

SEGUNDA UNIDAD
EVOLUCION DE LA MATERIA

OBJETIVO PARTICULAR

El alumno, al terminar la unidad en el tema:

I. EVOLUCION DEL UNIVERSO.

1. Conocerá acerca de la evolución del universo y de nuestro sistema solar, así como el posible origen de los elementos.
2. Conocerá la composición química de la materia viva a partir de los elementos y compuestos simples.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

El alumno, por escrito en su cuaderno, al terminar la unidad, en el tema:

I. EVOLUCION DEL UNIVERSO.

- 1.1 Explicará el origen y evolución del universo.
- 1.2 Explicará la conclusión a la que llegó Edwin Hubble y el experimento realizado por George Gamow.
- 1.3 Citará los fundamentos de las teorías: De la gran explosión y del estado continuo.
- 1.4 Citará el artefacto construido por los doctores Penzias y Wilson en qué forma apoyó la teoría de la gran explosión.
- 1.5 Explicará el mayor argumento en contra de la teoría del estado continuo.
- 1.6 Explicará el origen y evolución del sistema solar.
- 1.7 Citará los fundamentos de las teorías de la colisión y de la condensación.

- 1.8 Explicará el origen y evolución de la corteza y atmósfera terrestre.
- 1.9 Citará los descubrimientos astronómicos acerca del estado actual y futuro del sol.
- 1.10 Explicará el origen y evolución de los elementos importantes para esclarecer el origen del universo.

INTRODUCCION

En esta unidad veremos cuál fue el posible origen del universo y de nuestro sistema solar, ya que son muchas las teorías que han sido enunciadas sobre este tema, aquí tomaremos en cuenta sólo algunas de ellas por considerar que son las más importantes.

Conoceremos también las bases que permitieron a los estudiosos del cosmos enunciar el constante movimiento del universo y sus cambios.

Además nos percataremos de la estructura de la materia desde los componentes del Atomo hasta los que forman los compuestos inorgánicos y orgánicos que son parte fundamental de los seres vivos.

EVOLUCION DEL UNIVERSO.

A. Teorías Sobre el Origen del Universo.

Muchas veces, cuando observamos una montaña, una roca o tomamos una piedra entre las manos, nos preguntamos: ¿Cómo y cuándo se formó? ¿Qué edad tiene? Lo mismo sucede cuando fijamos la vista hacia el infinito, a lo que llamamos "cielo" y observamos una gran cantidad de estrellas, de inmediato surgen las siguientes preguntas: ¿Cuántas estrellas habrá? ¿En cuántas de "ellas" existirá vida? En el hombre a través de los siglos, siempre ha estado presente la idea de que la tierra no es el único planeta donde hay vida, ya que éste no es más que uno de los nueve que giran alrededor de una estrella llamada sol, y es parte de una gran agrupación de estrellas que en conjunto forman una galaxia y la nuestra no es más que una de las miles que forman el universo.

Conociendo este panorama del universo quedan muchas dudas por aclarar, por ejemplo, ¿Cómo se originó? ¿Cómo ha evolucionado? ¿Qué forma tiene? Tratando de encontrar la respuesta a estas preguntas, citaremos algunas teorías más importantes de científicos con renombre que han dedicado gran parte de su vida a estudiar el origen del universo.

Dentro del campo de la Cosmología, que es el estudio del origen, estructura y evolución del universo, encontramos que el astrónomo Norteamericano Edwin Hubble, (fig. 5) después de años de estudios anunció en 1929 haber llegado a la siguiente conclusión: El universo visible (cientos de millones de galaxias) no es inmóvil sino que se dilata en todas direcciones de un modo uniforme o sea que está en constante expansión.

Esto se puede comparar en forma visual con el experimento realizado por el científico Ruso George Gamow, representando las galaxias como puntos marcados en un globo de hule, a medida que se infla se puede observar que los puntos se alejan entre sí.

