Héctor Luna

Palabras 2,411

La Química del Universo y El origen de la vida

Índice

Factores de elementos pesados y de polvo interestelar

03

El nacimiento de la química en las nubes moleculares

05

La aparición de los hielos en el universo

06

La aparición de alcoholes en el universo

07

Nacimiento de las estrellas de tipo solar y sus planetas

08

Elementos caídos del cielo y síntesis prebiótica

09

Los meteoritos y la complejidad química prebiótica en el espacio

10

Perspectivas futuras

12

Glosario

14

Referencias

14

Entender el origen de la vida es uno de los grandes retos que tenemos ante nosotros. Una de las preguntas clave es si la vida ha aparecido solo en la Tierra como resultado de unas condiciones favorables o es un hecho consustancial (que forma parte de las características esenciales de una cosa) a las leyes físicas que rigen nuestro Universo. En la actualidad no tenemos la respuesta, e incluso aún hoy no conocemos cómo surgió la vida en la Tierra y por lo tanto hoy nos adentraremos en los secretos, muchos de ellos todavía muy bien guardados, de la evolución **química** del Universo que muestra cómo las moléculas fundamentales para la vida se pueden formar en las nubes moleculares interestelares.

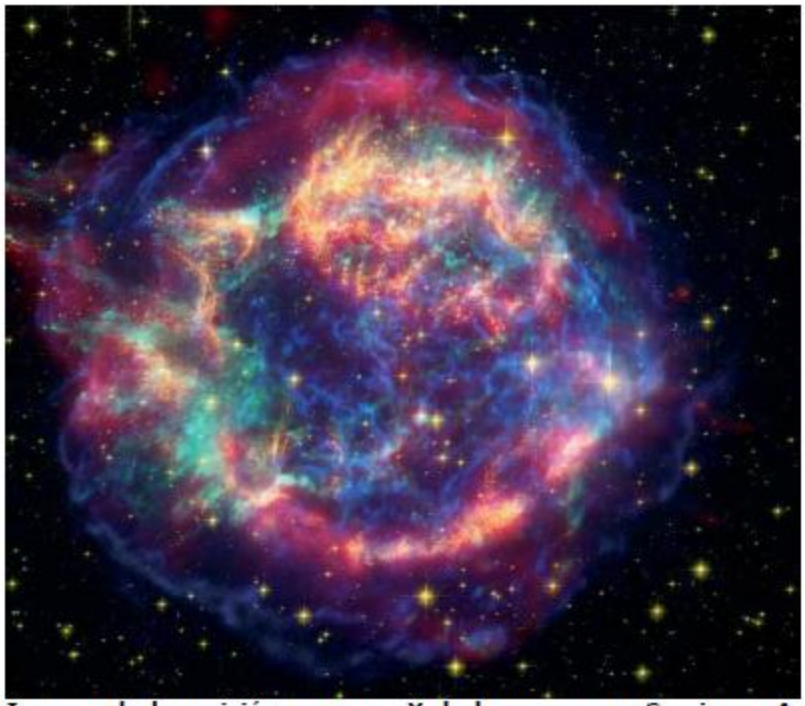


Imagen de la emisión en rayos X de la supernova Cassiopea A. Esta imagen muestra el gas caliente expulsado por la explosión de una estrella masiva.

http://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/wallpaper/PIA03519-1920x1200.jpg

Factores de elementos pesados y de polvo interestelar

Todo comenzó hace unos casi 15,000 millones de años, con la gran explosión que dio origen al Universo con las leyes físicas que lo rigen. Cuando el Universo tenía unos 300.000 años y unos 4.000 grados de temperatura se produjo un hecho importantísimo para la **química**: los núcleos de hidrógeno, helio, litio y berilio capturaron los electrones y dieron lugar a los primeros átomos. En esta época el Universo era químicamente demasiado pobre como para que se pudieran formar moléculas complejas relacionadas con la vida.

