



Carl Sagan
La diversidad
de la ciencia

Una visión personal de la búsqueda de Dios

«Un tesoro de sabiduría, compasión y asombro científico.
Debería ser el próximo libro que lea.»

Sam Harris, autor de *El fin de la fe*

La diversidad de la ciencia

Una visión personal de la búsqueda de Dios

Carl Sagan

Editado por Ann Druyan

Editor de las ilustraciones y asesor científico, Steven Soter

Título original: *The Varieties of Scientific Experience: A Personal View of the Search for God*

© Democritus Properties, LLC, 2006

This edition is published by arrangement with Democritus Properties LLC through
Yañez, part of International Editors' Co. S.L. Literary Agency.

Queda rigurosamente prohibida sin autorización por escrito del editor cualquier forma
de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra, que será
sometida a las sanciones establecidas por la ley. Pueden dirigirse a Cedro (Centro Español de
Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesitan fotocopiar o escanear algún fragmento
de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).
Todos los derechos reservados.

Primera edición: noviembre de 2007
Primera edición en esta nueva presentación: noviembre de 2021

© de la traducción del inglés, Dolors Udina, 2007

© de esta edición: Edicions 62, S.A., 2021
Edicions Península,
Diagonal 662-664
08034 Barcelona
edicionespeninsula@planeta.es
www.edicionespeninsula.com

REALIZACIÓN PLANETA - fotocomposición
Depósito legal: B-16496-2021
ISBN: 978-84-1100-026-0



Índice

Agradecimientos	7
Introducción de la editora	11
Introducción del autor	19
La diversidad de la ciencia	21
1. Naturaleza y maravilla: un reconocimiento del cielo	23
2. La resistencia a las tesis de Copérnico	55
3. El universo orgánico	85
4. Inteligencia extraterrestre	125
5. Folclore extraterrestre: implicaciones para la evolución de la religión	147
6. La hipótesis de Dios	167
7. La experiencia religiosa	189
8. Crímenes contra la Creación	209
9. La búsqueda	229
Preguntas y respuestas seleccionadas	239
Índice onomástico y temático	275
Créditos de las ilustraciones	285

Naturaleza y maravilla: un reconocimiento del cielo

Debe de ser difícil para el hombre verdaderamente piadoso transitar por la senda que media entre la sima de la impiedad y el pantano de la superstición.

PLUTARCO

Sin duda hay que evitar ambos extremos, pero ¿qué son? ¿Qué es la impiedad? ¿La preocupación por evitar la «sima de la impiedad» no es precisamente el tema del que vamos a hablar? ¿Y qué es en concreto la superstición? ¿Es sólo, como han dicho algunos, la religión de los otros? ¿O hay algún baremo a partir del cual podamos definir lo que constituye superstición?

Yo diría que la superstición no se caracteriza por su pretensión de ser un corpus de conocimiento sino por su método de búsqueda de la verdad. Y la superstición consiste en algo muy simple: se trata de creer sin pruebas. Intentaré abordar la cuestión de qué constituye una prueba en esta interesante materia, y volveré más adelante a la cuestión de la naturaleza de la prueba y de la necesidad del pensamiento escéptico en las investigaciones teológicas.

La palabra «religión» proviene del latín *religatio*, reunir, juntar lo que ha sido separado. Es un concepto muy interesante y, en lo que respecta a buscar el vínculo más profundo entre cosas que superficialmente parecen estar separadas, creo que los objetivos de la religión y la ciencia son idénticos o casi. Pero la cues-

tión tiene que ver con la fiabilidad de las verdades proclamadas por ambos campos y los respectivos métodos de aproximación a las mismas.

Una de las mejores formas que conozco de experimentar el sentimiento religioso, la sensación de sobrecogimiento, es, con mucho, mirar hacia arriba en una noche clara. Creo que es muy difícil saber quiénes somos hasta que entendemos dónde estamos y cuándo. Creo que todo el mundo, en cualquier cultura, ha sentido sobrecogimiento y estupor al mirar al cielo, y eso se refleja tanto en la ciencia como en la religión. Thomas Carlyle dijo que maravillarse es la base de la adoración. Y Albert Einstein aseveró: «Creo que el sentimiento religioso cósmico es el estímulo más fuerte y más noble para la investigación científica.» Así pues, si Carlyle y Einstein pudieron estar de acuerdo en algo, hay una modesta posibilidad de que pueda ser cierto.