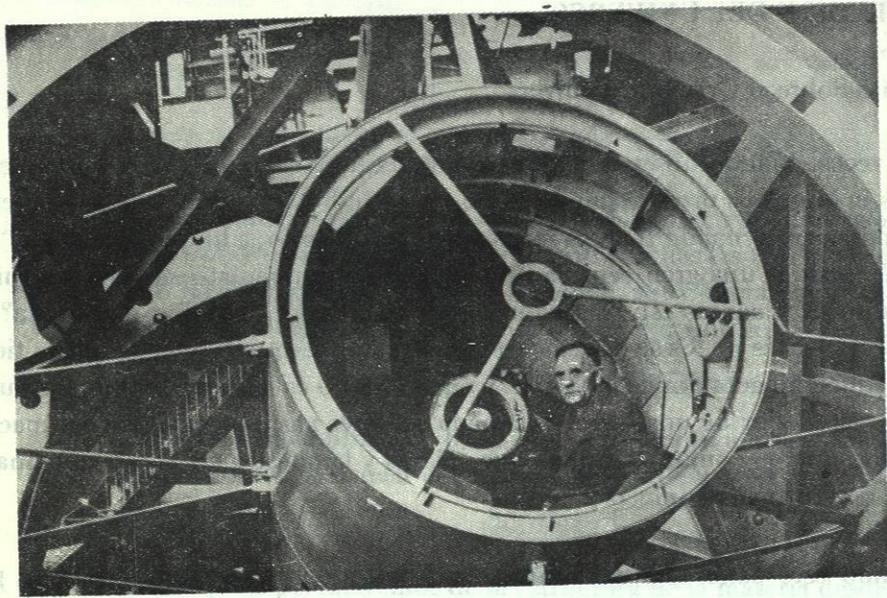


Fig. 5. Telescopio de Edwin Hubble, de gran ayuda para la Biología.

Por válida y necesaria que sea la ley de expansión de Hubble, hay muchos de interpretar sus consecuencias; la conclusión tradicional es que tanto el universo como su expansión comenzaron hace 13,000 millones de años. Existe otra teoría, sostenida por teóricos Británicos, según la cual, el universo está ensanchándose sin cambios: Comienza constantemente y constantemente muere con fuerzas misteriosas crean materia nueva y nuevas galaxias para llenar los vacíos creados por la expansión.

Estos dos conceptos opuestos dan lugar a las dos teorías más importantes que intentan explicar el origen, contenido y forma del universo: 1. La teoría de la gran explosión (Gamow 1951). 2. La teoría del estado continuo (Fred Hoyle, Herman Bondi y Tomas Gold 1952).

La teoría de la gran explosión, sugiere que la expansión del universo es la consecuencia de una gran explosión ocurrida hace muchos millones de años, donde toda la materia ahora presente en las galaxias y constelaciones se encontraba colapsada dentro del espacio de un enorme globo de materia primaria cuya temperatura y presión, eran bastante altas (Temperatura superior al billón de grados centígrados) Gamow dió el nombre de "Ylem" a este globo. La materia se encontraba disociada en neutrones, pero a medida que este gran globo se expandía la temperatura y la presión bajaron hasta un punto en el cual los neutrones se disociaron en protones y electrones, los cuales se pueden combinar para formar elementos estables.

Bajo la influencia de la fuerza gravitacional, la tremenda fuerza de expansión y las masas turbulentas de gas con sus altas temperaturas se rompen en "Bolsas de Gas". Cada una de estas bolsas continúa su movimiento del centro de la explosión hacia el espacio, dentro de cada bolsa de gas, los gases siguen con su turbulencia y se forman esferas más densas que finalmente se condensan para formar estrellas.

El profesor Robert Dicke en 1965 supuso que si esta teoría es correcta, al principio de la evolución del universo sólo existía una forma de materia densa, caliente y repleta de una intensa radiación, que bajó a medida que el universo se expandía y que los restos de la irradiación de la gran explosión deberían existir en la actualidad y podrían ser detectadas con una sensible antena de radio. Los doctores Arnold Penzias y Robert Wilson (fig. 6) ya habían construido una antena para la recepción de las comunicaciones del programa de satélites, pero sus recepciones recibían una gran radiación que provenía de todas las partes del universo. Penzias y Wilson no supieron explicar que estas irradiaciones provenían de la gran explosión sucedida, según cálculos, 10,000 millones de años antes.

