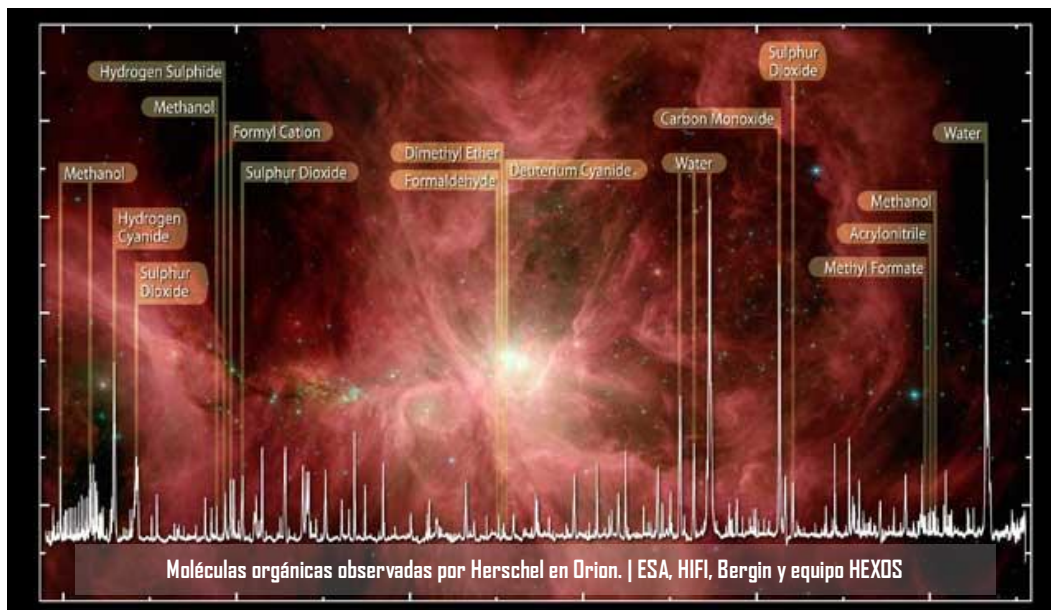


La revolución astroquímica aterriza en Toledo



Estrellas que disparan proyectiles con agua a altísimas velocidades, fullerenos interestelares, colosales chorros moleculares emanando de centros galácticos, estos son algunos de los resultados presentados en el congreso internacional 'El Universo Molecular' que

ha reunido la semana pasada en Toledo a 450 especialistas en la química del Cosmos.

El Universo molecular

Grandes masas de gas y polvo, denominadas 'nubes interestelares' pueblan las regiones entre las estrellas en la Vía Láctea y en otras galaxias, incluso en las más remotas conocidas. Los pequeños granos de polvo (similares a los de arena) apantallan muy eficientemente la radiación ambiente y, gracias a ello, en el gas pueden ir formándose moléculas de cierta complejidad. La disciplina que estudia estos procesos, la **Astroquímica**, se encuentra en la frontera entre la Física, la Química y la Astronomía, y **está sufriendo una auténtica revolución en los últimos tiempos**.



La molécula interestelar más abundante es la del Hidrógeno (H_2), a la que sigue (con una abundancia diez mil veces menor) el monóxido de carbono (CO). Aunque el medio interestelar se encuentra muy diluido, las largas escalas de tiempo cósmico hacen que muchas reacciones químicas puedan tener lugar, dando lugar a un gas de gran riqueza molecular. Se conocen hoy unas 140 especies moleculares diferentes en el espacio. La química interestelar se suele desencadenar con

reacciones entre moléculas o átomos neutros con iones (formados por el efecto de los rayos cósmicos). Aunque mucho más lentas, también hay reacciones neutro-neutro que llegan a ser importantes. Finalmente, los procesos químicos que tienen lugar sobre las superficies de los granos de polvo también contribuyen significativamente a la evolución química del medio.