Aquí tenemos dos imágenes del universo. Por razones obvias, no representan espacios en los que no hay nada sino unos en los que hay algo. Sería muy aburrido que me limitase a mostrarles una imagen tras otra de oscuridad, pero sí quiero dejar constancia de que el universo está hecho principalmente de nada, que algo es la excepción. La norma es nada. La oscuridad es lo habitual; es la luz lo que es una rareza. Entre la oscuridad y la luz, me sitúo sin ninguna duda en el bando de la luz (sobre todo en un libro ilustrado). Pero debemos recordar que el universo es una oscuridad casi completa e impenetrable, y las escasas fuentes de luz, las estrellas, están muy alejadas de nuestras posibilidades actuales de creación o de control. Vale la pena concienciarse de esta preponderancia de la oscuridad, tanto factual como metafóricamente, antes de emprender una exploración como la que nos ocupa.

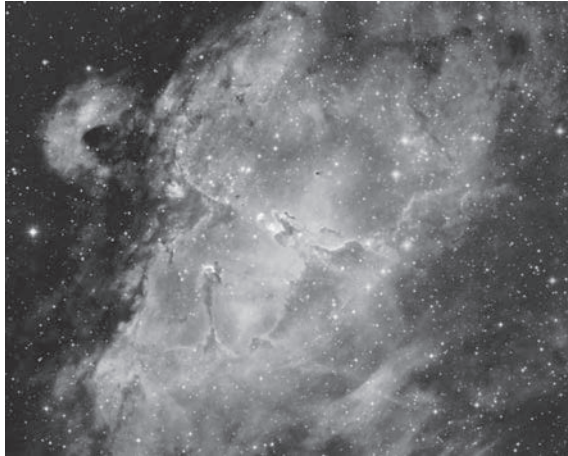


Figura 1. Nebulosa del Águila

Un vivero de estrellas localizado a unos 6,500 años luz de nosotros. A través de una ventana en un envoltente cascarón negro de polvo interestelar, vemos un cúmulo de estrellas brillantes recién nacidas. Su luz azul intenso ha formado filamentos y muros de gas y polvo, aclarando e iluminando una cavidad en una nebulosa de unos 20 años luz de diámetro.



Figura 2. Nebulosa del Cangrejo

Se trata de restos de la misma estrella que explotó, o supernova, que observaron los astrónomos chinos y los anasazis nativos norteamericanos en la constelación de Taurus en 1054 d. J. C. Dejaron constancia de la súbita aparición de una nueva estrella brillante que después fue desapareciendo lentamente de la vista. Los filamentos son los restos deshilachados de la estrella, enriquecidos con elementos pesados producidos por la explosión.

