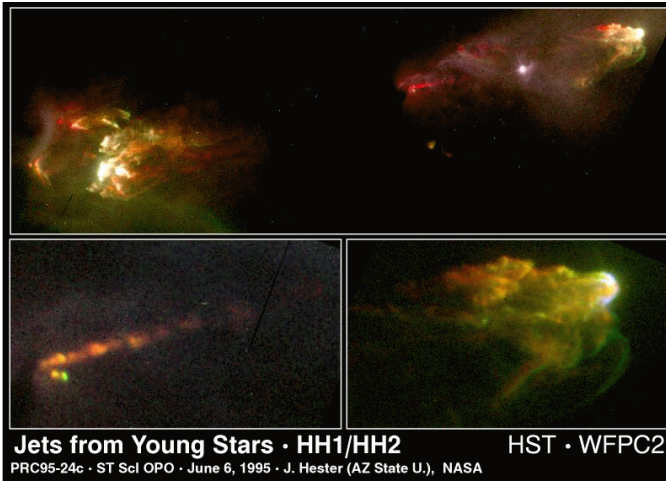


OBJETOS HERBIG-HARO (HH) Y LOS PRIMEROS MOMENTOS DE UNA ESTRELLA

-Rafael González Farfán-

· Extracto y adaptación del artículo
“Los primeros días de la vida de una estrella”,
de Thomas P. Ray,
aparecido en la revista de Octubre’2000 de Investigación y Ciencia ·



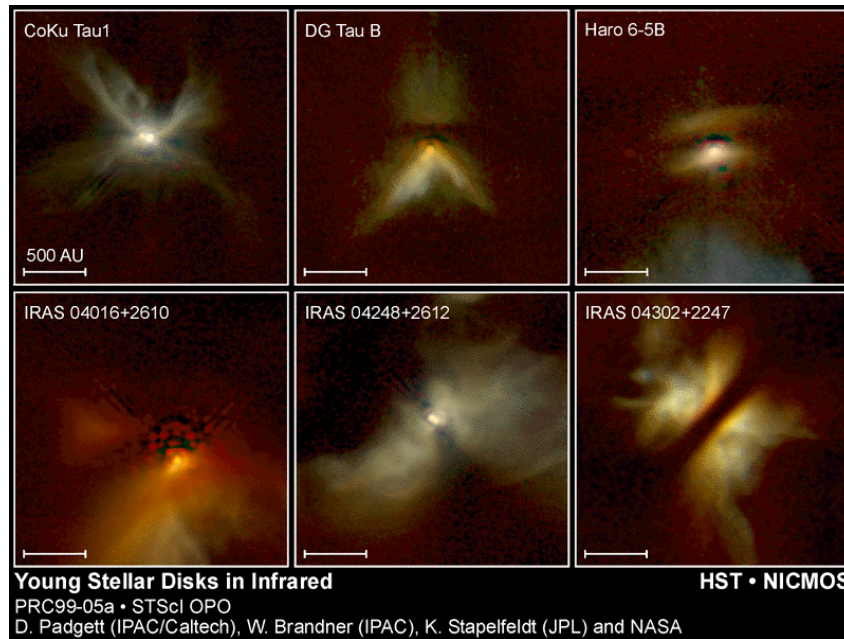
A pesar de que no hay formación de estrellas sin la contracción de gas y polvo, existe cierta incertidumbre sobre los motivos por los cuales se observan corrientes de materia que fluyen hacia el exterior en esas etapas de formación primaria estelar. Curiosamente, hace veinte años los astrónomos sabían más de los tres primeros minutos del universo que de los primeros 3000 millones de días de la vida de nuestro sistema solar.

Una de las ideas más brillantes ofrecidas para dar explicación al sistema solar, se propone hace unos 200 años por Pierre Simon Laplace, según la cual éste se forma a partir de una nube de gas en contracción, siendo la gravedad la fuerza protagonista de agregar hacia el centro la mayor parte del gas y dar origen, así, al Sol. Igualmente, debido a la rotación, parte del material no pudo ser absorbido por el Sol y se asentó en un disco. Esos sedimentos terminaron por convertirse en planetas.

