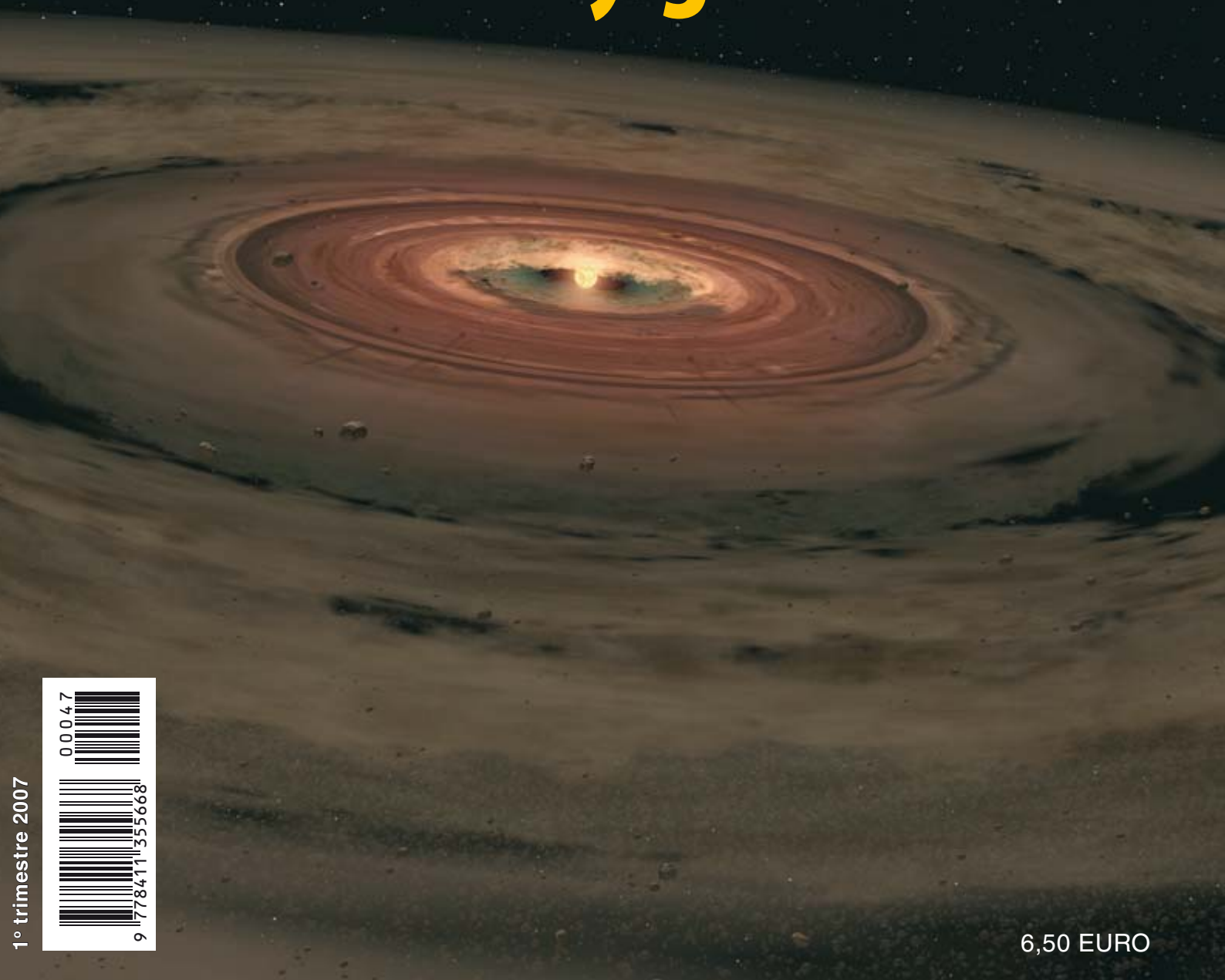


TEMAS 47

INVESTIGACION
y
CIENCIA

Edición española de SCIENTIFIC AMERICAN

Estrellas y galaxias

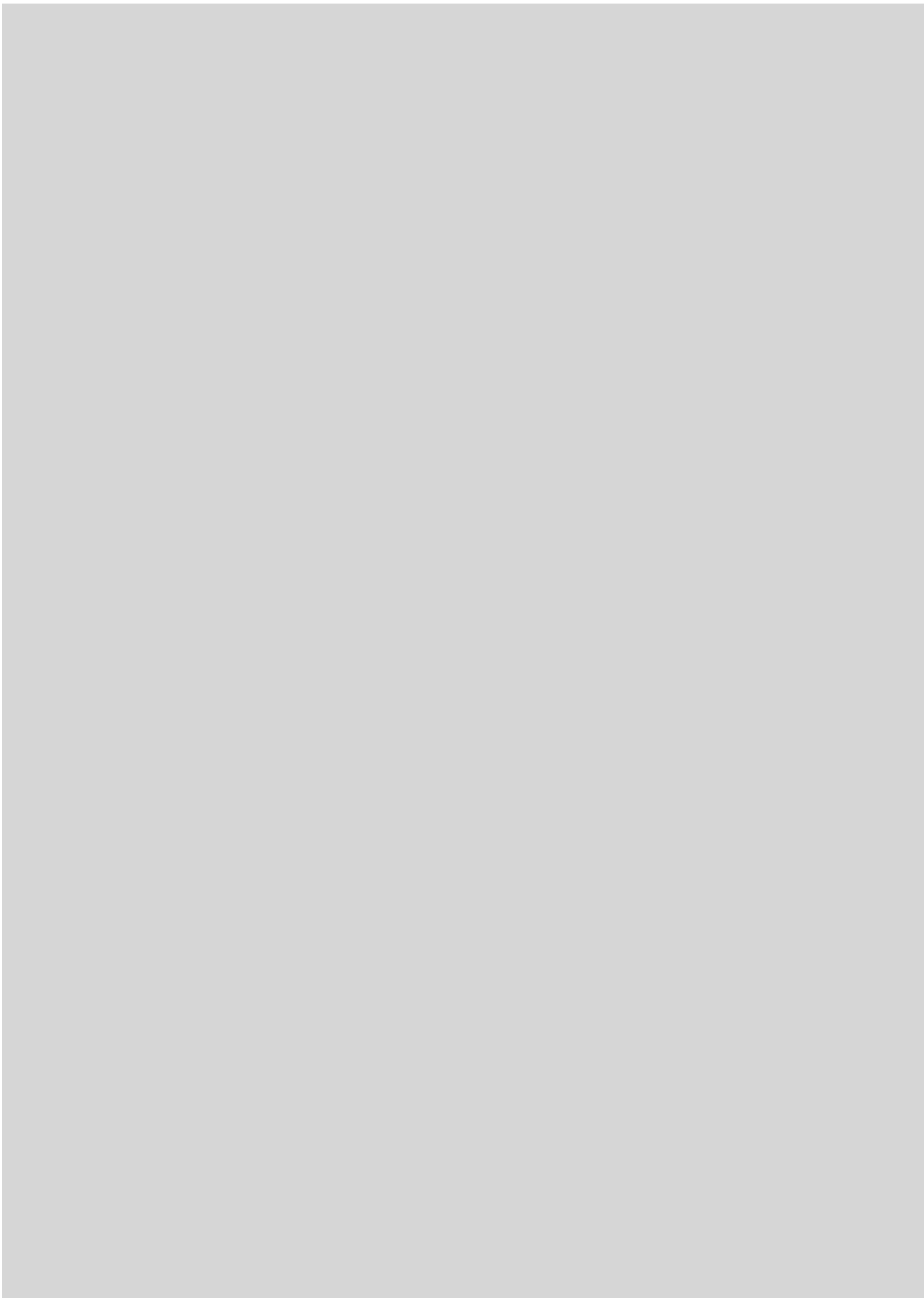


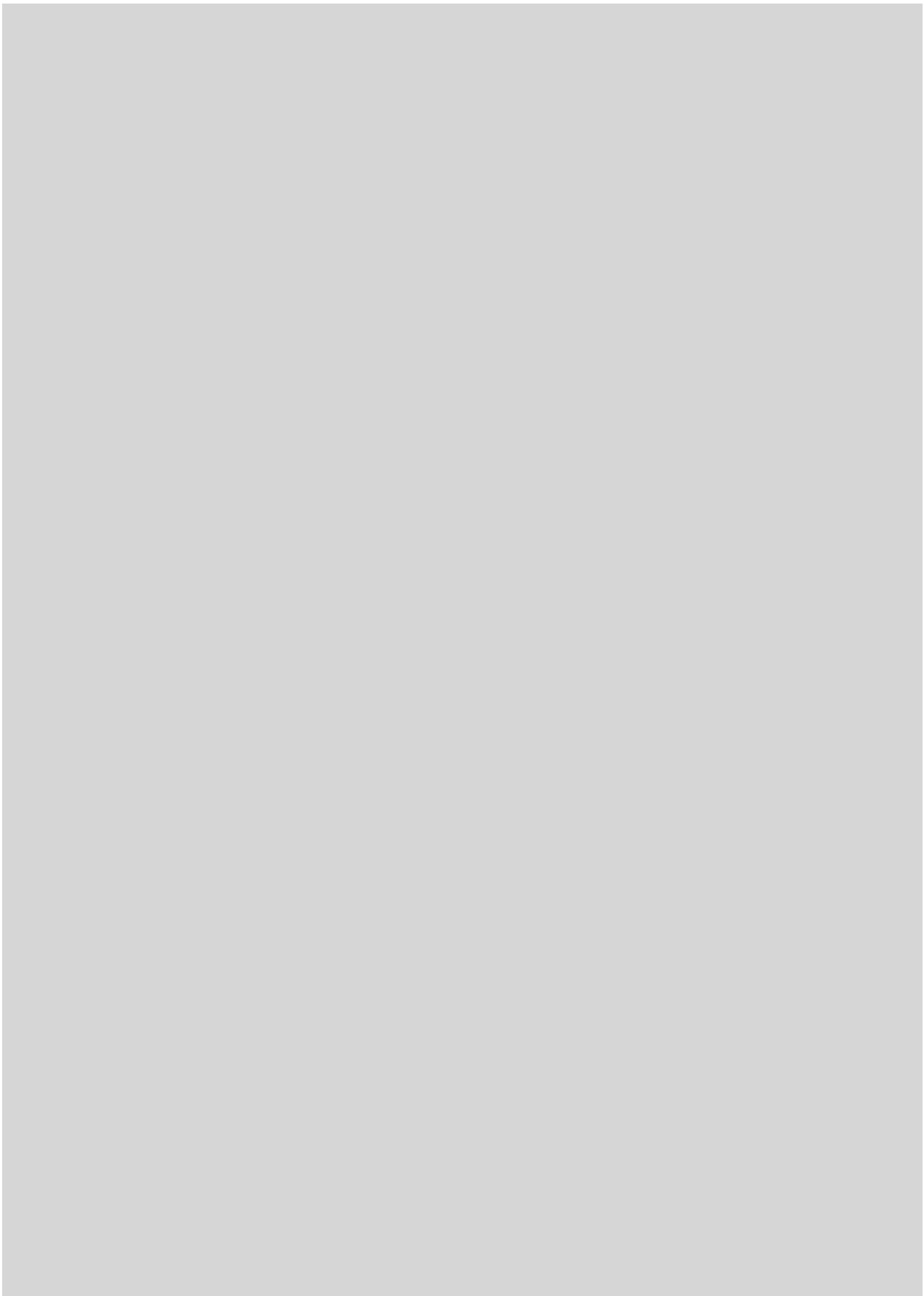
00047

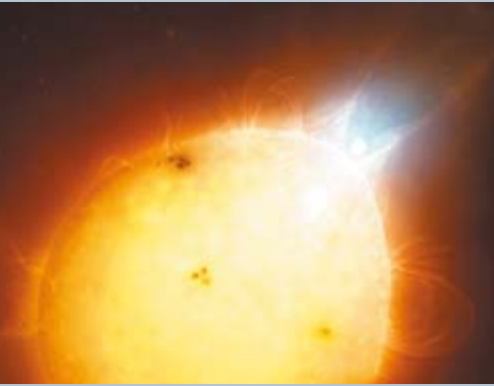
9 778411 355668

1º trimestre 2007

6,50 EURO







LA VIDA ORDINARIA DE LAS ESTRELLAS

4 Colisiones estelares

Michael Shara

12 Cúmulos globulares jóvenes

Stephen E. Zepf y Keith M. Ashman

18 La muerte de las estrellas comunes

Bruce Balick y Adam Frank

EXTREMOS ESTELARES

28 Las explosiones más brillantes del universo

Neil Gehrels, Luigi Piro y Peter J. T. Leonard

36 Supernovas

*Wolfgang Hillebrandt, Hans-Thomas Janka
y Ewald Müller*

44 Origen de las enanas marrones