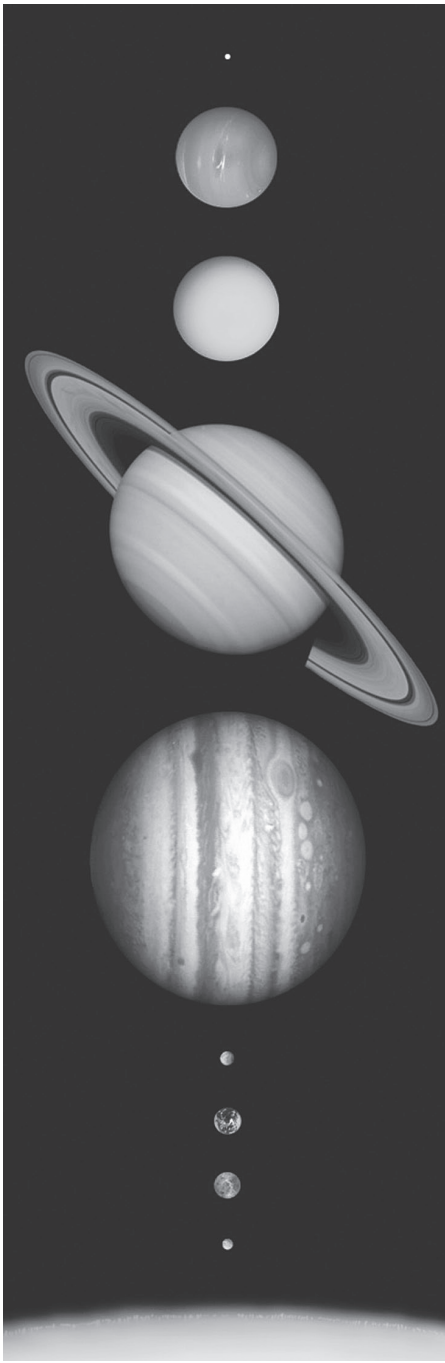


Figura 3. Sol y planetas

Aquí, en su orden y medidas relativas, están el Sol (a la izquierda), los cuatro planetas terrestres (Mercurio, Venus, Tierra, Marte), los cuatro planetas gigantes de gas (Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno) y Plutón (extremo derecho).

Esta imagen es para orientarse. Se trata de una impresión artística del Sistema Solar en la que las dimensiones de los objetos están a escala, pero no sus distancias relativas. Puede verse que, además del Sol, hay cuatro cuerpos grandes y el resto son detritos. Nosotros vivimos en el tercer detrito a partir del Sol; un pequeño mundo de roca y metal con una fina pátina —una capa— de materia orgánica en la superficie, de la que somos una pequeña parte.

Esta imagen fue dibujada por Thomas Wright, de Durham, que publicó un libro extraordinario en 1750, adecuadamente titulado *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe* [Una teoría original o Nueva hipótesis del Universo]. Entre otras cosas, Wright era arquitecto y dibujante. Esta imagen produce la notable sensación, de, por primera vez, mirar el Sistema Solar y más allá, a escala. Lo que aquí se ve es el Sol y, a escala con su tamaño, la distancia hasta la órbita de Mercurio. Después, los planetas Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno —los otros planetas no se conocían en su época—. Así pues, en un maravilloso esbozo, aquí tenemos el Sistema Solar, los planetas mencionados, ocupando su parte central, y un rosetón representando las órbitas cometarias conocidas en su tiempo. No se alejó mucho para representar la órbita de Plutón. Y después, a gran distancia, imaginó la estrella más cercana conocida entonces, Sirius, alrededor de la cual no se atrevió a dibujar otro rosetón de órbitas cometarias. Pero la sensación de que nuestro sistema y los sistemas de otras estrellas eran similares quedaba clara.

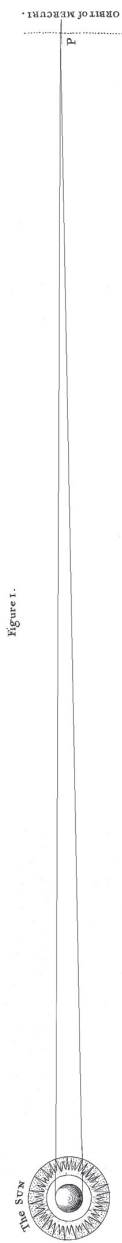


Figure 1.

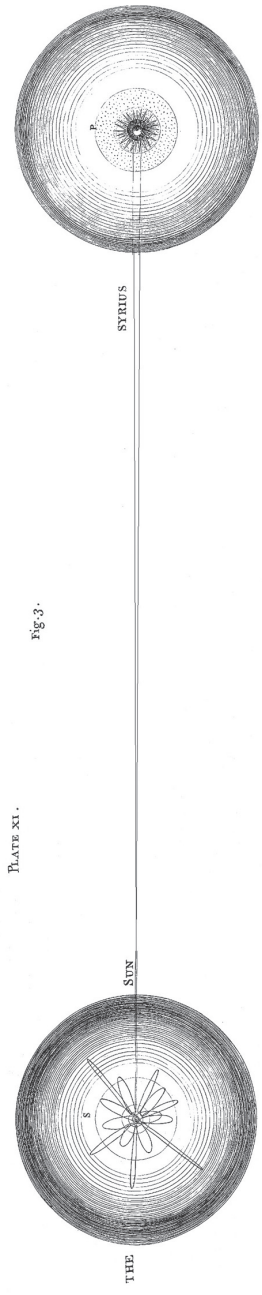


Fig. 3.

