



LECCIONES Y EXPERIENCIAS PARA INICIARSE EN ASTRONOMÍA

9. LAS ESTRELLAS

Dejemos ya el Sistema Solar. El Universo es algo infinitamente más grande que nuestro sistema y, en consecuencia, ofrece aspectos tanto o más interesantes que nuestros astros vecinos.

Estructura universal

Podríamos afirmar que el Universo está estructurado como los países: El niño suele vivir en una casa o en un piso de una ciudad o un pueblo. La casa o el piso es «su» Sistema Solar. Él sería el Sol y alrededor suyo tiene a sus familiares o a sus cosas, que serían como los planetas o los satélites. Más allá hay otras casas u otros pisos, con otras tantas familias que configuran otros sistemas planetarios, también con sus soles y sus planetas.

Pero el gran conjunto de casas y bloques de pisos constituye el pueblo o la ciudad. En el Universo a estos conjuntos los denominamos «galaxias», que, como en el símil, pueden ser pequeñas o grandes. Luego, un montón de ciudades y pueblos que para nosotros constituyen un país, en el Universo son un «cúmulo» o un «supercúmulo de galaxias». Y mientras todos los países constituyen el mundo, todos los supercúmulos de galaxias constituyen el Universo... conocido.

Las dimensiones de todo esto son enormes, imposibles de comprender para el ser humano.

Al principio hemos dicho que si nuestro Sol fuera una canica de 1 centímetro de diámetro, la estrella más próxima estaría en Zaragoza, a 300 kilómetros de distancia. Esto sería en el caso de la más próxima, la que «está aquí mismo». Hay estrellas muchísimo más lejanas que forman parte de nuestra propia galaxia (o sea, que están dentro de «nuestra ciudad»), pero luego las demás galaxias, a su vez, están muy lejos, como lo están de nosotros las otras ciudades del mundo.

La velocidad de la luz

Cuando se lanza a lo lejos una piedra, tarda un cierto tiempo en llegar al suelo o en chocar con un obstáculo, aunque ese tiempo sea muy breve. La piedra ha necesitado un tiempo para hacer el viaje desde la mano que la lanzó hasta su destino.

Las estrellas, como el Sol, emiten luz. Son las «lámparas» que iluminan el espacio. La luz está hecha de partículas, como «bolitas», llamadas «fotones». Cada fotón es, pues, como la piedra, que necesita un cierto tiempo para viajar desde la estrella que lo ha fabricado hasta donde vaya a parar. La velocidad a que viajan los fotones es enorme; es la velocidad más alta conocida: recorren 300.000 kilómetros en un segundo.

No hay nada en el Universo que pueda viajar igual o más deprisa que la luz.

Experiencia:

Ahora un poco de matemáticas elementales, con o sin calculadora:

1 • Mientras la piedra que hemos lanzado ha recorrido 10 metros en 1 segundo, los fotones de luz recorren, en el mismo tiempo, 300.000 kilómetros. ¿Cuántas veces va más deprisa la luz que la piedra?

2 • Desde el Sol hasta la Tierra median 150.000.000 kilómetros. ¿Cuántos segundos tarda la luz en recorrerlos? ¿Cuántos minutos?

3 • ¿Cuántos kilómetros recorre la luz en un año?

4 • ¿Cuántos kilómetros hay desde el Sol hasta la estrella más próxima, sabiendo que la luz tarda 4,3 años en recorrer esta distancia?

(Las respuestas están al final de este apartado).

Unidad de medida

En nuestra vida cotidiana utilizamos el metro o el kilómetro como unidades de medida de longitudes, pero en el Universo ambas unidades son demasiado pequeñas, como se ha podido comprobar con los ejercicios precedentes. Por eso los astrónomos utilizan el «año luz» como unidad básica de medida para las distancias estelares. El tamaño en kilómetros del año luz ya lo habéis calculado en el ejercicio 3).

¿Qué son las estrellas?

Respuesta: soles.

Recordatorio de conceptos básicos:

Todas las estrellas son astros del mismo tipo que nuestro Sol o, lo que es lo mismo, el Sol es una estrella. Su proximidad a nosotros hace que la veamos grande y que nos transmita calor.