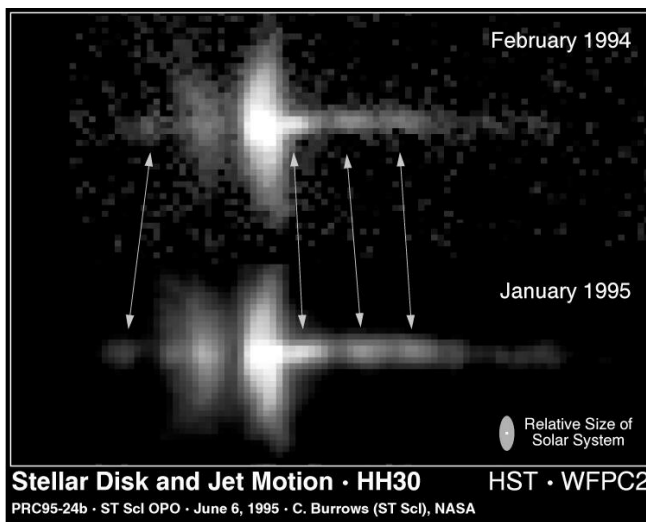
Es cierto que no fue ésta la única tesis propuesta, existiendo otra según la cual los planetas se crearon con material arrancado al Sol tras el paso de una estrella. Sólo la observación terminaría dirimiendo la situación de estas ideas. Para ello, se apuntaron recientemente, los telescopios hacia la nube de Orión.

A nivel de teoría, se sabe que las estrellas del tipo solar, en su etapa de juventud (unos 100.000 años) rotan una vez cada pocos días. Resulta evidente, por tanto, que el Sol se ha frenado pues tarda ahora un mes en una rotación. Algo le ha restado momento angular. Pero ¿qué? Igualmente estaba pendiente de dilucidar el mecanismo según el cual las nubes moleculares de la formación son capaces de sobrevivir durante tanto tiempo, pues si la gravedad las impulsa a la contracción, deberían de implosionar en un millón de años, mientras que se han observado nubes de gases que han perdurado decenas de millones de años. ¿De dónde les viene esa “existencia extra” que las impide cohesionarse? Queda descartada la presión térmica ya que esas nubes están demasiado frías (entre 10 y 20 k). Otra explicación serían las turbulencias, pero habría que preguntarse qué las origina, sobre todo en las nubes pequeñas cuando es difícil –si no imposible– buscar un agente responsable de esas turbulencias.

Recientes descubrimientos de densos grumos moleculares en las nubes de Orión hicieron pensar a los astrónomos en la validez del modelo de Laplace como una primera aproximación a la solución del problema, aunque pronto comenzaron las nuevas cuestiones que exigían explicación. Así, por ejemplo, en base a las ideas de Laplace sería de esperar la observación de señales que indicaran la afluencia del gas hacia la estrella en clara muestra de su proceso de contracción. Para sorpresa de los astrónomos, ese gas molecular iba hacia afuera, y se acostumbra a observar dos lóbulos gigantes de gas molecular a ambos lados de una estrella joven desplazándose a decenas de km/s.



En realidad, esta situación no es nueva, ya que existe en ella cierta similitud con la que se presenta en los cuásares, en los que también se ha observado chorros de plasma (no de moléculas) parecidos a los descritos. Esa similitud fue la sugerida independientemente por los astrónomos George H. Herbig y Guillelmos Haro a comienzos de los años 50 y que la principio se pensó (erróneamente) que eran los lugares de gestación estelar.