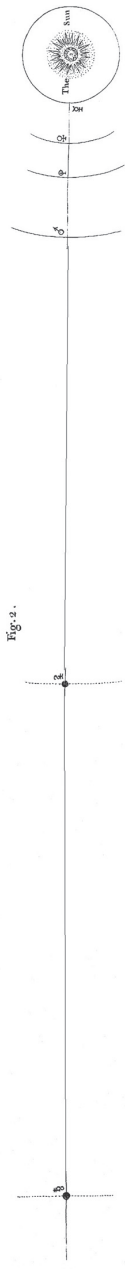


Fig. 2.

Figura 4. Sistema Solar de Wright y Sirius
 La imagen superior muestra, a escala, el Sol (izquierda) y la órbita de Mercurio (derecha). La del medio recoge todo el Sistema Solar con la órbita de Saturno (S) y varias órbitas de cometas elípticas (izquierda) así como el sistema de la estrella brillante Sirius (derecha). En la imagen inferior, de izquierda a derecha, pueden verse las órbitas de Saturno, Júpiter, Marte, la Tierra, Venus, Mercurio y el Sol.

Aquí, en la parte superior izquierda, vemos la primera de las cuatro ilustraciones modernas que intentan mostrar lo mismo; en ella vemos la Tierra en su órbita y los otros planetas interiores. El punteado pretende representar una fracción de la pléthora de pequeños mundos llamados asteroides. Más allá de los mismos está la órbita de Júpiter. La distancia de la Tierra al Sol representada por la barra de escala de la parte superior se llama unidad astronómica. Éste es el primer ejemplo —hablaré de muchos más— de una especie de arrogancia geocéntrica o antropocéntrica de la que parecen infectados todos los intentos humanos de estudiar el cosmos. La idea de que una unidad astronómica para medir el universo tenga como base la distancia de la Tierra al Sol es sin lugar a dudas una pretensión humana. Pero, como está profundamente arraigada en la astronomía, seguiré empleándola.

En el recuadro superior derecho, vemos la imagen anterior contenida dentro de un pequeño cuadrado en el centro. Aquí la escala es de diez unidades astronómicas. A esta distancia no se pueden distinguir las órbitas de los planetas interiores, incluida la Tierra, pero sí podemos ver las de los planetas gigantes Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, así como la del pequeño Plutón.

En la parte inferior derecha, la imagen anterior aparece dentro de un pequeño cuadrado, a una escala de cien unidades astronómicas. Y vemos también un cometa —hay muchos— de peculiar órbita.

Otro incremento de escala de factor diez y detenemos la imagen de la parte inferior izquierda. La sombra gris pretende representar los límites interiores de la Nube de Oort, de aproximadamente un trillón de cometas —núcleos cometarios— que rodean el Sol y se extienden hacia los límites del espacio interestelar.