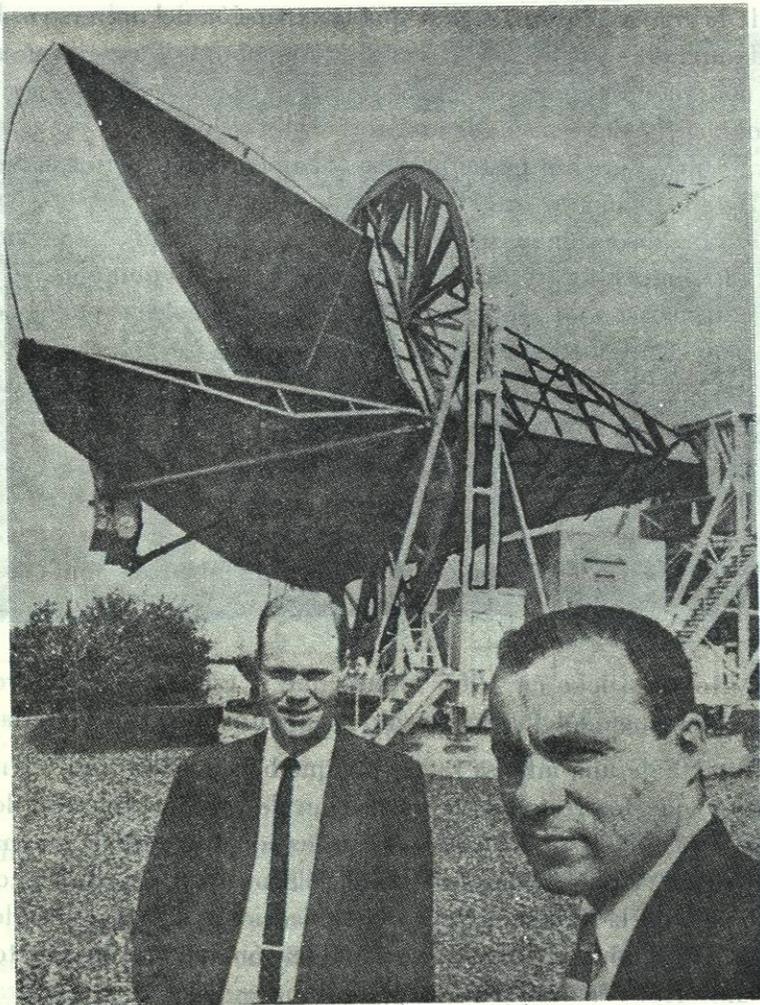


Fig. 6 Antena mediante la cual se reciben las irradiaciones de la gran explosión. Penzias (izq), Wilson (der.)

La teoría del estado continuo sostiene que el universo es más o menos igual, no sólo en cualquiera de sus partes sino también en todo tiempo. Esta teoría fué vista primeramente por Tomas Gold, quien sugería que el Hidrógeno nuevo se crea constantemente de la nada en todo el universo; expuso esta teoría a Hoyle y Bondi, astrónomos ingleses, quienes se unieron a él para desarrollar sus conclusiones de que "El universo se puede mantener en un estado de perpetuo equilibrio, sin principio ni fin".

Al afirmar que puede producirse nueva materia constantemente piensan que las leyes físicas normales se encargarán del resto. La nueva materia crea una presión que obliga al universo a dilatarse sin cesar, entonces se condensa y llenan los vacíos que deja la expansión.

Los cosmólogos que se oponen a esta teoría arguyen que no hay evidencia científica de que se pueda formar materia-energía y agregan que la cantidad de materia-energía del universo nunca cambia, basándose en el principio de la conservación de la materia, que especifica que ésta no se crea ni se destruye sino que sólo se transforma.

Algunos científicos apoyan la teoría del estado continuo, pero como afirma que se crea algo de la nada y que el universo adquiere dimensiones cada vez más grandes e infinitas sin tener jamás que pagar nada a cambio del crecimiento de su materia-energía, otros científicos la rechazan. El argumento mayor contra dicha teoría, es que no predice ninguna disminución en el ritmo de crecimiento en dimensión, sin embargo las mediciones hechas hasta hoy de distintas galaxias sí indica una disminución.