Sin embargo, a medida que el Universo siguió expandiéndose y enfriándose tuvo lugar un fenómeno extraordinario y fundamental para la aparición de la vida: la formación de la primera generación de estrellas. En el interior de estas estrellas se generaron, por primera vez, los elementos químicos relevantes para la vida, tales como el ***carbono, el oxígeno, el nitrógeno*** y otros elementos minoritarios fundamentales para la formación de los planetas sólidos.

En tan sólo diez millones de años estas estrellas explotaron, como las supernovas que observamos hoy en día, expulsando cantidades de elementos pesados al medio circundante. Se piensa que en la muerte de estas estrellas se produjo otro hecho fundamental, la formación de los primeros granos de polvo. Al expandirse las capas expulsadas, estas se enfriaron formando en su interior unos minúsculos granos de polvo compuestos fundamentalmente por grafito y silicatos. Los procesos que condujeron a la formación de los granos de polvo en la materia expulsada en las explosiones de supernova son, por el momento, desconocidos.

Los granos de polvo, extraordinariamente pequeños, menores que una milésima parte de un milímetro, son los grandes almacenes de material orgánico. Se estima que contienen el 20% del oxígeno, el 50% del carbono y prácticamente todo el silicio y el hierro de la materia interestelar.

Radiotelescopio de 30 metros de diámetro del Instituto de Radioastronomía Milimétrica situado en la Loma de Dílar en Pico Veleta (Granada). Con este radiotelescopio se ha contribuido de manera fundamental a establecer la complejidad química del Universo

http://www.telescopios.org/img/dummies/slides/iram_02.jpg

El nacimiento de la química en las nubes moleculares

Los minúsculos granos de polvo, los átomos de carbono, el oxígeno y el nitrógeno generados en las primeras estrellas se incorporan a la materia interestelar, cambiando radicalmente la composición **química** de las aglomeraciones de gas donde tiene lugar la formación de la nueva generación de estrellas y planetas. Los pequeños granos de polvo absorben la radiación ultravioleta de las estrellas de manera que esta no penetra en las partes más internas de las nubes de gas y polvo. Así, estas aglomeraciones de gas aparecen como zonas oscuras en las que no se observan estrellas debido a que los granos de polvo absorben la radiación e impiden su observación en el dominio óptico.

Solo se puede penetrar en el interior de las zonas más oscurecidas de estas nubes escudriñándolas en emisión de microondas con grandes **radiotelescopios**. Los trabajos pioneros en radioastronomía (estudia la radiación de los cuerpos celestes) en 1968 detectaron, de manera inesperada, las primeras moléculas triatómicas del espacio interestelar. Moléculas como el amoníaco, el formaldehido y, sobre todo, el vapor de agua, son de hecho de gran relevancia en la **química** prebiótica.