El embrollo de la Pascua

Muchas fechas religiosas (en particular las católicas) tienen su origen en la adaptación de **celebraciones paganas con raíz astronómica** y están relacionadas a menudo con los cambios de estación. El caso de la

Semana Santa es particularmente importante pues de su fecha dependen otras celebraciones religiosas (como el Pentecostés y la Ascensión). Fijar la fecha de la Pascua de Resurrección también es importante para la sociedad civil pues algunas de estas celebraciones religiosas tienen reflejo en el calendario laboral.

Hasta el principio del siglo VI, en el cristianismo reinaba una gran confusión sobre la fecha adecuada para celebrar esta Pascua y diferentes grupos tenían sus criterios propios y diferenciados para fijarla. Aunque en el Concilio de Arlés (año 314) ya se reconoció la necesidad de fijar una fecha común de celebración para toda la cristiandad, **el embrollo se prolongó hasta el año 525**, cuando Dionisio el Exiguo adoptó unos criterios claros (que procedían de la iglesia de Alejandría) y emitió una normativa desde Roma. La norma era aproximadamente la expresada más arriba. Pero así enunciada, planteaba importantes **problemas a la hora de ponerla en práctica**.

450 astroquímicos en Toledo



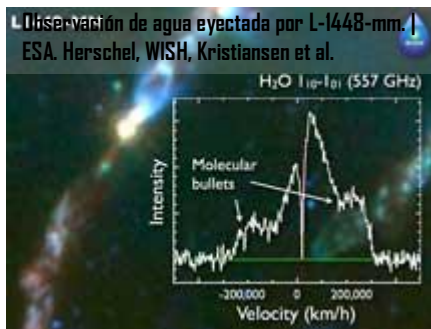
Para pasar revista a los rapidísimos avances de la Astroquímica, la semana pasada se reunieron en Toledo unos 450 especialistas **procedentes de 25 países** en el congreso 'El Universo molecular' que tuvo lugar en la Real Fábrica de Armas del Campus de la Universidad de Castilla-La Mancha. La química de la formación estelar, de los discos protoplanetarios, del sistema solar, de las estrellas moribundas, de los exoplanetas y de las galaxias ha sido discutida en profundidad durante 5 intensos días. También los **procesos básicos moleculares**, las herramientas de análisis y las bases de datos han tenido su lugar en el congreso.

Particular atención han recibido los datos recientes obtenidos por el telescopio espacial HERSCHEL. Lanzado por la ESA en Mayo de 2009, el telescopio se **encuentra ahora realizando observaciones astronómicas a pleno rendimiento** y enviando datos del infrarrojo lejano (una región del espectro electromagnético que permanecía casi inexplorada) de primera calidad. El instrumento HIFI (Heterodyne Instrument for the Far Infrared) que **cubre las longitudes de onda entre 150 y 600 micras**, y que ha sido construido por un consorcio internacional en el que participaron instituciones españolas (OAN-IGN y CAB-INTA, CSIC), está revelando una gran cantidad de nueva información sobre las moléculas interestelares.

Estrellas que disparan proyectiles de agua

A una distancia de 750 años luz, en la constelación de Perseo, se encuentra la protoestrella L1448-MM, una estrella de tipo solar en proceso de formación. Las primeras etapas en la vida de una estrella se caracterizan por violentas erupciones durante las que se eyectan 'chorros' bipolares de gas molecular a velocidades supersónicas.

Gracias al instrumento HIFI, a bordo del telescopio espacial Herschel, un equipo internacional liderado por

