

La Riqueza del Medio Interestelar

Sergio Ariel Paron
Instituto de Astronomía y Física del Espacio
Buenos Aires, Argentina

El medio interestelar, como su palabra lo indica es el medio que se encuentra entre las estrellas, lejos de estar vacío posee una gran importancia en la dinámica de la galaxia, ya que en él se encuentra toda la materia necesaria para la formación de estrellas con posibles sistemas planetarios, en los cuales posiblemente podrían darse las condiciones necesarias para que aparezca vida.

Las distintas características físicas y químicas de la materia presente en este medio determinan su morfología, encontrándose en permanente y compleja interacción con estrellas de todas clases y edades, con remanentes de supernovas (restos de la muerte estelar) y con la radiación existente en todo rincón del Universo.

Uno de los grandes descubrimientos de la astronomía observacional del siglo pasado ha sido la detección de una enorme cantidad de especies moleculares que abundan en el medio interestelar, las cuales son capaces de brindar importante información acerca de las condiciones físicas y químicas del medio en el cual son detectadas.

Las moléculas interestelares son observadas básicamente en nubes moleculares, grandes entidades gaseosas con gran cantidad de granos de polvo, responsables de la formación de estrellas. Estas nubes, al igual que las distintas componentes del medio interestelar poseen una compleja clasificación, pero a grandes rasgos podemos citar tres clases importantes y bien definidas, sobre todo por la existencia de muchas especies moleculares en sus interior:

- *nubes interestelares difusas*: son nubes con medidas típicas de entre 1 y 3 pc (1 pc \equiv pársec \approx 3,262 años luz), con temperaturas que van de 20 a 100 K y densidades numéricas (estimación del número de moléculas de hidrógeno por centímetro cúbico) no mayores que 100 cm^{-3} . La materia se encuentra en importante interacción con la radiación ultravioleta y visible. En ellas se encuentran básicamente moléculas diatómicas ya que poseen mayor tiempo de vida frente a la fotodisociación que moléculas con mayor cantidad de átomos.
- *nubes frías-oscuras*: son regiones altamente moleculares con temperaturas marcadamente constantes en 10 K y densidades de entre 100 y 10000 cm^{-3} , poseen gran cantidad de polvo interestelar que las oscurece, protegiendo y favoreciendo de esta manera la formación de moléculas complejas.
- *nubes moleculares gigantes*: son las entidades más masivas de la Galaxia, sus tamaños pueden ir de 20 a 200 pc y sus masas pueden ser de hasta 10^7 veces la masa del Sol. En sus interiores se encuentran cúmulos de estrellas muy jóvenes, así como núcleos moleculares calientes, que son regiones de alta temperatura y densidad (2000 K y 10^8 cm^{-3}),

Tal como hemos mencionado, en estas nubes se detecta gran cantidad de moléculas, siendo muchas de ellas muy complejas tales como alcoholes, azúcares, etc. La detección de las mismas no sólo nos informa acerca de las condiciones del medio en donde se encuentran, sino que aportan una interesante evidencia, nos muestra que fuera de nuestro planeta existen condiciones para que aparezcan moléculas necesarias para el desarrollo de la vida tal cual la conocemos; por supuesto, de la simple detección de moléculas orgánicas a la afirmación de la existencia de vida extraterrestre hay un largo trecho, pero por lo menos es un comienzo.

Por el momento podemos estudiar cómo se forman dichas moléculas en medios tan exóticos como lo es el medio interestelar. Debido que las densidades del medio interestelar son inquietantemente bajas, en muchos casos, muchísimo más inferiores que los mejores vacíos efectuados en laboratorios terrestres, debemos recurrir a otros mecanismos que los conocidos en nuestro planeta para explicar la aparición de moléculas. Citaremos tres mecanismos básicos:

- a) *reacciones ion-molécula*: como se ha mencionado, en el medio interestelar existen potentes campos de radiación, los cuales aparte de disociar moléculas, también se encargan de ionizar diversas especies químicas poniendo en marcha este tipo de reacciones muy efectivas para la formación de especies moleculares, ya que la reacción eléctrica que se da entre un ion y una molécula (ya existente) puede ocurrir a distancias relativamente grandes.