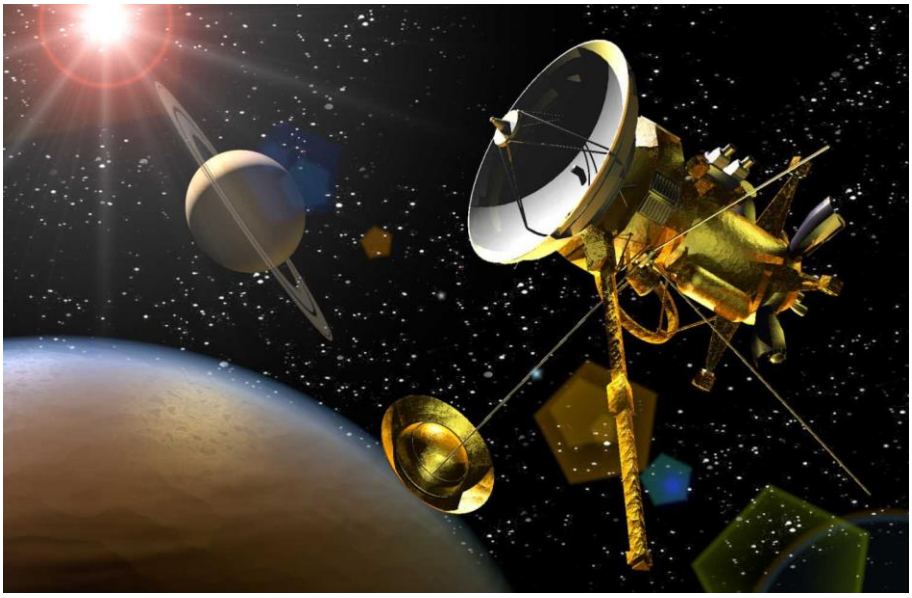
La detección de estas moléculas supuso un gran cambio en nuestra idea sobre la complejidad **química** en el Universo y un reto para establecer los procesos químicos que tienen lugar en el espacio interestelar. En los laboratorios terrestres las reacciones **químicas** más importantes se producen debido a las colisiones entre tres cuerpos. Esto es posible gracias a que las densidades alcanzan el trillón de partículas por centímetro cúbico, muchísimo mayores que las existentes en el medio interestelar, que son del orden de diez mil partículas por centímetro cúbico. La gran pregunta es: ¿qué mecanismo produce una **química** interestelar tan rica en las inmensas y frías nubes oscuras -con temperatura de unos 260 grados bajo cero- y prácticamente en el vacío en regiones protegidas de la radiación ultravioleta?

La aparición de los hielos en el universo

El polvo no solo apantalla el interior de las nubes oscuras de la radiación ultravioleta, tan dañina para las moléculas, sino que, a tan bajas temperaturas, los granos de polvo son pegajosos y pueden actuar como catalizadores de reacciones **químicas**. Todo átomo que choque con un grano de polvo se queda adherido a él. En las condiciones típicas de una nube interestelar, a cada grano de polvo se le pueden pegar unas cien moléculas en tan solo unos diez mil años.

Estos átomos pueden moverse sobre la superficie de los granos y encontrarse con otros átomos, fundamentalmente de hidrógeno, para formar la molécula más abundante del Universo, el hidrógeno molecular; además, gracias a la hidrogenación del carbono, del oxígeno y del nitrógeno, se generan también otras moléculas simples como el CH4 (metano), el NH3 (amoníaco) y el H2O (agua). Estas moléculas recubren el grano de un manto de hielo de agua, amoníaco, metano y monóxido de carbono. En este estadio de evolución la complejidad **química** de las nubes moleculares era ya extraordinaria. Existían moléculas de más de tres átomos, granos de polvo y mantos de hielos tremendamente ricos en compuestos moleculares.

Los **radiotelescopios** han detectado que una complejidad **química** similar a la hasta ahora descrita podría existir cuando el Universo tenía tan solo unos mil millones de años.