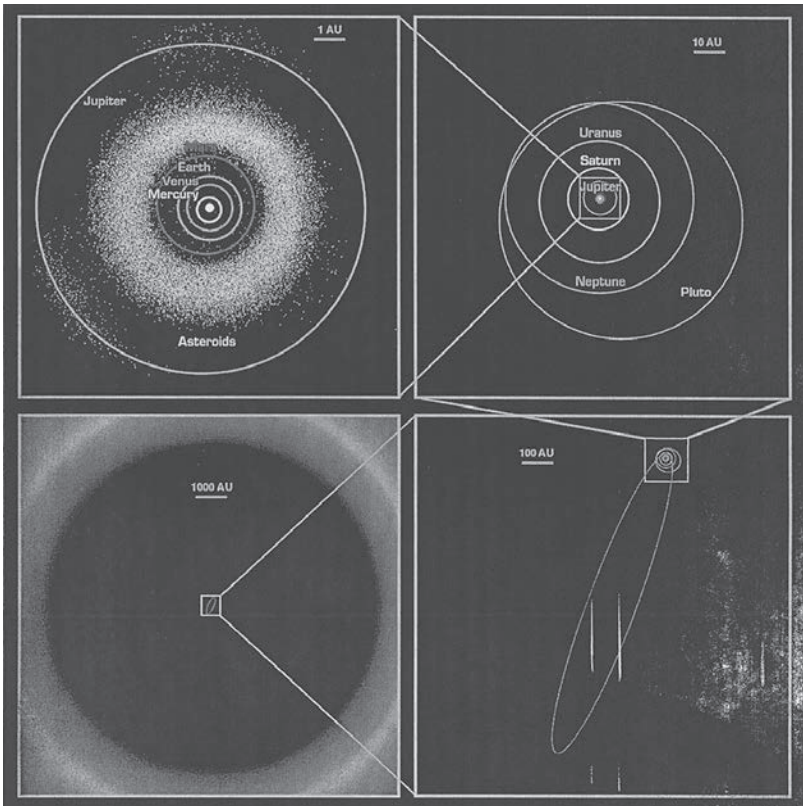


Figura 5. Escalas del Sistema Solar

Izquierda superior: Las órbitas de los planetas interiores Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, el Cinturón de Asteroides y la órbita de Júpiter.

Derecha superior: La escala se aumenta diez veces para abarcar las órbitas más grandes de todos los planetas gigantes de gas Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, y la órbita elíptica de Plutón.

Derecha inferior: Un cambio más de escala comprime las órbitas de todos los planetas dentro del cuadro, en el extremo de la órbita marcadamente elíptica de un cometa.

Izquierda inferior: La escala vuelve a aumentar de modo que la órbita cometaria queda ahora en el cuadrado pequeño del centro y vemos la porción interior de la Nube de Oort de cometas.

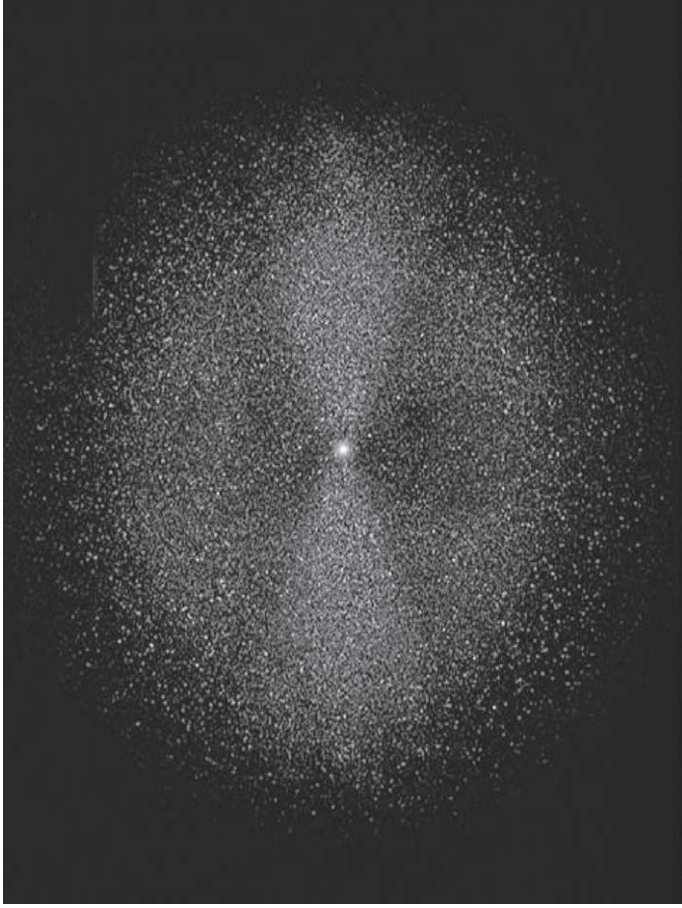


Figura 6. Nube de Oort

Esta visión esquemática muestra la inmensa nube esférica de quizá un trillón de cometas, débilmente unidos por la gravedad del Sol (centro). El nombre procede del astrónomo holandés Jan Oort, quien correctamente dedujo su existencia en 1950.