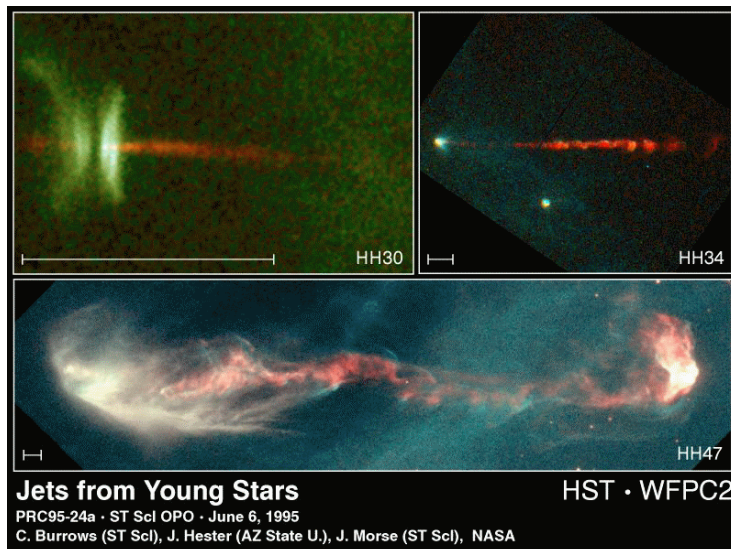


Extrapolando hacia atrás, los astrónomos dedujeron que la fuente del objeto HH era una estrella joven de escasos cientos de miles de años.

¿Qué relación guardan los chorros de materia y los objetos HH (constituidos ambos de átomos y iones) con las corrientes moleculares? Al principio se pensaba que esas corrientes moleculares eran aceleradas por su cercanía a la estrella, pero se ha visto que hay cantidad de gas suficiente en ella como el equivalente a varias veces la masa solar en gas con lo que si esta cantidad de gas tuviera que succionarse y luego lanzarse aceleradamente, el proceso de formación estelar estaría en peligro. Resulta más simple pensar que esos lóbulos moleculares constarían de gas interpesto en el camino de eyección de materia y que por ello es acelerado.

Los discos que ciñen a la estrella recién nacida y que serían en un futuro el origen de planetas no se pudieron observar hasta que las técnicas mejoraron. Eso sucedió en el año 1993, en Orión, en la misma línea en que Laplace los había predicho. Se los bautizó con el nombre de *próplidos*, muchos de los cuales terminarían evaporándose sin crear planeta alguno. Otros, por contra, en medios más moderados, seguirían existiendo para crearlos.

Los análisis espectrales de estos objetos muestran un gran parecido con el de los residuos de una explosión supernova y el análisis Doppler mostró que su velocidad era de cientos de km/s lo que hizo concluir que estos objetos HH consiste en gas calentado que se está expulsando desde la misma estrella. Tal calentamiento tiene su origen en el movimiento del propio gas (igual que en los restos de una supernova) y las ondas de choque convierten parte de su energía cinética en térmica y posteriormente, en radiación. Estas ideas se vieron respaldadas con fotografías de estos objetos con intervalos de tiempo separados y que mostraron su movimiento.

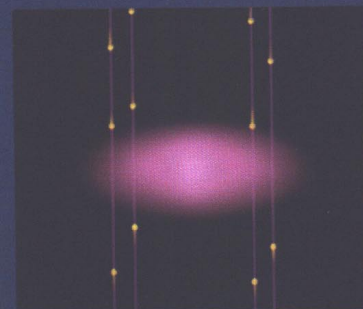


El estudio de objetos como HH-30 ha demostrado que todos estos chorros de materia tienen la misma orientación según las líneas de campo magnético de “la nube madre”. Dado que el disco se halla girando, las partículas experimentan una fuerza centrípeta y podrían ser arrojadas a los largo de las líneas de fuerza del campo. Al disco iría cayendo más materia para reemplazar la perdida, y así proseguiría el proceso. Aunque la mayor parte de la materia terminaría siendo captada por la estrella, la expulsada se cifra en torno al 10 %. Las simulaciones realizadas por ordenador de este proceso muestra que este es un proceso discontinuo, lo que explicaría alguna de las estructuras de nudos que se han observado en muchos chorros.