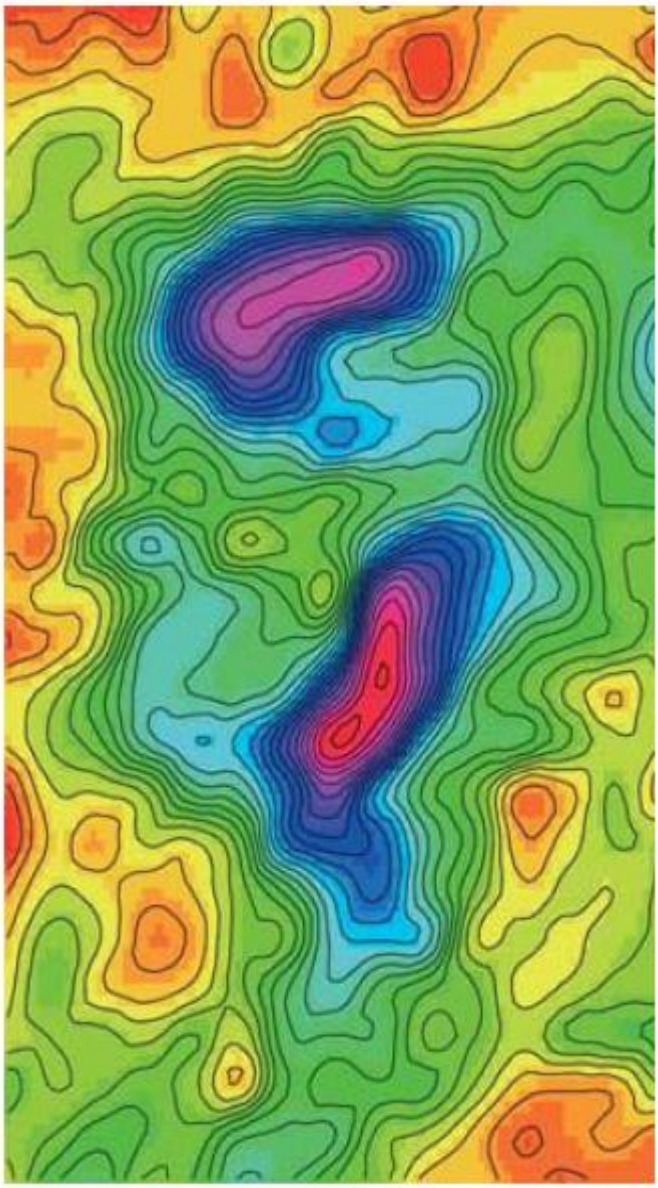


http://www.portalastronomico.com/wp-content/uploads/2012/12/sonda-espacial-huygens.jpg

La aparición de alcoholes en el universo

Otro paso de gran importancia para la evolución hacia un incremento de la complejidad **química** es la formación y evolución de nuevas estrellas en el seno de estas nubes con una gran riqueza **química**. Las estrellas de gran masa, como las que se observan en Orión, emiten mucha radiación ultravioleta que altera drásticamente la composición **química** del gas que las rodea.

En el entorno más cercano a la estrella, la radiación ultravioleta fotodisocia las moléculas, ioniza los átomos, evapora los mantos helados de los granos de polvo e incluso destruye parcialmente el núcleo de los granos. Sin embargo, en las zonas de las nubes un poco más alejadas de la estrella, donde penetra solo una parte de la radiación ultravioleta, los mantos helados están también sometidos a ciertas dosis de radiación ultravioleta.



Distribución del alcohol etílico en una nube molecular gigante situada en el núcleo central de la Vía Láctea. Fuente: Jesús Martín-Pintado (DMIR-IEM-CSIC).

Esta radiación disocia las moléculas de los hielos de agua, amoníaco y metano y propicia la formación sobre los granos de moléculas orgánicas mucho más complejas. Este estado de evolución del Universo fue de gran importancia, ya que se pudieron formar los alcoholes, no sólo el más simple, el alcohol metílico, sino también más complejos como el alcohol etílico. Actualmente se han identificado más de 130 moléculas, algunas de ellas con más de trece átomos. De ellas cabe destacar el amoníaco, el agua, el ácido cianhídrico (liquido altamente voluble), el formaldehido (liquido volátil altamente inflamable) y el cianoacetileno.