B. Origen y Evolución del Sistema Solar.

La razón y fin de nuestro sistema solar, eje de cometas, asteroides y planetas, fuente de toda energía, autor de sus cambios, producto de sus movimientos principales, luz, masa suprema y sustento de la vida; es el Sol. Pero a la luz de los conocimientos modernos, el Sol, nuestra estrella más cercana, el gran monstruo diatoma de cuantos planetas sólidos y cometas lo rodean, se ha convertido en una luciérnaga entre billones de astros. El Sol, con un diámetro de 1,390,000 Km sólo es incomparablemente mayor que cualquier planeta, (fig. 7) sino, además, 2,000 cuatrillones de toneladas son de gas. Aún en su núcleo, bajo el aplastamiento de millones y millones de kilómetros cúbicos del material que está en sus átomos retienen la capacidad de vagar libremente y de soportar una inmensa presión. Lo único que evita que el centro del sol se desintegre y se convierta en un cuerpo sólido es su energía, torrentes enormes de energía que elevan el calor interno hasta 14,000.000 de grados centígrados y calientan no sólo la enorme atmósfera gaseosa del sol, sino también todo el sistema solar.

Una estrella, nueve planetas, 32 satélites, miles de asteroides y miles de millones de cometas; son los elementos básicos del sistema solar. El sol contiene el 99.8 del total de la materia que conforma el sistema solar, es su núcleo y gobierna los movimientos de los planetas y otros cuerpos.

Las teorías más importantes que existen sobre el origen del sistema solar son:

1. La teoría de la Colisión.
2. La teoría de la Condensación.

Las dos muestran grandes interrogantes que para el hombre han sido difíciles de resolver, pero en la actualidad gracias a los conocimientos obtenidos en los viajes espaciales, se podrá en un tiempo no muy lejano resolver estas interrogantes.