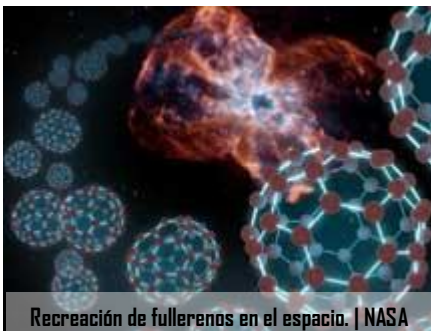


L. Kristensen (Univ. de Leiden) en el que participan investigadores del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y del Centro de Astrobiología (CSIC-INTA) ha descubierto grandes cantidades de vapor de agua contenidas en los chorros eyectados por L1448-MM. Estos datos forman parte del proyecto WISH, siglas en inglés de 'Agua en Regiones de Formación Estelar con Herschel' liderado por E. van Dishoeck (Univ. de Leiden). Las condiciones físico-químicas son tan favorables en estos

chorros que cada pocos años se forma tanta agua como el contenido en mil océanos terrestres, es decir unos **100 millones de veces la cantidad de agua del río Amazonas cada segundo**. Este vapor de agua se encuentra en la forma de nubes discretas que se comportan como proyectiles, moviéndose a velocidades superiores a los 200.000 kilómetros por hora.

Fullerenos interestelares

Los fullerenos son grandes moléculas que tienen la forma de una esfera hueca, de un elipsoide o de un



cilindro. El más corriente de ellos es el buckminsterfullereno (C₆₀) que contiene 60 átomos de carbono organizados en los vértices de un poliedro **similar a un balón de fútbol**, por lo que a veces se le denomina familiarmente 'fútboleno'.

Hace unos meses, utilizando el telescopio Spitzer de la NASA, J. Cami (Univ. de Ontario Occidental) y colaboradores descubrieron tanto C₆₀ como C₇₀ en la nebulosa planetaria Tc1. En el congreso de Toledo, este mismo equipo presentó **nuevas detecciones de fullerenos** tanto en las envolturas de estrellas evolucionadas como en diferentes regiones del espacio interestelar. La centésima parte del Carbono interestelar parece encontrarse contenido en este tipo de moléculas.

Estas observaciones sugieren pues que los fullerenos son muy abundantes en el Universo. La presencia en el medio interestelar de moléculas tan grandes como estas confirma que una gran complejidad molecular puede surgir en las regiones donde se forman las estrellas. Hasta ahora se venía considerando que las condiciones necesarias para la generación de la vida son extremadamente exigentes y que en la Tierra se da una larga y complicada serie de circunstancias que ha permitido su desarrollo. Sin embargo, la presencia entre las estrellas de moléculas tan complejas como los fullerenos parece indicar que los procesos físicos más fundamentales para originar vida podrían ser comunes, lo que sugeriría que **podría crearse vida de manera generalizada en el Universo**.

Chorros en galaxias

Otro sorprendente resultado ha sido obtenido por un equipo liderado por E. Sturm del Instituto Max Planck de física extraterrestre en Munich. Colosales chorros de gas molecular han sido observados con el

telescopio espacial Herschel en los centros de varias galaxias. Con velocidades que **superan los 300.000 kilómetros por hora**, estos vientos son capaces de eyectar al espacio una masa de hasta 1200 veces la de nuestro Sol en tan solo un año.

Los chorros surgen de las proximidades de los agujeros negros que pueblan las regiones centrales de tales galaxias. En escalas de tiempo que oscilan entre uno y cien millones de años, esta pérdida de masa parece **capaz de agotar el material interestelar** que es necesario para formar estrellas nuevas, determinando así la evolución de estas galaxias.



También interesante

- El buckminsterfullereno, C₆₀, fue el primer fullereno descubierto en el laboratorio en 1985 por Kroto, Curl y Smalley, lo que les valió el **Premio Nobel de Química en 1996**. Su nombre rinde homenaje a Buckminster Fuller (1895-1983), el ingeniero que diseñó las famosas cúpulas geodésicas empleadas en arquitectura.
- El telescopio espacial de infrarrojos de la ESA fue denominado HERSCHEL en honor de William Herschel (1738-1822), uno de los mayores astrónomos de la historia y **descubridor de la radiación infrarroja procedente del Sol**.
- El simposio 'El Universo molecular' forma parte de una serie de congresos sobre Astroquímica promovidos por la Unión Astronómica Internacional. Ha sido organizado por el Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM).