

# Astroquímica

## Índice de contenidos

1. Composición química del gas interestelar ..... 2
2. Líneas de investigación..... 3

## 1. Composición química del gas interestelar

La molécula más abundante del Universo, y la responsable de casi el 100% de la masa molecular es el hidrógeno molecular ( $H_2$ ). Sin embargo, dado que el  $H_2$  no tiene transiciones dipolares eléctricas su observación es muy difícil desde Tierra. El monóxido de carbono (CO) es la molécula más abundante del Universo después de  $H_2$ , siendo unas 10,000 veces menos abundante que este. El resto de las moléculas tiene abundancias al menos 100 veces menores que el CO.

La astroquímica ha sido una ciencia extraordinariamente productiva en las últimas décadas. Actualmente se han detectado más de 120 moléculas diferentes y cada año se añaden nuevas especies a la lista. Una lista de las moléculas detectadas en el medio interestelar actualizada puede encontrarse en la página que mantiene el [NRAO](#).

Hay dos aspectos que cabe destacar de la lista de moléculas interestelares porque las diferencia de la química terrestre. El primero es la gran cantidad de radicales activos e iones que han sido identificados, y el segundo, el alto grado de insaturación de los compuestos orgánicos (pocos átomos de H en la molécula). Los radicales, que se definen como aquellos compuestos que contienen uno o dos electrones desapareados, son muy reactivos por lo que tienen una vida muy corta en las condiciones físicas que existen en la Tierra. En general no es posible encontrarlos en estado natural, y sólo se han observado tras sintetizarlos en el laboratorio. Compuestos como  $C_2H$ ,  $N_2H^+$ ,  $C_3N$ ,..., pertenecen a este grupo de moléculas.

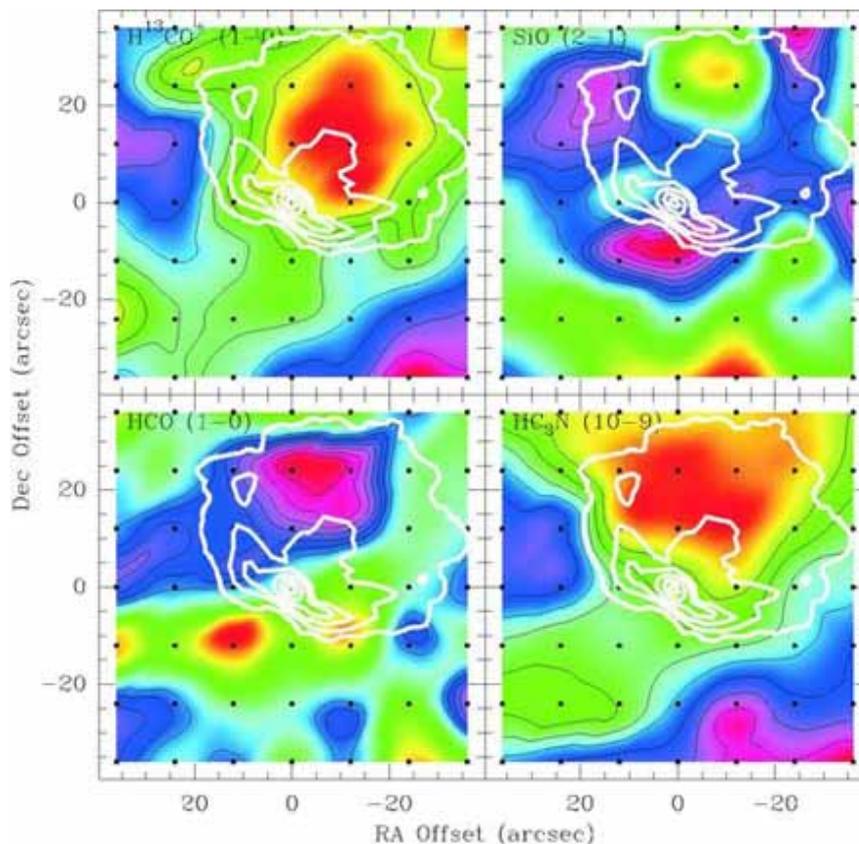
El alto grado de insaturación de los compuestos interestelares, a pesar de que el H es un factor 1000 o 10000 más abundante que el resto de los elementos, se considera una indicación de que al contrario de lo que es habitual en la Tierra, la química del medio interestelar no se encuentra en equilibrio. Existen regiones en algunas nubes moleculares, como es el caso de los "hot core" (núcleo caliente), en el que abundan moléculas con alto grado de hidrogenación como  $CH_2CHCN$ , y  $CH_3CH_2CN$ . Procesos diferentes a los que determinan la química en la mayor parte de las nubes moleculares pueden ser dominantes en estas regiones.

Un 75% de las moléculas interestelares descubiertas en nuestra Galaxia contiene carbono. Este elemento tiene un comportamiento singular que no se da en ningún otro elemento conocido. Los átomos de carbono se unen entre sí llegando a formar larguísimas cadenas. Gracias a esta particularidad el carbono construye las moléculas complejas necesarias para el funcionamiento de los seres vivos. La química orgánica (química de la vida) también está presente en las nubes moleculares. Recientemente, la detección de líneas de emisión a 3.3, 6.2, 7.7 y 11.3 micras en nebulosas por reflexión, regiones III, nebulosas planetarias y el centro galáctico se ha atribuido a las bandas de vibración de los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs). Estos compuestos que contienen entre 20 y 100 átomos de C se solapan en tamaño y propiedades con los granos y las moléculas. Si bien su formación y destrucción parece estar ligada a la de los granos, participan de la química ión-molécula como las moléculas de la fase gaseosa.

## 2. Líneas de investigación

La investigación desarrollada por los astrónomos del OAN abarca varios campos de la Astroquímica.