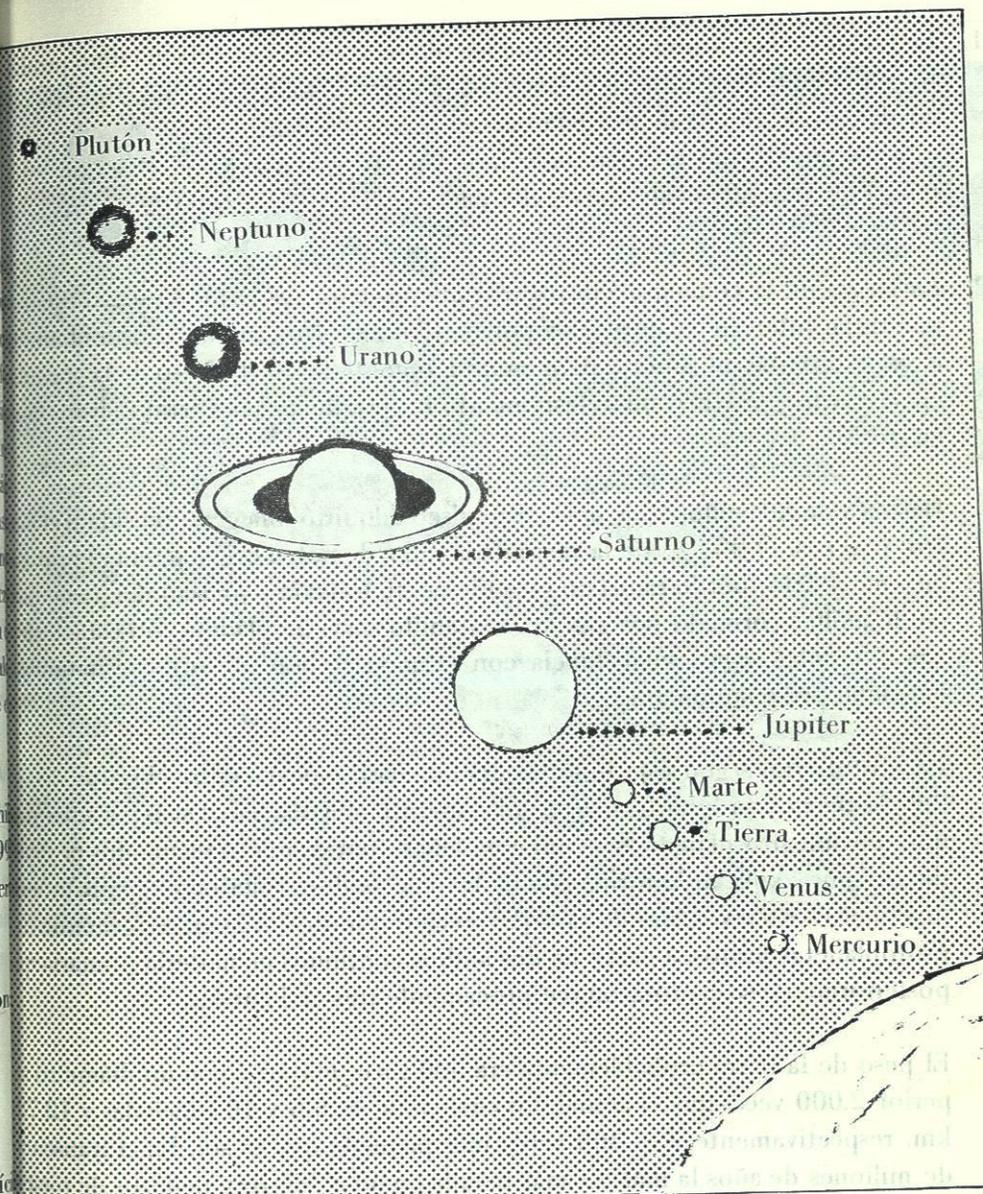


Fig. 7 Tamaño relativo de los planetas con relación al Sol.

1. La teoría de la colisión expone que los planetas tienen su origen como producto del choque entre dos estrellas cercanas (el sol y otra estrella). Durante el encuentro, la fuerza de gravedad arrancó grandes cantidades de gas de las estrellas, quedando este gas bajo la influencia gravitacional del sol, mientras que la otra estrella se alejaba en el espacio.
2. La teoría de la condensación plantea que los planetas y satélites se forman a partir de una nube interestelar de gases y polvo. (fig. 8) . Durante muchos millones de años, esta nube fue amorfa pero en un momento dado el efecto de la gravedad en el centro, provocó un aplastamiento hasta quedar convertido en un disco giratorio.

Después de 80 millones de años, este disco adquirió una gran densidad; el centro, con casi el 90 % de la masa de la nube de polvo original, era el protosol enorme y frío, por lo tanto no incandescente todavía y presentaba un conjunto de anillos formado por gases. Cada anillo sería un planeta con características diferentes según su distancia con la masa central (el sol) y la naturaleza exacta de sus componentes.

La prototierra, según esta hipótesis, era un caso especial entre el grupo de planetas; la tierra y la luna formaron un conjunto singular en el sistema solar que ningún otro planeta tiene un compañero tan grande. Existen dos posibilidades que explican la formación de la luna: se desarrollaron en la prototierra dos núcleos cada vez más densos que crecieron juntos, o bien, se formaron protoplanetas juntos, a partir de dos anillos continuos de materia primaria que posteriormente se capturaron recíprocamente tras casi chocar.

El peso de la tierra probablemente era 500 veces mayor y con un diámetro superior 2,000 veces que el actual, los cuales son de 6.6×10^24 toneladas y 12,700 km. respectivamente y es 300 veces más pequeña que el sol. En el transcurso de millones de años la materia más pesada como el hierro y pedazos de rocas han ido acomodando en el interior de la tierra, formando su núcleo. Algunos gases (H y He) y líquidos (H_2O) han escapado para formar la atmósfera, en tanto el sol también se contraía alcanzando a su debido tiempo la densidad crítica para sus reacciones nucleares internas comenzando a producir calor.