Todas las estrellas siguieron un proceso de formación como el del Sol: nacieron de nebulosas compuestas por gas y polvo, formando primero una condensación, llamada «**protoestrella**», que al aumentar de densidad comenzó a calentarse y a emitir energía (luz y calor)

Pero no todas las estrellas son del mismo tamaño que el Sol.

¿Tienen puntas las estrellas?

A fuerza de dibujar las estrellas con cinco o seis puntas, los pequeños acaban desconcertados cuando se les explica que son como el Sol y que tienen forma de globo. Pero es que, además, ven a las estrellas con puntas en muchas fotografías (fig. 31).

Las puntas de las estrellas que aparecen en las fotografías son debidas a la difracción de la luz producida por la araña (soporte del espejo secundario) en los telescopios reflectores. Las arañas de cuatro brazos dan lugar a cuatro puntas, pero las de tres brazos dan lugar a seis puntas. Cuando uno llora y mira una luz, también la ve con puntas porque las lágrimas en los ojos producen un efecto similar.

¿Y el centelleo?

La luz que emiten las estrellas es constante. Las posibles oscilaciones intrínsecas (caso de las estrellas variables) no pueden advertirse más que con observaciones metódicas y continuadas durante largo tiempo. Por tanto, el centelleo (o chispeo) que vemos muchas noches no es un fenómeno propio de las estrellas sino un fenómeno óptico producido por nuestra atmósfera. Los astronautas, estando en la Luna, jamás veían centellear a las estrellas.

El centelleo, además de producir la sensación de que la luz de las estrellas vibra, también da la apariencia de que las estrellas tengan puntas, especialmente las más brillantes, tanto si se miran a simple vista como con el telescopio.

Suele decirse que las estrellas centellean y los planetas no. El fenómeno, en realidad, afecta por igual a unas y otros; lo que ocurre es que las estrellas, por estar tan lejos, siempre son puntos muy pequeños (independientemente de su luminosidad), mientras que los planetas, por estar cerca, se ven más grandes. Al tener imágenes más grandes, el efecto atmosférico se hace menos evidente a simple vista; sin embargo con el telescopio se ven con una continua agitación y borrosidad (turbulencia)

Tamaño de las estrellas

El Sol es una estrella de tamaño mediano, tirando a pequeña. Las hay mucho más grandes y también mucho más pequeñas. Las hay más calientes y las hay más frías (en realidad habría que decir «menos calientes»).

Hay estrellas que «viven» durante poco tiempo y las hay que son muy longevas (el Sol es de éstas últimas) porque transcurren miles de millones de años antes no se les termina su combustible (el hidrógeno, principalmente). La duración de la vida de una estrella depende de su masa, es decir, de su tamaño: Paradójicamente, las de



Fig. 31.- Las estrellas más luminosas aparecen en las fotografías con puntas o sin ellas dependiendo del tipo de telescopio utilizado.

gran masa tienen una vida muy corta; las medianas, como el Sol, tienen la vida larga. El Sol hace cinco mil millones de años que se formó y aún le quedan otros cinco mil millones de años de vida.

El color de las estrellas

Las estrellas son de colores, aunque casi nadie se da cuenta de ello si antes no se lo han dicho. De todos modos, una estrella calificada de «roja» se ve en el cielo de un color anaranjado suave, mientras que una estrella «azul» se ve blanco-azulado. La causa es que a nuestros ojos les resulta difícil distinguir los leves contrastes cromáticos cuando hay bajos niveles de luminosidad. No así a la fotografía: las imágenes del cielo suelen mostrar a las estrellas con los colores perfectamente contrastados (fig. 32).

El color de las estrellas depende de la temperatura que éstas tengan en su superficie. Las estrellas más calientes emiten luz de color blanco o azul; las más frías, de color rojo. Las intermedias, como el Sol, de color amarillo.

¿Sorprende saber que el Sol es una estrella amarilla? Digamos que es de un amarillo suave.

Experiencia:

Vamos a suponer que en el techo o en pared de la cocina (o de otra estancia) hay un fluorescente blanco (debe ser blanco-blanco, no como los tubos fluorescentes calificados «de luz natural»), y que el techo está, a su vez, pintado de blanco. Supongamos, también, que en la estancia hay una ventana o una salida exterior a la que da la luz del Sol.

