



El cúmulo G61.48+0.09 observado en el IR con el instrumento LIRIS del William Herschel Telescope de

En Astrofísica se denomina (inapropiadamente) como “metales” a todos los elementos más allá del Helio (He). Por tanto, la metalicidad nos habla de la composición química de la estrella. Si, en primer término, se ha tenido en cuenta la masa (y la pérdida de la misma), en segundo lugar se le da relevancia a la composición química, pero eso ocurre no sólo con las estrellas, sino también con muchos otros objetos del medio interestelar y con las galaxias.

La metalicidad va a definir cómo será la interacción entre la materia y la radiación de la luz; dependiendo de cuál sea la composición química, la radiación tendrá una u otra reacción a su paso por la materia. Dado el tiempo que necesitan los materiales para ir acumulándose y formando la estrella, se puede extraer información como, por ejemplo, la edad. En principio, ante dos sistemas iguales, se supone que aquel que tenga mayor metalicidad ha tenido más tiempo para acumular esos metales.

Un ejemplo: tenemos dos nubes de gas muy cerca del principio del Universo.

1. La primera comienza a formar una galaxia y a formar estrellas. Éstas, en principio, son pobres en metales. Nacen estrellas masivas y estrellas poco masivas. Las masivas mueren muy pronto y, al perder masa y, finalmente, explotar, lanzan a la galaxia los nuevos metales que crearon en su interior (antes de explotar las estrellas también tienen mecanismos para llevar esos metales a su superficie y expulsarlos mediante vientos estelares). De esos materiales nacen nuevas estrellas y éstas tendrán mayor riqueza en metales porque se han ido alimentando de los restos de estrellas anteriores.

Si avanzamos en el tiempo, vemos una galaxia en la que las estrellas que se formaron al principio (que tienen poca masa porque las de mayor masa mueren pronto) tienen poca metalicidad. Sin embargo, las estrellas que se acaban de formar (que tienen todas las masas posibles) se han ido enriqueciendo con los materiales esparcidos por la muerte de estrellas anteriores y tienen abundancia de metales. La nube de gas en sí misma, que tendrá material interestelar rico en metales porque ha sido contaminada, es muy vieja.

2. En cuanto a la segunda nube de gas, ha tardado mucho más en formar una galaxia y ésta

apenas ha tenido tiempo de contaminarse con metales. Al analizarla, tanto el medio interestelar como las estrellas que ha creado son pobres en metales. Sin embargo, como galaxia es joven, pese a que la nube es tan vieja como la anterior sus estrellas masivas (que, recordemos, viven poco) serán también pobres en metales.

Por tanto, en cuanto a la edad, la metalicidad baja puede hablarnos de una estrella vieja o de una galaxia joven, aunque hay que saber interpretar toda esta información. Por el contrario, la abundancia de metales puede hablarnos de una galaxia vieja, que ha necesitado mucho tiempo para ir acumulando esa riqueza en metales, y de estrellas jóvenes que se han alimentado de ese entorno rico.



### LA IMPORTANCIA DE LOS GRANDES TELESCOPIOS

Para estudiar una estrella es fundamental obtener su espectro, y para obtener el espectro en zonas de mayor dificultad (como el infrarrojo) o de estrellas fuera de nuestra galaxia y lograr resultados razonables se necesitan telescopios de, al menos, cuatro metros de espejo primario. A partir de ahí se puede acceder a zonas oscurecidas de la Vía Láctea o a las galaxias más cercanas del Grupo Local, pero sólo a la punta del iceberg, a lo más brillante.

Para estudiar estos objetos en más profundidad o salir del Grupo Local, se necesitan telescopios todavía más grandes: 8, 10, 30 metros... Con 10 metros ya se podría cubrir todo el Grupo Local hasta un grado interesante en cuanto a las estrellas masivas e incluso ir un poco más allá.

El problema es que, cuanto más lejos queremos ver, lo que vemos como una sola estrella tiene más probabilidades de ser un conjunto de estrellas porque no contamos con la suficiente resolución espacial. Estudiando el espectro se podrían distinguir, puesto que hay rasgos que diferencian a los distintos tipos de estrellas. Pero hay muchos casos en los cuales no se podría ir más allá porque sólo se detectan rasgos correspondientes a un solo tipo.

Hay que recordar que la clasificación de las estrellas tiene un rango de variación, lo que quiere decir que esta estrella de un tipo determinado puede tener diferencias con otra de igual tipo; en un grupo de estrellas puede haber una que domine, por lo que se puede ver el espectro dominado por una estrella; pero las demás introducen pequeñas variaciones que no son fácilmente distinguibles y pueden modificar la luz total, con lo cual generan confusión a la hora de saber cuánta luz está emitiendo realmente la estrella e interpretar el conjunto.