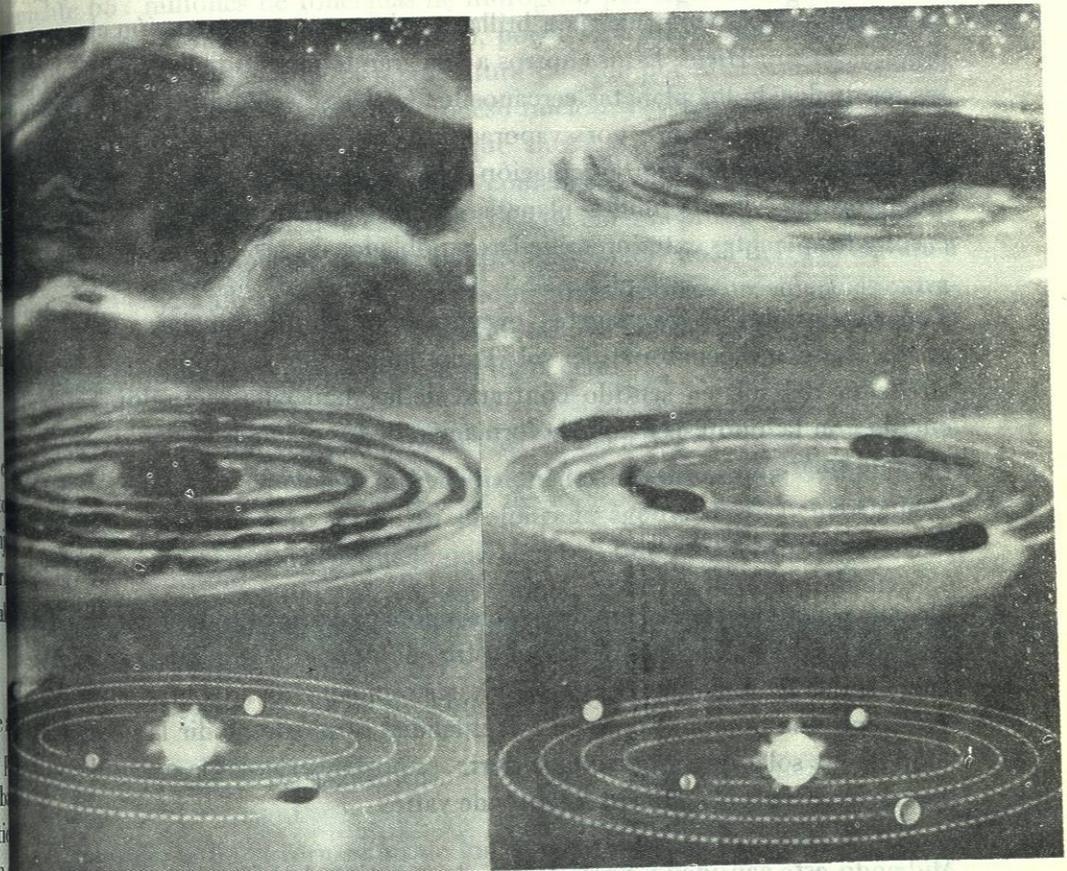


Fig. 8 Evolución teórica de una nube interestelar en un sistema de planetas.

Hasta aquí, todo el proceso había ocurrido en la obscuridad casi total, pero en adelante, el sol comenzaría a brillar y a lanzar por evaporación chorros de la superficie. Estos chorros a una gran temperatura despejaron los gases residuales de los planetas cercanos los cuales se calentaron y la expulsión de los gases se acrecentó por evaporación. Tras varios centenares de millones de años y consumida por la radiación solar, de la mayor parte de sus masas quedaron más que desnudos planetas interiores contraídos y calentados, el sol y los planetas exteriores quedaron poblados de gas.

Todas las órbitas de los planetas, excepto la de Plutón, quedan a unos pocos grados del plano ecuatorial del sol. Todos giran sobre su propio eje y también alrededor del sol, en sentido contrario de las manecillas del reloj. Esto concuerda con la hipótesis de que la formación de los planetas es debido a una explosión solar.

3. Presente y futuro del sol.

La energía que produce la materia consumida en las profundas entrañas del sol se abre paso hacia la superficie del astro, de donde se irradia al espacio; si fuera así, la temperatura del sol se elevaría rápidamente a tal grado que estaría como una bomba. Como en la actualidad se puede medir la pequeña cantidad de luz solar que intercepta la tierra, es posible calcular la energía consumida que irradia el sol: 380 cuatrillones de vatios.

Midiendo esta cantidad y basándose en la ecuación de Einstein en sentido contrario, de energía a masa, los astrofísicos pueden deducir la cantidad de combustible que consume el sol. De este modo se sabe que el consumo se realiza por el proceso de fusión de Hidrógeno, cuánta energía genera el sol, cuál es la temperatura de su superficie, su tamaño, composición química y masa; y con todo ello pueden calcular los límites probables de temperatura y densidad del núcleo. Saben también cuáles son las posibles reacciones nucleares, así como la temperatura requerida y la energía generada por cada una.

La futura evolución del sol ha sido determinada por varios astrónomos, como Martin Schwarzschild y Allan Sandage. Si el sol pudiera continuar gastando

aproximadamente 657 millones de toneladas de hidrógeno por segundo seguiría ardiendo otros 50,000 millones de años. Pero, por desgracia, en un tiempo relativamente corto la elevación de la temperatura causada por el peso de las cenizas sobre el núcleo solar iniciará otro proceso nuclear y el Sol empezará a consumir su combustible con más rapidez que ahora. En unos 5,000 millones de años dominará esta aceleración y el sol comenzará a dilatarse. Su fotosfera se hará más fría por km^2 , más la cantidad total de energía producida será mayor. En unos 1,000 millones de años la temperatura media de la tierra se elevará a unos 540°C y, a no ser que una raza sobrehumana tome providencias extraordinarias e invente protecciones maravillosas, los océanos se evaporarán y el plomo se derretirá por completo, cual si fuera cera.

Más tarde, cuando tal vez ya no haya vida en la tierra, el Sol se encogerá de nuevo y padecerá erupciones que arrojarán destructores rayos Gamma a los restantes planetas exteriores. En su prolongada agonía seguirá encogiéndose poco a poco hasta ser más pequeño que la tierra. Durante cientos miles de millones de años más seguirá enfriándose y finalmente se apagará por completo (fig. 9) y será una masa negra y fría perdida en el espacio. ¿Cómo se jactan los astrónomos de saber tales cosas? Lo saben porque han observado otras estrellas iguales al sol y lo que ha sucedido en ellas.

Origen y Evolución de los Elementos.

Para conocer acerca de la formación de los elementos es necesario saber cómo se forma una estrella y para saberlo tenemos que estudiar la Teoría de la Explosión. Einstein nos da las bases teóricas sobre la formación del Hidrógeno, Helio y sus Isótopos (Deuterio y Tritium), que son los principales elementos para la nueva formación de las estrellas. En el universo se encuentran gran cantidad de nubes de Hidrógeno, así como en el espacio que hay entre una estrella y otra. Cada átomo de Hidrógeno ejerce una pequeña atracción sobre su vecino que evita que la distancia entre ellos; si en una de estas nubes hay la suficiente cantidad de hidrógeno la fuerza de atracción será más fuerte quedando juntas indefinidamente.