Se enciende el fluorescente. Luego se coge un espejo de mano y se juega «al ratón», de modo que se envíe «el ratón» de luz solar al techo, junto al fluorescente. Se verá que, entre ambos, hay una considerable diferencia de color; tanto es así que el fluorescente (que es blanco) ahora, por un efecto óptico, da la impresión de ser azulado. Lo que ocurre es que la luz «del ratón» (o sea, la luz solar) no es blanca, sino suavemente amarillenta.

Si el experimento falla es que, sin saberlo, se tiene un fluorescente «de luz natural». (Fig. 33).

Explicación con ejemplo:

Al aumentar mucho la temperatura de cualquier elemento, éste se pone incandescente y emite luz y calor. Al principio emite una ligera luz marrón, que es la que requiere una temperatura más baja. Luego, a medida que la temperatura aumenta, pasa a emitir luz roja, anaranjada, amarilla y, finalmente, con una temperatura altísima, luz blanca.

Los forjadores lo saben muy bien: cuando en la fragua ponen candente un hierro, primero se vuelve marrón, luego rojo y luego naranja o amarillo, que es cuando lo trabajan en el yunque. Cuando se exceden de temperatura, el hierro se pone «al rojo blanco» (una expresión incorrecta, pero popular). Asimismo, quienes trabajan con soldadura eléctrica producen en el metal una temperatura tan elevada que su incandescencia es de color blanco azulado, con una intensidad tal que les obliga a proteger su visión con filtros oscuros como los que se utilizan para mirar el Sol.

Las estrellas rojas tienen una temperatura superficial de unos 3.000° , las amarillas, como el Sol, unos 6.000° , las blancas unos 10.000° y las azules, temperaturas muy superiores.

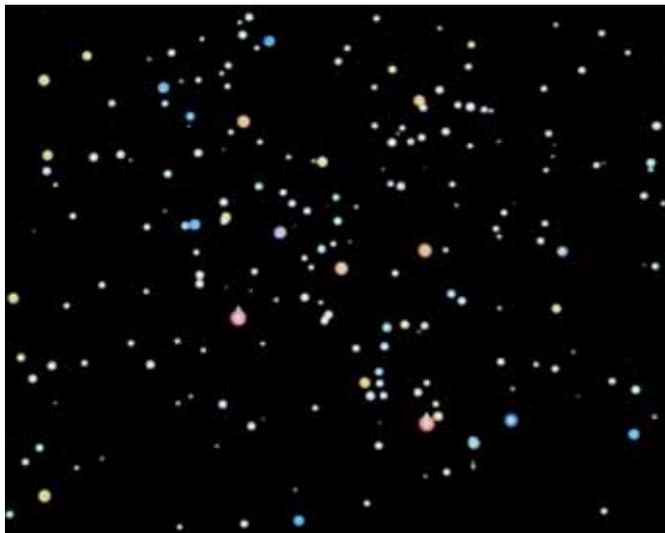


Fig. 32.- Fotografía de un grupo de estrellas (cúmulo M 67) en la que se advierten los diferentes colores.



Fig. 33.- Jugando al «ratón»: Proyectando con un espejo de mano la luz del Sol sobre una pared blanca y al lado de un tubo fluorescente blanco, se advierte que la luz solar no es blanca, sino ligeramente amarillenta.

Experiencia:

Observar por la noche a simple vista el color de las estrellas. Debe ser una noche relativamente transparente y limpia, sin nubes ni neblinas.

El mejor modo para advertir el color de las estrellas es comparar entre sí a dos de ellas que sean brillantes y que tengan colores opuestos (por ejemplo: rojo y azul). Si no se conocen, se pueden localizar fácilmente con la ayuda de un planisferio celeste (más adelante trataremos sobre ello). Proponemos una serie de estrellas para ser observadas en las primeras horas de la noche:

Invierno o primavera:

Alfa Orionis, Betelgeuse (roja), con Beta Orionis, Rigel (blanca).

Alfa Orionis, Betelgeuse (roja), con Alfa Canis Majoris, Sirius (blanco-azulada).

Alfa Tauri, Aldebaran (anaranjada), con Beta Orionis, Rigel (blanca).

Alfa Orionis, Betelgeuse (roja), con Alfa Aurigae, Capella (amarillenta).