Esta imagen es una representación artística de toda la Nube de Oort. Aquí la dimensión es de *cient mil* unidades astronómicas, y puede apreciarse el límite externo de la Nube de Oort. Todos los planetas y cometas que conocemos están perdidos en el resplandor de la luz del Sol. Y aquí, por primera vez, disponemos de escala suficiente para ver algunas de las estrellas vecinas. Así pues, el mundo en que vivimos es una parte pequeña e insignificante de una vasta colección de mundos, muchos de los cuales son notablemente más pequeños y algunos más grandes. El número total de estos mundos, como ya he dicho, es del orden de un trillón, o 10^{12} , un uno seguido de doce ceros, de los que la Tierra representa sólo uno, todos dentro del Sistema Solar. Y nuestra estrella es sólo una entre una inmensa multitud.

Aquí Thomas Wright ha dado un par de saltos y vemos varios sistemas con sus respectivos rosetones cometarios. Es evidente que intuía que el cielo estaba lleno de sistemas más o menos como el nuestro y fue tan explícito de palabra como lo es aquí mediante una imagen de su libro de 1750, que, por cierto, es también donde se dice por primera vez explícitamente que las estrellas que vemos en el cielo nocturno forman parte de una concentración de estrellas, lo que actualmente denominamos la galaxia de la Vía Láctea, con una forma específica y un centro específico.

Hay un inmenso número de estrellas dentro de nuestra galaxia. No tantas como núcleos cometarios alrededor del Sol, pero tampoco puede decirse que sean pocas. Contiene unos 400.000 millones de estrellas, de las que una es el Sol.

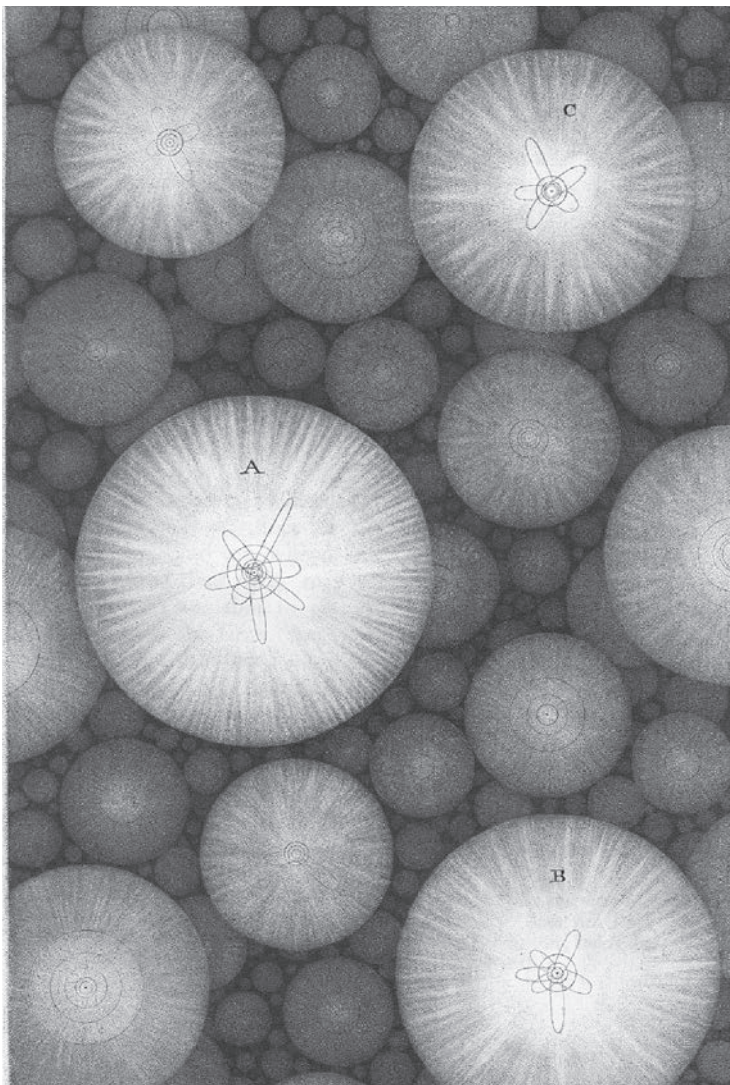


Figura 7. Wright: otros sistemas

Wright dijo que nuestro Sistema Solar era sólo uno de un número de incontables sistemas similares en la Vía Láctea, conteniendo cada uno de ellos quizá una estrella rodeada de su propio séquito de planetas y cometas.



Figura 8. Cúmulo de estrellas de Las Pléyades

Las brillantes estrellas de este cúmulo iluminan los restos apenas visibles de la nube interestelar de la que surgieron. Este cúmulo de estrellas, detectable a simple vista en la constelación de Taurus, está a unos 13 años luz.

Aquí tenemos las Pléyades, una serie de estrellas jóvenes recién nacidas y que todavía aparecen envueltas en sus capullos de gas y polvo estelar.

Ésta es una de las muchas nebulosas, grandes nubes de gas y polvo interestelar. Lo que vemos aquí es una salpicadura de estrellas en primer plano, y detrás de ellas, una nube resplandeciente de hidrógeno interestelar: se trata de la materia roja. Los trazos oscuros no indican ausencia de estrellas, sino una región en la que la materia oscura nos impide ver las estrellas que hay detrás. Es en densas concentraciones de esta materia oscura interestelar donde se encuentran en proceso de gestación nuevas estrellas y, como empezamos a saber ahora, también nuevos sistemas planetarios.



Figura 9. Nebulosa de Orion

Una nube inmensa de gas interestelar reluciente y polvo opaco, de la que nacen docenas de nuevas estrellas. La nebulosa tiene unos 40 años luz de diámetro y está a 1.500 años luz. Si miramos hacia la constelación de Orion una noche de invierno, este vivero estelar aparece como la «estrella» central neblinosa de la espada.

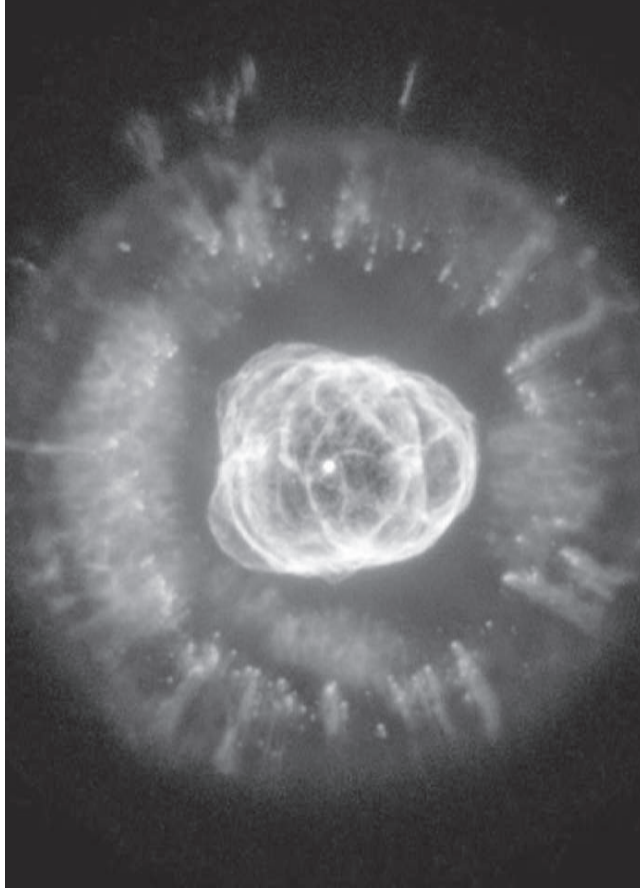


Figura 10. Nebulosa del Esquimal

Hace 10.000 años, esta aureola de gas y polvo formaba parte de la estrella central. La estrella moribunda expulsó entonces sus capas exteriores hacia el espacio en estallidos sucesivos, formando lo que los astrónomos llaman una nebulosa planetaria. Todas las estrellas ordinarias, como el Sol, tendrán finalmente un destino similar.