Nacimiento de las estrellas de tipo solar y sus planetas

En el seno de estas nubes moleculares tiene lugar el colapso de la materia para formar las estrellas de tipo solar. La formación de una estrella no es el resultado de un proceso simple, sino que viene acompañada de la presencia de un disco de acrecimiento en rotación y de un flujo bipolar que expulsa materia. Dentro de los discos que giran alrededor de las protoestrellas se forman grandes conglomerados, de aproximadamente un kilómetro de tamaño, de material rocoso en su parte interna y de hielos, granos de polvo y gas en la parte externa, conocidos como planetesimales.

http://4.bp.blogspot.com/_Ps2QVGUzjyY/SDJB4Vn65UI/AAAAAAAAB6I/aDyriKInlDc/s400/814406.jpg

Objetos similares a estos conglomerados se pueden observar ahora en el Sistema Solar. Concretamente, los asteroides podrían considerarse como planetesimales rocosos y los cometas como planetesimales helados. Los estudios de los cometas muestran que las moléculas que se evaporan de sus núcleos tienen abundancias muy similares a las encontradas en el medio interestelar, e incluso en algún cometa se han detectado moléculas complejas orgánicas como el metanol.

Elementos caídos del cielo y síntesis prebiótica

Como sugirió Juan Oro en el año 1961, los impactos de grandes planetesimales en las primeras etapas de formación de la Tierra pudieron actuar en ocasiones como agentes destructores de la vida, pero también aportaron grandes cantidades de elementos esenciales para ella. De hecho, la **química** prebiótica parece sustentarse en un pequeño número de moléculas precursoras. El histórico experimento de Miller demostró la capacidad de generar aminoácidos a partir de una atmósfera reductora con moléculas simples como metano y amoníaco sometidas a descargas eléctricas.

Los experimentos de Juan Oro también muestran que una sopa prebiótica, que contenga ácido cianhídrico y amoníaco disueltos en agua, da lugar a los aminoácidos (elementos esenciales de las proteínas) y, más importante aún, a la adenina.

https://rafaelpuente666.files.wordpress.com/2010/11/universo.jpg

Esta molécula juega un papel central en la vida ya que es una de las cuatro bases nitrogenadas del ácido desoxirribonucleico (ADN) y del ácido ribonucleico (ARN) y es un componente de la adenosina trifosfato, la molécula que provee de energía a las células.

Asimismo, en experimentos más recientes se han llegado a formar además las otras tres bases del ADN: ***guanina, tinina y citosina.*** Estos experimentos demuestran que los compuestos necesarios para iniciar la **química** prebiótica se generan en grandes cantidades en el medio interestelar y que es muy factible que fueran suministrados a la Tierra por los cometas y asteroides durante los quinientos millones de años de intenso bombardeo que siguió a la formación del Sistema Solar. Estos compuestos se disolvieron en los océanos dando lugar a la sopa prebiótica.

Los meteoritos y la complejidad química prebiótica en el espacio

Hemos visto que las nubes moleculares son inmensos laboratorios que generan los compuestos moleculares básicos que, disueltos en agua, pueden dar lugar a las moléculas esenciales de la vida: los aminoácidos y las bases nitrogenadas. Afortunadamente, la constante aportación de material orgánico desde el espacio nos permite profundizar aún más en la composición **química** de la materia interestelar y de la materia del Sistema Solar.

En la actualidad caen a la Tierra varios cientos de toneladas de material extraterrestre, la mayoría en forma de pequeñas partículas de polvo y de meteoritos. Estos meteoritos de tamaños intermedios permiten analizar con detalle la composición **química** orgánica de la materia extraterrestre.

Concepción artística del interferómetro que operará a longitudes de onda milimétricas y submilimétricas *Atacama Large Millimeter Array*. Se prevé que este instrumento, que Europa y Estados Unidos construyen en colaboración, esté operativo en el año 2012.

Los meteoritos como el Murchison, el Orgueil y el Allende muestran una gran riqueza de compuestos químicos formados en condiciones abióticas. Concretamente, en el meteorito Murchison se han identificado un gran número de compuestos orgánicos, entre los que cabe destacar al menos 79 aminoácidos, ocho de ellos correspondientes a los veinte de los que se compone la vida en la Tierra. Además, se han detectado dos de las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos; la adenina y la guanina. Más importante aún es la identificación de ácidos grasos que no aparecen de manera simple en la **química** prebiótica realizada en laboratorios terrestres. En condiciones alcalinas, estos ácidos grasos pueden crear las membranas de las primeras células rudimentarias.