Verano u otoño:

Alfa Lyrae, Vega (blanco-azulada), con Alfa Scorpii, Antares (roja).

Alfa Bootes, Arcturus (anaranjada), con Alfa Cygni, Deneb (azulada).

Alfa Aquilae, Altair (azulada), con Alfa Scorpii, Antares (roja).

A través del telescopio, las mejores comparaciones de color se realizan con estrellas dobles cuyas componentes sean relativamente brillantes. Las más típicas son:

Primavera: Épsilon Bootes (amarilla y azul).

Verano: Beta Cygni, Albireo (naranja y azul); Gamma Delphini (amarilla y verde).

Otoño: Gamma Andromedae (amarilla y azul).

Evolución de las estrellas

El que unas estrellas sean grandes y otras pequeñas, el que unas tengan altas temperaturas y otras más bajas, depende de la masa inicial, lo que a su vez determina el proceso de evolución.

Ya sabemos que todas las estrellas nacen en el seno de una nebulosa compuesta por gas (hidrógeno y helio, principalmente) y polvo. Cuando dentro de la nebulosa se inicia una condensación, lógicamente ésta tiene una incipiente fuerza de gravedad que ya es capaz de atraer otras partículas vecinas. De este modo la condensación (protoestrella) va creciendo y va formando un núcleo que aumenta de temperatura a medida que se incrementa su presión (ya lo hemos dicho al principio: cuando se «aprieta» un gas, éste se calienta)

Cuando la temperatura del núcleo llega a unos 10 millones de grados se inicia el proceso de «fabricación» de energía que ya hemos comentado al tratar sobre el Sol, un proceso «termonuclear» que es relativamente parecido al que emplean las centrales nucleares para la fabricación de energía eléctrica. En las estrellas se «enganchan» bolitas (fusión nuclear), mientras que en las centrales se «rompen» bolitas (fisión nuclear)

Para el tutor que quiera ampliar el tema: Las estrellas generan energía por fusión (cadena «protón-protón»), uniéndose cuatro átomos de hidrógeno para formar uno de helio, lo que da lugar a la emisión de radiación γ (gamma)

Aquí será bueno recopilar y recordar lo que ya se ha dicho sobre la generación de energía en el núcleo de una estrella: Al niño que aún no sabe qué son los átomos, se le puede recordar que todo gas está formado por unas pequeñísimas «bolitas» (invisibles por ser tan pequeñas) que no paran de moverse. Cuando el gas se concentra, como es el caso del núcleo de una estrella, las «bolitas» de hidrógeno se acercan tanto entre sí que muchas de ellas se unen de cuatro en cuatro para formar otras más grandes (helio). Al unirse desprenden luz y calor que viaja por el espacio en forma de «fotones» (que son otras «bolitas», aún más pequeñas, a las que antes ya nos hemos referido al tratar sobre la velocidad de la luz).

Equilibrio hidrostático

Ahora se produce lo que pudiera parecer otra paradoja: cuando un gas se calienta, tiende a aumentar la presión y a expandirse.

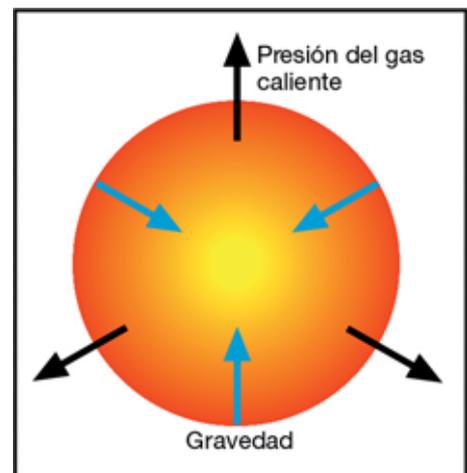


Fig. 34.- Razón del equilibrio hidrostático en una estrella. La gravedad presiona hacia el interior y la presión del gas caliente hacia el exterior.

Según esto, al comenzar a tener el núcleo caliente la estrella que se está formando debería disgregarse y, por lo tanto, no podría existir.