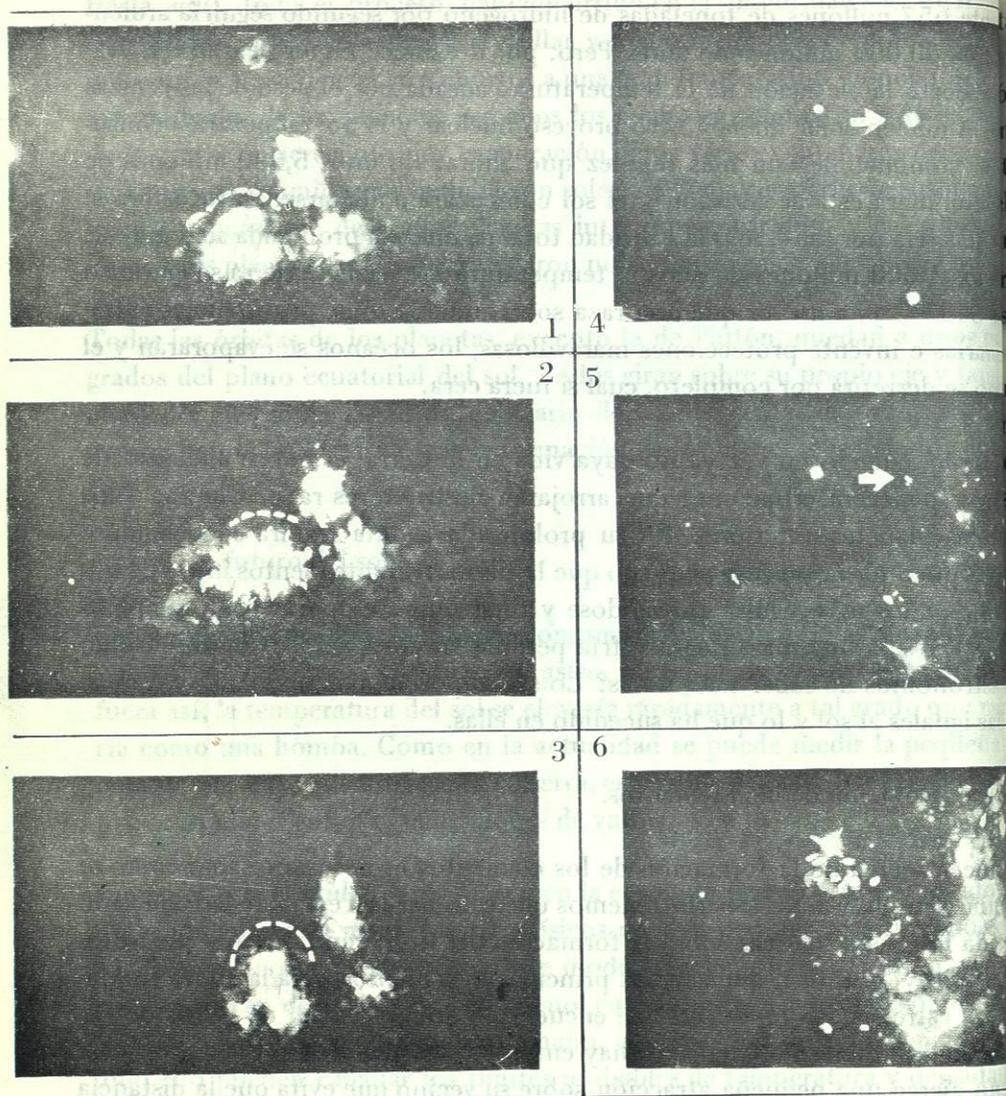


Fig. 9 Secuencia gráfica de una estrella que se apaga.

La nube, con su fuerza gravitacional, atrae otros átomos individuales, aumentando cada vez más su fuerza de atracción al aumentar la cantidad de átomos de hidrógeno; el choque con ellos traerá como consecuencia el aumento de velocidad, aumentando también su energía; este aumento de energía calienta el gas y eleva la temperatura, formándose lo que se conoce con el nombre de "Embrión de Estrella". A medida que la nube de hidrógeno se contrae, baja la presión de su peso influye en un aumento de temperatura llegando hasta 55,000 °C. esta temperatura desaloja los electrones de sus órbitas, transformándose en una mezcla de dos gases que son el Hidrógeno y el Helio.

Para que el hidrógeno se transforme en Helio, es necesario que dos protones se unan a los dos ya existentes. Para formar un núcleo con 4 partículas, 2 de los protones pierden sus cargas positivas para convertirse en Neutrones, dando como resultado un núcleo con protones y dos neutrones. (fig. 10) Esta transformación

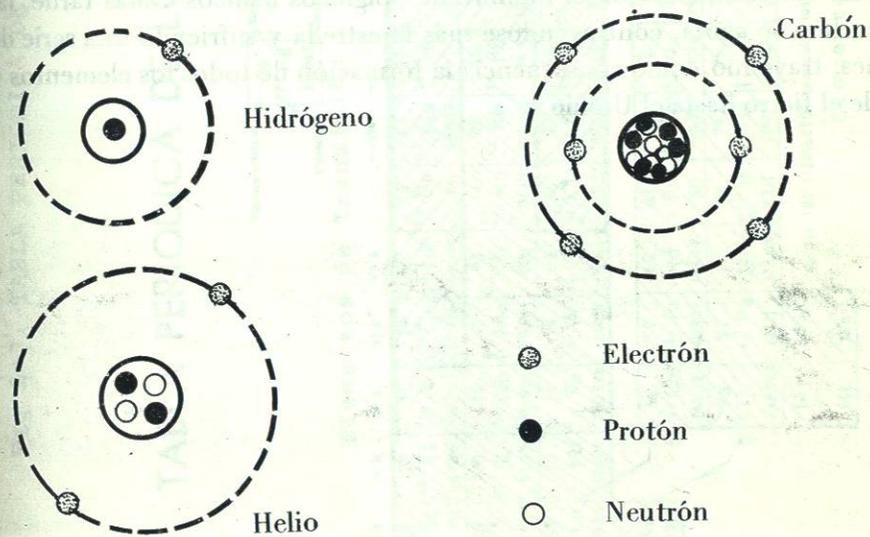


Fig. 10 Estructura atómica de algunos elementos.