Subhanjoy Mohanty y Ray Jayawardhana

52 Magnetoestrellas

*Chryssa Kouveliotou, Robert C. Duncan
y Christopher Thompson*

CONFORMACIONES GALACTICAS

62 El universo maduro

Amy J. Barger

70 Ondas en el océano galáctico

Françoise Combes

78 Procesos de formación en la Vía Láctea actual

Bart P. Wakker y Philipp Richter

88 Galaxias en colisión

Lourdes Verdes-Montenegro

LA VIDA ORDINARIA DE LAS ESTRELLAS



Colisiones estelares

El choque de dos estrellas debe de ser un espectáculo maravilloso. Creíase que se trataba de un fenómeno imposible, hasta que la inquisición en ciertas aglomeraciones de la galaxia ha revelado su cadencia normal

Michael Shara

No habría manera de extinguir la vida sobre la Tierra más impresionante que el choque del Sol con otra estrella. Si el proyectil fuera una enana blanca —una estrella muy densa que almacena la masa del Sol en un cuerpo cien veces menor—, quienes habitasen la Tierra presenciarían unos fuegos artificiales formidables. La enana blanca penetraría en el Sol a velocidades hipersónicas, de más de 600 kilómetros por segundo; se crearía una onda de choque inmensa que comprimiría y calentaría el Sol hasta temperaturas superiores a las de la ignición termonuclear.

Tardaría una hora la enana blanca en atravesar el Sol. El daño sería irreversible. El Sol, sobrecalentado, produciría, en ese breve intervalo temporal, la energía de fusión que genera en cien millones de años. El aumento de la presión expulsaría gas a velocidades muy superiores a la de escape. En unas pocas horas, el Sol se dispersaría por sí mismo. Mientras tanto, la causante de tamaña catástrofe, la enana blanca, continuaría su viaje impávida.

A ningún astrónomo de la primera mitad del siglo XX le hubiera parecido pertinente ocuparse de las colisiones entre estrellas. En los alrededores del Sol, las distancias interestelares adquieren tal magnitud, que no cabe imaginar el encuentro violento de una estrella con otra. Al Sol (y a la Tierra) podrá ocurrirle otro tipo de calamidades en el futuro lejano, pero no entra dentro de lo plausible una colisión con una estrella cercana. Según unos cálculos simples realizados a principios del siglo XX por James Jeans, astrofísico británico, ni una sola estrella de los cien mil millones que pueblan el disco de nuestra galaxia ha chocado alguna vez con otra.