Sin embargo, a la vez ocurre un fenómeno inverso: al ir aumentando la masa central (porque capta más partículas de la nebulosa y porque éstas se comprimen), incrementa la fuerza de gravedad y, en consecuencia, todas las partículas del gas tienden a caer hacia el centro (lo que se denomina «**colapso**»)

Tenemos, pues, dos fuerzas opuestas que actúan a la vez: una que lanza el gas hacia fuera y otra que lo hace hacia dentro (fig. 34).

¿Qué ocurre cuando dos equipos de niños tiran desde los extremos de una cuerda para competir a ver quien es capaz de arrastrar hacia sí al equipo contrario? Si ambos equipos están formados por un mismo número de niños y todos ellos tienen igual fuerza, por mucho que tiren la cuerda no se moverá de sitio.

Si una estrella tiene poca masa (es pequeña), su gravedad es menor que la de una estrella de gran masa; recordemos que la gravedad depende de la masa. En el primer caso no hace falta «fabricar» tanta energía para contrarrestar la gravedad de la pequeña estrella, lo cual implica que su temperatura no es muy alta (a menor energía, menor temperatura) y, en consecuencia, su color será rojizo.

Las estrellas más masivas necesitan mayor producción de energía para equilibrar la gravedad y, por lo tanto, la temperatura es muy alta. Su color es azulado.

La vida de una estrella

No todas las estrellas «viven» el mismo número de años. Es muy fácil de entender:

¿Cuál de esas dos estrellas vivirá más tiempo?: ¿La que tiene una masa pequeña y baja temperatura, es decir, la que desprende poca energía, o la que tiene una masa grande, temperatura muy elevada y un enorme desprendimiento energético?

Cualquier niño responderá correctamente diciendo que la primera se gastará menos deprisa que la segunda y, en consecuencia, vivirá más tiempo.

Una estrella de poca masa tiene menos combustible (hidrógeno) en su núcleo que una de gran masa, pero vive mucho más tiempo porque lo consume lentamente. En cambio, la estrella grande gasta tanto combustible para poder equilibrar la gravedad, que lo consume rápidamente.

Las estrellas pequeñas pueden llegar a vivir unos cien mil millones de años. El Sol (que es una estrella mediana) vivirá unos diez mil millones de años, y las de gran masa sólo puede subsistir unos diez millones de años.

La mayor parte del tiempo de una estrella transcurre apaciblemente transformando átomos («bolitas») de hidrógeno en helio. Es como la vida de una persona: durante unos pocos años se es niño, y cuando se llega a adulto la vida transcurre durante un periodo de tiempo bastante más largo. La vejez vuelve a ser breve.

¿Cómo es la «vejez» de una estrella?

¿Qué ocurre cuando el hidrógeno del núcleo ya se acaba porque todos sus átomos («bolitas») se han convertido en «bolitas» de helio? El proceso es diferente según sea el tamaño de cada estrella:

Estrellas pequeñas

Al terminarse el hidrógeno del núcleo, la máquina disminuye su producción y la temperatura del núcleo desciende. En consecuencia, falla una de las dos fuerzas que mantenían el equilibrio: desde dentro ya no se puede presionar al gas para que vaya hacia fuera y, entonces, como si flaquearan las fuerzas de uno de los dos grupos de niños que tiran de la cuerda, el equipo contrario, vence. En ese caso, la gravedad obliga al gas restante de la estrella a doblarse hacia adentro. La estrella inicia un lento proceso de colapso, sin llegar a calentarse lo suficiente como para permitir que el hidrógeno circundante y otros elementos entren en fusión nuclear. La estrella se irá enfriando y acabará siendo muy pequeña, emitiendo poco calor; será roja y seguirá disminuyendo de temperatura para pasar a emitir una ligera luz marrón... hasta apagarse. Un residuo de materia fría quedará en aquel punto del espacio, sin que pueda verse porque no emite luz.

Estrellas medianas (como el Sol)

Cuando el hidrógeno del núcleo se agota, muy poco antes del final de la vida de la estrella, se inicia también el proceso de colapso, como en el caso anterior. Pero como esta estrella tiene más materia que la anterior, al colapsarse el núcleo por acción de la gravedad ocurre que la temperatura aumenta lo suficiente como para que sea ahora el helio, el gas formado en la transformación anterior del hidrógeno, el que inicia a su vez el proceso de fusión y de emisión de energía. Con ello la estrella vuelve a hincharse durante un cierto tiempo a fin de dispo-

ner de más superficie para dispersar la energía sobrante. El resultado es una estrella «gigante roja». Con el tiempo las capas externas se vuelven inestables y la estrella se expande y se contrae cíclicamente, aumentando y disminuyendo su emisión de luz. Es una «estrella variable». (Nota: si se indica a un niño que una estrella tiene variaciones de luminosidad es muy probable que las confunda con el centelleo, salvo que antes ya se haya explicado bien este fenómeno. Si no ha sido así, véase el principio de este capítulo donde se trata el tema). Tras este periodo de inestabilidad, unido al consumo total del helio, las capas externas acaban perdiéndose por el espacio, y la estrella se convierte en una «enana blanca». Las capas externas, al expandirse, forman un tipo de nebulosa que se denomina impropriamente «**nebulosa planetaria**» porque antiguamente, vistas al telescopio, parecían como discos de planetas (fig. 35).



Fig. 35.- Nebulosa esférica formada en torno a una estrella enana blanca en el último estadio de su vida. A este tipo de nebulosas se las denomina impropriamente «nebulosas planetarias» porque antiguamente, vistas al telescopio, parecían discos de planetas.

Las enanas blancas son estrellas extraordinariamente pequeñas y extraordinariamente densas (pesadas). La materia está tan comprimida en su núcleo que no existe nada en la Tierra que tenga tanta densidad.

Experiencia:

Coger cualquier objeto de poco peso y de 1 cm³ (un dado de parchís, por ejemplo) y dárselo al niño para que lo sopes. Luego darle otro objeto de similar volumen, pero más pesado; por ejemplo uno de los imanes utilizados antes, o una canica de acero, o un tornillo... Verá la diferencia que hay de peso para un volumen similar entre un material de baja densidad y otro de alta. Luego hay que convencer al niño de que la materia de las estrellas enanas blancas es muchísimo más pesada que la bola de acero o el tornillo. Tan pesada que si se pudiera fabricar una canica con materia de estas estrellas, aún tratándose de un objeto tan pequeño, no habría nadie capaz de levantarla del suelo. Una canica de 1 cm³ hecha con la materia de una estrella enana blanca podría pesar tanto como un camión entero, e incluso tanto como un tren.

Por último, la enana blanca va disminuyendo de temperatura muy lentamente, enfriándose y apagándose.

Estrellas muy grandes

Las estrellas que se formaron en nebulosas con gran cantidad de gas y de polvo, adquirieron de inmediato una gran masa, y, en consecuencia, una altísima temperatura. Son las estrellas «**gigantes blancas**» o «**gigantes azules**». Inicialmente tienen masas más de diez veces superiores a la del Sol.

La primera parte del proceso lo efectúan como en el caso del Sol, aunque mucho más rápido: el hidrógeno se transforma en helio y después se inicia la combustión de este último elemento, transformándose en carbono. Pero la enorme presión que hay en el núcleo ocasiona luego la transformación del carbono en oxígeno... Durante una buena temporada va fabricando elementos cada vez más complejos a partir de los restos de los elementos anteriores (...oxígeno, neón, magnesio, sodio, silicio, azufre...) Cada nuevo elemento queda en forma de capa rodeando el núcleo, de modo que la estrella es como una cebolla. El proceso termina generando hierro, puesto que los átomos (las «bolitas») de ese metal, cuando se unen entre sí no emiten energía, sino que la absorben.

En este proceso la estrella puede aumentar su volumen hasta ser 500 veces el del Sol convirtiéndose en lo que se denomina «**estrella supergigante**» roja.

Supernovas

Cuando una estrella supergigante llega a tener el núcleo de hierro, hemos dicho que ya no puede continuar más el proceso de fabricación de nuevos elementos. Entonces, de súbito, explota, produciendo el tipo de cataclismo más grande que puede darse en la Naturaleza. En unos breves instantes lanza al espacio cuatrillones de toneladas de materia y enormes cantidades de energía en forma de luz.

Afortunadamente, las supernovas que detectan los astrónomos son muy lejanas. Si explotara alguna de las

estrellas que vemos en el cielo (porque si las vemos es que están relativamente cerca del Sol), la explosión llegaría a afectarnos a todos nosotros.