- b) *reacciones en la superficie de granos de polvo interestelar*: sin la existencia de los granos de polvo, no podría darse la abundancia de H_2 que se observa, pues una de sus funciones principales es la de actuar como catalizadores en la química del hidrógeno, permitiendo por ejemplo la siguiente reacción: $H(\text{gas}) + H(\text{gas}) + \text{grano} \rightarrow H_2(\text{gas}) + \text{grano}$, para luego dar origen a futuras cadenas de reacciones. Otro efecto importante es que en las nubes oscuras, moléculas y átomos se congelan en las superficies muy frías (10 K) de dichos granos, formando capas congeladas químicamente ricas.
- c) *reacciones de química neutra*: a diferencia de las reacciones ion-molécula que pueden darse a distancias relativamente grandes, la química neutra necesita de distancias muy pequeñas y de grandes cantidades de energía para que pueda producirse. Las reacciones son del tipo $AB + C \rightarrow A + BC$, es decir una molécula neutra reacciona con un átomo neutro para dar como resultado otro átomo y otra molécula, ambos también neutros. La importancia de estas reacciones es ínfima comparada con las dos anteriores en ambientes típicamente interestelares, pero dicho mecanismo químico se torna sumamente relevante en ambientes de altas densidades como fotosferas y atmósferas planetarias, entre otros.

Si bien hemos descrito tres procesos de suma importancia en la formación de moléculas interestelares, los caminos precisos para la formación de dichas moléculas, hasta aquellas relativamente simples, aún no se encuentran muy bien entendidos; en este marco cabe destacar que existen discrepancias notables entre la observación y los resultados teóricos.

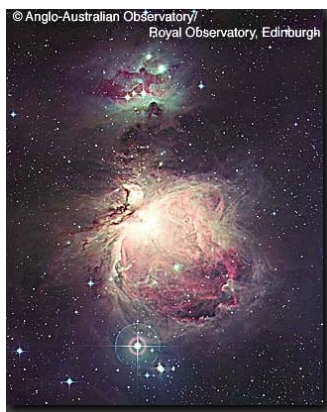
Cabe mencionar que las moléculas interestelares son detectadas básicamente en longitudes de onda de radio y milimétricas, de aquí, los multimillonarios proyectos que actualmente se están desarrollando en el campo de la radioastronomía y la astronomía milimétrica, como por ejemplo el proyecto ALMA (*Atacama Large Millimetre Array*), 64 antenas que serán construidas en el desierto de Atacama en Chile. Dicho telescopio estará completo alrededor del año 2010, y será el arreglo de antenas para operar en el milimétrico más importante del mundo, el cual aportará las principales respuestas a los orígenes de las galaxias y las estrellas: la época de la primer formación de galaxias y su evolución siguiente, incluyendo las regiones de formación estelar oscurecidas por el polvo interestelar, a las que no se puede acceder con telescopios trabajando en otros rangos del espectro.

Queda evidente a través de este brevísimos artículo la verdadera riqueza que posee el medio interestelar, pues lejos de ser un vacío inerte, es un medio repleto de materia en constante interacción, en donde se encuentran las semillas para la formación de estrellas, planetas y vida.

Lectura recomendada: Hartquist, T.W. and Williams, D.A: The Chemically Controlled Cosmos, Cambridge University Press, Cambridge 1995.

Acerca del Proyecto ALMA, visitar: www.alma.nrao.edu

Algunas imágenes:



- 1- Nube Molecular Gigante de Orion. Se encuentra a una distancia de 1500 años luz.
- 2- Nube Molecular Barnard 68. Dista 500 años luz de la Tierra.
- 3- Una de las antenas del proyecto ALMA lista para entrar en funcionamiento.