No significa ello que las colisiones sean escasas. Las suposiciones y conclusiones de Jeans valen para el entorno del Sol, no para otras regiones más exóticas de la Vía Láctea. Los cúmulos densos de estrellas constituyen verdaderas pistas de choque. En esas apretadas piñas estelares, se han descubierto, en los últimos años, cuerpos que los principios de la evolución estelar ordinaria prohíben; se atribuye su existencia al choque entre estrellas. Las colisiones pueden alterar la evolución a largo plazo de cúmulos enteros. Las más violentas se observan a mitad del camino hacia los confines visibles del universo.

1. SI UNA ENANA BLANCA se lanzara contra el Sol, se desencadenaría una serie de calamidades desastrosas —a pesar de que la envergadura de la enana blanca es sólo una centésima del diámetro solar—. A medida que la enana se aproximara, succionaría materia del Sol y lo deformaría; le daría forma de pera. Por suerte, una colisión tal es muy improbable. Pero fenómenos similares ocurren con regularidad en las regiones más densas de la galaxia; por ejemplo, en los cúmulos globulares de estrellas.



Un mundo de estrellas voraces

El descubrimiento en 1963 de los cuásares hizo que los astrónomos escépticos tomaran en serio las colisiones estelares. Muchos cuásares radian la energía de cien billones de estrellas juntas. Algunos resplandecen con intensidad y apagan su brillo en menos de un día. Quiere eso decir que las regiones productoras de energía no son mayores que la distancia que la luz puede viajar en 24 horas; con otras palabras, su tamaño no supera el de nuestro sistema solar. Ahora bien, ¿si hubiera apiñadas millones de estrellas en un volumen tan pequeño, chocarían unas con otras? ¿Podrían esas colisiones liberar energías tan ingentes?

Hacia 1970 quedó clara para los astrónomos una respuesta negativa a la segunda pregunta. Tampoco podía el violento baile estelar explicar los estrechos chorros de luz que emanan de los generadores centrales de energía de muchos cuásares. La responsabilidad recayó en agujeros negros de masa elevadísima. (No obstante, por ese vaivén característico de la historia de la ciencia, se ha propuesto que las colisiones de estrellas quizá proporcionen material a estos agujeros.)

Si los astrónomos extragalácticos abandonaron la teoría de las colisiones estelares, los dedicados al estudio de galaxias llevaron dicha tesis a sus últimas consecuencias. El satélite Uhuru, lanzado en 1970 para explorar el cielo en busca de objetos emisores de rayos X, descubrió unas cien fuentes brillantes en la Vía Láctea. Un diez por ciento pertenecen al tipo más denso de cúmulo estelar, los cúmulos globulares. Sin embargo, éstos sólo incluyen un 0,01 por ciento de las estrellas de la Vía Láctea. Por alguna razón, albergan un número desmesurado de fuentes de rayos X.

Planteemos de otra forma el problema. Atendamos al origen de esas fuen-

tes de rayos X. Se cree que cada una está formada por una pareja de estrellas. De éstas, una ha dejado de existir, contraída y convertida en una estrella de neutrones o un agujero negro. La estrella engulle a su compañera. Mientras realiza ese proceso de canibalismo calienta el gas circundante hasta temperaturas elevadísimas; en esas condiciones el gas emite rayos X. No abundan, sin embargo, estas parejas violentas. La evolución simultánea de dos estrellas recién nacidas, ligadas en un sistema binario, acaba en la formación de una binaria luminosa de rayos X con una cadencia insignificante: una vez en mil millones.