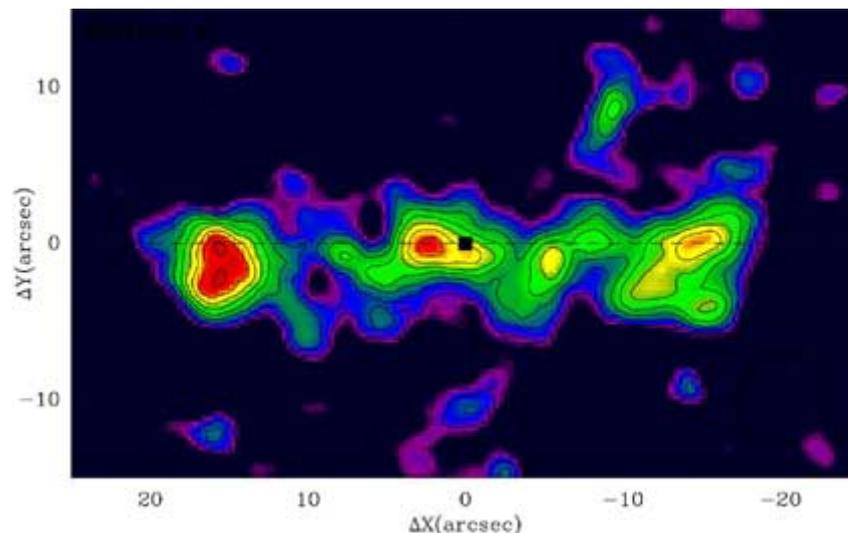
- Estudio de la química asociada a regiones de fotodisociación (PDRs). Se denomina PDR a una región de gas neutro cuyas propiedades físicas y composición química están controladas por la radiación ultravioleta incidente (fotones con energías entre 6-13,6 eV). Las regiones HII que se forman alrededor de las estrellas masivas, los bordes de las nubes moleculares que están irradiados por el campo UV interestelar, las nebulosas planetarias y protoplanetarias, y las regiones cercanas al núcleo activo de una galaxia, forman parte de este grupo. La radiación UV eleva la temperatura del gas y fotodisocia las moléculas que lo componen, dando lugar a una química característica. Durante los últimos años un grupo de astrónomos del OAN ha trabajado intensamente en el estudio de la química asociada a estas regiones. Es de destacar su aportación en la detección y el estudio de las abundancias de los iones reactivos en estas regiones, como son las primeras detecciones del ión reactivo CO<sup>+</sup> en una nebulosa por reflexión (NGC 7023) y en una región HII ultracompacta (Mon R2 y G29.96-0.02).



Mapas de la emisión de las moléculas  $H^{13}CO^+$ , SiO, HCO y  $HC_3N$  en el entorno de la región HII ultracompacta Mon R2. Los contornos blancos trazan la distribución del gas ionizado (región HII). Las diferentes morfologías de la emisión de estas moléculas evidencian importantes cambios químicos en la región debido a la acción de la radiación UV. Mientras que las moléculas  $H^{13}CO^+$  and  $HC_3N$  son destruidas por los fotones UV,

otros compuestos como SiO y HCO tienen abundancias superiores a las medias en el medio interestelar en los bordes de la región HII.

- El estudio de la química de regiones con frentes de choque. Los fenómenos de eyección de materia a altas velocidades son bastante frecuentes en el Universo. Los "jets" (chorros) colimados que se observan en las galaxias activas, los flujos bipolares asociados a las primeras fases de la formación de una estrella, o la explosión de una supernova son ejemplos en los que se produce este tipo de fenómenos. Cuando la materia lanzada a alta velocidad choca con el material interestelar se producen choques similares a los choques de proa que produce un barco navegando en el mar. En estas zonas 'chocadas' se alcanzan densidades y temperaturas muy altas, y se producen importantes cambios químicos. Los astrónomos del OAN han realizado un importante trabajo en el estudio de estos cambios químicos. En particular, hemos de destacar el estudio del incremento de la abundancia del monóxido de silicio (SiO) en estas regiones.
- Estudio de la química en las galaxias externas. La aparición de los grandes telescopios e interferómetros radio ha permitido la detección de líneas débiles y el comienzo de estudios químicos en galaxias externas. Los astrónomos del OAN han sido unos de los pioneros en el estudio de la química de las galaxias externas. Los mapas de SiO y HCO realizados con el interferómetro de IRAM del Plateau de Bure (Francia) en galaxias con brotes de formación estelar (NGC 253, M82) o la detección del ión reactivo HOC<sup>+</sup> en la galaxia con núcleo activo NGC 1068 son una buena prueba de ello.



Distribución de la emisión de HCO en la galaxia con brote de formación estelar M82. La parte interior del disco de esta galaxia puede considerarse como una gigantesca PDR producida por la radiación UV de las estrellas recién formadas. La gran abundancia de HCO en la parte exterior del disco sugiere que la química de PDRs se está propagando hacia afuera en el disco galáctico.

- Dos de las moléculas más importantes para la vida presentan grandes dificultades de observación desde la Tierra. Se trata del agua ( $H_2O$ ) y el oxígeno molecular ( $O_2$ ). Los astrónomos e ingenieros del OAN están fuertemente implicados en la construcción y aprovechamiento científico del satélite de observación infrarroja Herschel. Este satélite, que se lanzará en 2007, tiene como uno de sus objetivos fundamentales el estudio del agua ( $H_2O$ ) en el Universo (Herschel).

Los resultados obtenidos por el grupo de astrónomos del OAN en este campo han sido ampliamente reconocidos en los foros internacionales y se han concretado en numerosas publicaciones en las principales revistas internacionales de Astronomía.