La explosión de una supernova sucede de improviso. Donde antes con telescopio no se veía nada o, en todo caso, se veía una estrella muy lejana, aparece en pocas horas una intensísima luz, cuyo fulgor tiene una corta duración: al cabo de breves días comienza a descender, primero de forma rápida, luego más lentamente, hasta que tras unos meses ya emite tan poca luz que, de nuevo, pasa inadvertida.

Después de la explosión lo que queda es un núcleo estelar muy pequeño y extraordinariamente denso, y todo el resto de materia se ha despararramado por el espacio formando una nebulosa. Esta estrella es aún más densa que las enanas blancas, a pesar de que ya hemos dicho que un dado de parchís de materia de las enanas blancas puede pesar más que un camión. A esta estrella generada por la supernova, tan densa y tan pequeña, se la denomina «estrella de neutrones»

Puede verse la simulación de una explosión de supernova en: <http://www.haydenplanetarium.org/hp/vo/ava/movies/S1202suprnova.mpeg> En la fig. 36 se muestra una explosión.

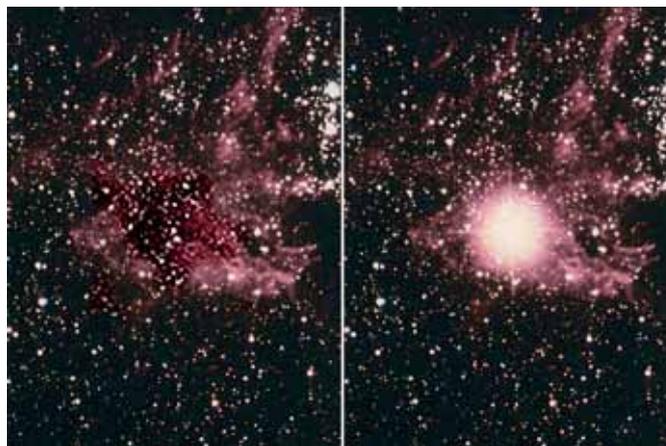


Fig. 36.- Antes y después de la explosión de una supernova sucedida en 1987.

Experiencia

Hay que tocar la mesa, que está hecha, por ejemplo, de madera. Hay que tocar la lámpara, que, a lo mejor, es metálica. Hay que tocar el suelo, que es de silicato... hay que tocar el propio cuerpo. Y hay que formular esta pregunta: ¿De dónde ha salido toda esa materia?

Respuesta: **del núcleo de una o de muchas estrellas.**

Excepto el hidrógeno y el helio, que pueden proceder de cualquier nebulosa, todos los demás materiales se han creado en el interior de estrellas o en la explosión de supernovas. Cuando se produce la explosión todos los elementos se dispersan por el espacio y «ensucian» las nebulosas de las cuales, en el futuro, nacerán nuevas estrellas y, a su alrededor, posiblemente planetas como el nuestro.

Es decir, la mayor parte de las partículas que forman nuestro cuerpo han estado en el interior de alguna estrella.

Supernovas en sistemas dobles

La supernova que hemos descrito se denomina de tipo II, pero hay estrellas que explotan por otras causas. En las de tipo I, el motivo es un robo de comida que, al final, causa un empacho.

En efecto, no todas las estrellas se hallan aisladas en el espacio, como es el caso del Sol. Hay muchas estrellas que están asociadas a otras, es decir, que están próximas entre sí y dan vueltas una en torno a otra de la misma forma a como lo hace un planeta en torno al Sol.

Si la estrella principal es una enana blanca, su fuerza de gravedad es enorme y es capaz de atraer hacia sí la materia de una estrella compañera, que puede ser una gigante roja, es decir, una estrella muy voluminosa. La enana «roba» y se «come» materia de la gigante.

Comer mucho empacha. La materia robada se va acumulando alrededor de la estrella «ladrona». Al aumentar la masa y la temperatura, llega un momento en que también explota. En este caso la explosión es tan intensa como en el caso anterior, pero no queda ni rastro de la estrella.

Agujeros negros

Hemos dicho que una estrella de neutrones es un astro extraordinariamente pequeño y extraordinariamente denso, pesado. El dado de parchís fabricado ahora con materia de estrella de neutrones pesaría mucho más que un tren entero.