¿Qué ocurre en los cúmulos globulares para que rompan esta estadística? A la hora de acotar el factor decisivo, los astrónomos pensaron en la superpoblación. Un millón de estrellas se congregan en un volumen cuyo diámetro se limita a unas pocas docenas de años luz; trasladado a las cercanías del Sol, ese volumen sólo acomodaría unas cien estrellas. A la manera de un enjambre de abejas, las estrellas del cúmulo describen órbitas siempre cambiantes. Las de masa menor tienden a ser expulsadas del cúmulo conforme van ganando energía en sus estrechas aproximaciones a estrellas dotadas de mayor masa, individuales o dobles. Un proceso que recibe el nombre de evaporación, en virtud de su semejanza con la fuga molecular de la superficie de un líquido. Las estrellas que permanecen en el cúmulo, al haber perdido energía, se concentran aún más en torno al núcleo del mismo. Transcurrido tiempo suficiente, esas estrellas tan juntas empezarán a chocar entre sí.

Incluso en un cúmulo globular la distancia media entre estrellas es mucho mayor que la extensión de éstas. Pero Jack G. Hills y Carol A. Day, entonces en la Universidad de Michigan en Ann Arbor, demostraron en 1975 que la

probabilidad de impacto no es sólo función del diámetro de la estrella. Puesto que las estrellas de un cúmulo globular se mueven a la morosa velocidad (según los estándares cósmicos) de 10 a 20 kilómetros por segundo, la gravedad dispondrá de tiempo para actuar cuando se acerquen. Sin la gravedad, dos estrellas chocarán sólo si se enfrentan directamente una contra otra; con gravedad, una estrella tira de la otra y la desvía de su camino. Las estrellas dejan de ser misiles balísticos, con el vuelo preprogramado, y se convierten en cohetes guiados que persiguen su objetivo. La probabilidad de una colisión se multiplica por 10.000. Entra dentro de lo razonable suponer que la mitad de las estrellas de las regiones centrales de un cúmulo globular hayan sufrido una o más colisiones en los últimos 13.000 millones de años.

Por las mismas fechas, Andrew C. Fabian, James E. Pringle y Martin J. Rees, de la Universidad de Cambridge, indicaron que las colisiones rasantes o una aproximación muy ceñida pueden emparejar dos estrellas solitarias. El encuentro cercano de dos cuerpos celestes suele ser simétrico: se aproximan, ganan velocidad, describe cada uno un camino curvo alrededor del otro y, a menos que haya contacto, se alejan. Pero si uno de estos cuerpos es una estrella de neutrones o un agujero negro, su intenso campo gravitatorio distorsionará el otro objeto celeste, se llevará parte de su energía cinética e impedirá que escape, en un proceso conocido como captura de marea. La estrella de neutrones o el agujero negro devorará a la presa que ha atrapado y emitirá rayos X.

Si el encuentro cercano involucra no sólo a dos, sino a tres estrellas, aumenta la probabilidad de que se forme una binaria de rayos X. La dinámica de tres cuerpos es bastante compleja y, en algunas ocasiones, caótica; las estrellas suelen redistribuir su energía de tal forma, que las dos de mayor masa se emparejan y la tercera sale despedida. En la situación típica, una estrella de neutrones solitaria se aproxima demasiado a una binaria común. Se expulsa uno de estos dos astros corrientes y la estrella de neutrones ocupa su lugar; nace una fuente de rayos X. La dinámica de tres cuerpos y la captura de marea multiplican por mil el ritmo de creación de fuentes de rayos X en los cúmulos globulares. Así queda resuelto el problema de Uhuru.

RESUMEN/LAS COLISIONES ESTELARES

- Nos hallamos ante uno de esos casos en que los libros de texto han de revisarse. La creencia común, que las estrellas nunca chocan, es errónea. Hay colisiones en los cúmulos de estrellas, especialmente en los globulares, donde la densidad estelar es muy alta y las interacciones gravitatorias aumentan la probabilidad de impacto.
- Dos tipos de observaciones apoyan la teoría de las colisiones. Los cúmulos globulares contienen ciertas estrellas, las "azules rezagadas", que se explican como el resultado de los choques. Y los cúmulos globulares contienen una cantidad fuera de lo normal de fuentes de rayos X, producto probable, también, de las colisiones.