Esta fotografía es de una estrella agonizante. En el curso de su evolución, ha expulsado sus capas externas en una especie de burbuja de gas expansivo, sobre todo hidrógeno. Las estrellas hacen eso episódicamente, es posible que periódicamente y, cuando lo hacen, plantean graves problemas a los planetas que tienen alrededor. No se trata de algo inusual en estrellas un poco más grandes que el Sol.

Aquí tenemos algo aún más explosivo y peligroso. Es la Nebulosa del Velo. Se trata de los restos de una supernova, una estrella que ha estallado violentamente, y con ella, sin duda, toda la vida existente en cualquier planeta alrededor de esa estrella ha quedado destruida en esa explosión. Incluso estrellas ordinarias como el Sol tienen una secuencia de acontecimientos en la fase más avanzada de su historia que puede causar grandes problemas a los habitantes de sus planetas.

Dentro de unos 5, 6 o 7 mil millones de años, el Sol se convertirá en una estrella gigante roja y engullirá las órbitas de Mercurio y Venus y, probablemente, la Tierra. Ésta, entonces, estaría dentro del Sol y, en comparación, algunos de los problemas que tenemos en estos momentos parecerán modestos. Por otro lado, como está a 5.000 o más millones de años de distancia, no es nuestro problema más apremiante. Pero es algo a tener en cuenta. Tiene implicaciones teológicas.



Figura 11. Nebulosa del Velo
Estos filamentos resplandecientes son una porción de los restos en expansión de una supernova, una estrella que explotó hace unos 5,000 años en la constelación de Cygnus, el Cisne.



Figura 12. Nube de estrellas de Sagittarius
Una región relativamente llena de viejas estrellas hacia el centro de la galaxia de la Vía Láctea.

Hay un número ingente de estrellas. Especialmente en el centro de la galaxia, en dirección a la constelación de Sagitario, el cielo está repleto de soles, en total doscientos mil millones de soles, que forman la galaxia de la Vía Láctea. Hasta donde sabemos, la estrella media no es significativamente diferente del Sol. O, dicho de otro modo, el Sol es una estrella bastante característica de la galaxia de la Vía Láctea, sin nada en ella que llame especialmente la atención. Si retrocediéramos un poco e incluyéramos al Sol en esta imagen no seríamos capaces de decir si es el de la derecha o quizá aquel otro que está en la esquina superior derecha.

Sería fantástico disponer de una fotografía de la Vía Láctea hecha desde una distancia apropiada, pero todavía no hemos enviado cámaras tan lejos, por lo que, de momento, lo único que podemos hacer es mostrar una fotografía de una galaxia en espiral como la nuestra, M31, en la constelación de Andrómeda. Y, en primer plano, observamos estrellas de la Vía Láctea, a través de la cual vemos M31 y dos de sus galaxias satélites.

Ahora imaginemos que ésta es nuestra galaxia. Hay una gran concentración de estrellas en el centro, tan cerca unas de otras que no podemos distinguirlas individualmente. Vemos esas espirales de gas oscuro y polvo en las que principalmente se forman nuevas estrellas. Si esto fuera la galaxia de la Vía Láctea, ¿dónde estaría el Sol? ¿Estaría en el centro de la galaxia, donde está claro que las cosas son importantes, o al menos bien iluminadas? La respuesta es no. Estaríamos en alguna parte alejada de éste, en la extrema periferia, donde no se produce la acción. Ocupamos un lugar muy poco notable y atractivo en esta gran galaxia de la Vía Láctea, pero, desde luego, no es la única galaxia. Hay muchas otras, un gran número de ellas.