Al tratar sobre la gravedad ya hemos dicho que su fuerza depende de la masa. Cuanta mayor sea la masa (o el peso de un objeto), mayor es la capacidad de atracción. Y cuanto más compacta esté (mayor densidad), más se intensifica la gravedad.

Las estrellas de neutrones más masivas se «colapsan» hasta formar lo que se denomina «agujero negro». Pero, ¿qué es un agujero negro?

Explicación:

Para que un cohete escape de la gravedad de la Tierra tiene que despegar a 11 km/s. En la Luna, como tiene menos masa y, por tanto, menos gravedad, un cohete puede despegar con menor velocidad para escapar de su gravedad. En consecuencia, cuanto mayor sea la gravedad, mayor es la velocidad de escape requerida.

Sabemos que la luz viaja a trescientos mil kilómetros por segundo y que nada puede viajar más rápidamente. Si la fuerza de gravedad de un astro es tan elevada que la velocidad de «escape» tiene que ser mayor que trescientos mil km/s, de él no podrá salir nada, ni siquiera su propia luz. Por eso no lo veremos.

Si a este astro se le aproximan partículas de gas o algún otro astro más pequeño, éste caerá forzosamente atraído por la gravedad del principal. Mientras cae emite radiación, pero luego ya no, puesto que entrará a formar parte del agujero negro.

No sólo hay agujeros negros debidos a las explosiones de supernovas. También los hay debidos a enormes concentraciones de materia, como los que están en el centro de galaxias. Es decir, todo objeto de enorme masa y enorme densidad es susceptible de convertirse en un agujero negro, no permitiendo la salida de su luz.

Las agrupaciones de estrellas

Hemos explicado que una estrella nace de una nebulosa, pero normalmente no nace sola. En una nebulosa suelen formarse muchas estrellas a la vez que luego están más o menos agrupadas. Mirando el cielo de noche pueden verse varios de estos grupos.

Hay, fundamentalmente, dos tipos de agrupaciones estelares: las estrellas dobles (o múltiples) y los cúmulos estelares. Ambos obedecen al hecho de que cuando se formaron sus estrellas lo hicieron dentro de una misma nebulosa o una misma masa de gas y polvo. Por eso las estrellas están próximas entre sí, en el primer caso formando un sistema de dos, tres o pocas más estrellas, y en el segundo caso formando grupos de centenares o de millares de estrellas.

Un símil: un sistema estelar doble o múltiple equivaldría a un niño o a una niña con su hermano o con sus hermanos. Un cúmulo equivaldría a todos los niños de una clase o de un colegio.

Experiencia:

De noche y, si hace falta, con la ayuda de un planisferio celeste, localizar a simple vista grupos de estrellas de ambos tipos. Unos binoculares pueden ser, en este caso, un instrumento muy útil; también lo puede ser el telescopio, a pocos aumentos, para mirar cúmulos y a mediana potencia para mirar sistemas dobles.

Estrellas dobles:

En invierno o primavera:

Zeta Ursae Majoris (magnitud 2ª) (*). Separación: 12'.

Theta Tauri (magnitud 3,5). Separación: 6'.

Theta Orionis (magnitud 5ª, 5ª, 5ª y 7ª). Célebre «Trapecio», sistema cuádruple. Con telescopio.

En verano u otoño:

Beta Sagittarii (magnitud 4ª) (*). Separación: 22'.

Gamma Ursae Majoris (magnitud 3ª) (*). Separación: 17'.

Zeta Scorpii (magnitud 4ª). Separación: 8'.

Mu Scorpii (magnitud 3ª). Separación: 6'.

Épsilon Lyrae (magnitud 4ª). Separación: 3'.

(El asterisco * indica que estas dos estrellas no son, en realidad, un sistema físico, sino un «par óptico», es decir, dos estrellas que aparecen juntas por efecto de perspectiva. Pero pueden servir perfectamente como ejemplo del aspecto que tienen los sistemas dobles).

La separación se indica en minutos de arco ('). La Luna tiene un diámetro aparente de 30'.

Cúmulos abiertos:

En invierno o primavera:

Doble Cúmulo (Perseus). Con binoculares o telescopio.