A la vista de nuestros conocimientos actuales sobre la complejidad **química** del medio interestelar es muy posible que no solo los compuestos básicos como el agua, el amoníaco, el ácido cianhídrico y el cianoacetileno, sino también los aminoácidos, las bases nitrogenadas y los ácidos grasos que constituyen las proteínas, los ácidos nucleícos y las membranas de las protocélulas, podrían haber sido suministrados por el polvo interestelar, los meteoritos y los cometas.

Se sabe que las primeras evidencias de vida en la Tierra datan de hace unos 3.800 millones de años, en la época en la que la Tierra aún estaba siendo bombardeada con gran intensidad. Todo parece indicar que la vida arraigó con rapidez en la Tierra e incluso es posible que apareciera antes, pero que no prosperara debido a las malas condiciones. Esto podría indicar que los cometas, los asteroides y el polvo interplanetario pudieron suministrar compuestos ya muy complejos que dieron lugar a un rápido desarrollo de la vida debido a la presencia de agua líquida.

http://www.abc.es/Media/201110/20/Bombardeo-cometas--644x362.jpg

Perspectivas futuras

Algunos de los pasos fundamentales descritos hasta ahora son simplemente hipótesis. Pero en los próximos años, el estudio de la aparición y evolución de la vida centrará el desarrollo de nueva instrumentación y de misiones espaciales. Así, por ejemplo, la posibilidad de vida en Marte se abarcará en profundidad

gracias a los programas de exploración de este planeta planeados por la Agencia Espacial Europea (ESA) y por la **NASA**.

Asimismo, el telescopio espacial Herschel de la ESA abrirá por primera vez la ventana del infrarrojo lejano y permitirá estudiar la abundancia del agua en el Universo. La construcción, entre Europa, Norteamérica y Japón, del interferómetro a longitudes de onda milimétricas y **submilimétricas** Atacama Large Millimeter Array (ALMA) nos permitirá hacer un censo mucho más completo de las moléculas existentes en el medio interestelar y comprender mejor los procesos que dieron lugar a la formación y evolución de los planetas y la complejidad **química** necesaria para entender la aparición de la vida.

Además, el siglo que acaba de empezar será, sin lugar a dudas, muy productivo en la investigación de las ciencias de la vida. Con toda seguridad, en los próximos años se desarrollarán proyectos interdisciplinares que incluyan a astrónomos, biólogos, químicos y geólogos y que traerán consigo descubrimientos fundamentales para el avance de nuestro conocimiento del origen de la vida.

http://apod.nasa.gov/apod/image/0611/paranalMoonset_gillet_f.jpg

Glosario

Cosmología: es el estudio del universo en su conjunto, en el que se incluyen teorías sobre su origen, su evolución, su estructura a gran escala y su futuro.

NASA: son las siglas, en inglés, para la (National Aeronautics and Space Administration) (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio).

Química: es la ciencia que estudia tanto la composición, estructura y propiedades de la materia como los cambios que ésta experimenta durante las reacciones químicas y su relación con la energía.

Radiotelescopio: capta ondas de radio emitidas por fuentes de radio, generalmente a través de una gran antena parabólica (plato), o un conjunto de ellas, a diferencia de un telescopio ordinario, que produce imágenes en luz visible.

Submilimétrica: es la rama de la astronomía observacional que se llevó a cabo en longitudes de onda submilimétrica del espectro electromagnético.

Referencias

http://centrodeartigos.com/articulos-utiles/article_108507.html

http://amesweb.tripod.com/ccmc01.pdf

http://depa.fquim.unam.mx/vmus/Inorganica/Teo/clase/clase01b.htm

Portada:

https://evohumana.files.wordpress.com/2011/11/317977-392715.jpg