La ventaja que tienen es que, al ser tan luminosas, no sólo se pueden observar en las cercanías. En numerosas ocasiones, la luz que se observa en galaxias lejanas está dominada por estrellas masivas porque son las más potentes. Esto ocurre especialmente cuando están muy lejos y la luz se desplaza al rojo: lo que vemos en el rango óptico fue emitido en el rango ultravioleta, y en el ultravioleta el dominio de estas estrellas es muy grande...

Esto se explica porque las estrellas no emiten igual en todas las longitudes de onda, sino que, cuanto más calientes son, más se desplaza su luz hacia el ultravioleta. Por tanto, al ver galaxias cuya luz fue emitida en el ultravioleta entendemos que esa luz proviene de estrellas calientes y luminosas, es decir, estrellas masivas. Y la luz que no se recibe directamente de esa manera suele ser luz ultravioleta reprocesada por el polvo de la galaxia y reemitida a longitudes de onda más largas, por lo que esas estrellas son muchas veces las responsables del calentamiento del polvo.

Lo que ocurre, fundamentalmente, es que emiten tanta cantidad de energía que, aunque son muy pocas, dominan muchas veces la luz de una galaxia. La única forma de que no dominen la luz de la galaxia es, básicamente, que no existan.

### CÚMULOS DE ESTRELLAS MASIVAS: CÓMO SE AGRUPAN

Un aspecto muy interesante de las estrellas masivas que se está descubriendo en el infrarrojo es que, hasta hace poco (unos 15 años), se conocían pocos cúmulos de estrellas verdaderamente masivos en la Vía Láctea, y ahora se está viendo que hay muchos cúmulos con gran cantidad de estrellas masivas.

La razón por la cual no se veían antes es que, al ser estrellas de formación reciente, nacen en el plano de nuestra galaxia y no se pueden ver porque el gas y el polvo las tapan (tanto el que rodea al propio cúmulo como otras nubes de polvo y gas que se encuentran entre el cúmulo y nosotros, los observadores).

Hace unos veinte años ocurría algo muy curioso: al comparar nuestra galaxia con otras, se veía que, en otras galaxias, había cúmulos estelares muy potentes, jóvenes y masivos que contenían a su vez estrellas masivas. La pregunta era ¿cómo es que nuestra galaxia, siendo grande, no tiene esos cúmulos que hay en galaxias como las Nubes de Magallanes –que son más pequeñas que la nuestra-, la galaxia espiral del grupo local M33 –cercana a nosotros y algo más pequeña que la Vía Láctea-, o en la galaxia espiral de Andrómeda –a la distancia de M33 y algo más grande-?

Se suponía que nuestra galaxia no era muy activa. Cuando los *surveys* o cartografiados en el infrarrojo tipo

[2MASS](#)

o

[GLIMPSE](#)

(con el telescopio espacial

[SPITZER](#)

) empezaron a penetrar en el plano galáctico se descubrió que, en realidad, hay grupos de estrellas que, observadas más en profundidad, parecen ser cúmulos con muchas estrellas masivas. No podían verse antes porque las nubes de gas y polvo tapaban casi todo el contenido estelar; sólo se veían, tal vez, unas pocas estrellas brillando que se confundían con las estrellas que estaban en la línea de visión, por lo que apenas destacaban. Hubo que esperar a poder ver a través de esas nubes de gas y polvo para descubrir lo que estaba ocurriendo.

Además se daba otra circunstancia, y es que grupos de estrellas relativamente cercanos a nosotros y que eran considerados como grupos de un tamaño intermedio o incluso pequeño, en realidad tenían un cúmulo que estaba oculto tras nubes de gas y polvo. Hay cúmulos relativamente cercanos, como Cygnus OB2, que resultan ser mucho más grandes de lo que se pensaba en un principio, a pesar de que son conocidos y no están lejos.

Al observar aún más allá se detectó que había muchos cúmulos que llegaban, por los datos que se tienen hasta ahora, a las 10.000, 20.000 ó 50.000 veces la masa del Sol. Estos cúmulos, pese a no ser los más grandes (como los que hay en otras galaxias) tienen un tamaño y potencia considerables y eso hace que la formación estelar en nuestra galaxia sea considerada mucho más activa de lo que se pensaba hace 20 años.

Aún más reciente: en la zona en que la barra de nuestra galaxia se encuentra con uno de los brazos espirales hay una acumulación de cúmulos con gran cantidad de estrellas supergigantes rojas, que son estrellas masivas en una fase muy particular de su vida. Los investigadores consideran que estas estrellas son precursoras de supernovas y pueden darnos una muy importante información sobre la estructura de la Vía Láctea.

Esta fase dura muy poco porque la estrella está acelerando su combustión nuclear y le queda muy poco tiempo (puede oscilar entre 8 y 15 millones de años, dependiendo de la masa de la estrella). Eso quiere decir que si hay una gran cantidad de cúmulos con supergigantes rojas en una zona determinada, en esa zona tiene que haber habido una gran cantidad de formación estelar hace unos diez, doce o quince millones de años. Todas estas estimaciones para hacernos una idea de cómo nacen, crecen y se agrupan este tipo de objetos: las estrellas masivas.