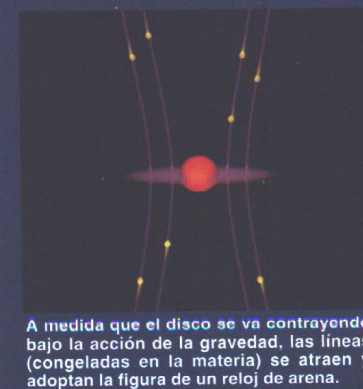
El haber comprendido (en principio) que los chorros de materia son parte importante del proceso de formación estelar podría resolver algunas cuestiones pendientes. Por ejemplo, en su viaje al exterior, las partículas transportan momento angular fuera de la fuente, lo que explica por qué las estrellas maduras como el Sol rotan con lentitud. Otras preguntas, en cambio, siguen abiertas. Por ejemplo: sólo el 50 % de las estrellas jóvenes parecen presentar discos; el resto quizás los tuvo y se convirtieron en planetas, pero carecemos de evidencias observacionales en este sentido. Tampoco se sabe el motivo de la similar razón existente entre estrellas de gran masa y estrellas de masa pequeña, con independencia de su localización en la galaxia.

Incluso con todos estos inconvenientes y desconocidos, los astrónomos se atreven a esbozar un guión del alumbramiento estelar. Se forman en nubes interestelares que contienen los restos de generaciones anteriores de estrellas. El polvo se fabricó en los vientos fríos y en las atmósferas externas de las estrellas a medida que éstas iban acercándose al final de su vida. Gracias a la acción de campos magnéticos y turbulencias inician el desplome bajo la gravedad. Conforme cae el material, las nubes se fragmentan en trozos, cada uno de los cuales dará lugar a un sistema de estrellas, en ocasiones espacialmente muy separadas. Los chorros se llevan consigo parte del momento angular, lo que permite que siga la captación de materia. En algún momento, nuestro Sol debió tener estos chorros, sin saber por qué y cómo desaparecieron. En ese momento, comienzan a agruparse granos de polvo para formar *planetesimales* que terminaron barriendo todo resto de gas con la obstrucción de los chorros.

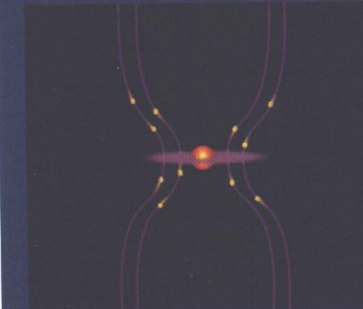
Magnético, itinerante



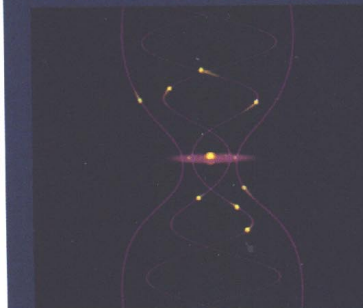
La creación de chorros de materia podría comenzar cuando el material —una mezcla de iones, átomos, moléculas y polvo— se precipita hacia el disco circunestelar a lo largo de las líneas del campo magnético.



A medida que el disco se va contrayendo bajo la acción de la gravedad, las líneas (congeladas en la materia) se atraen y adoptan la figura de un reloj de arena.



Cuando las líneas de campo se doblan hasta un ángulo de 30 grados con respecto a la perpendicular, las fuerzas centrífugas superan a la gravedad; la materia puede escapar hacia el exterior con facilidad.



La inercia del material en rotación dobla las líneas de campo y éstas forman una hélice, que permite encauzar el material centrifugado en una dirección vertical.

Esta es la “modificación” que hoy se hace a las iniciales ideas de Laplace. Del estudio de las estrellas jóvenes se desprende que NO sólo continúa la formación planetaria, sino que además, los planetas son objetos comunes en las galaxias.