

Esferas de Dyson

Otro aporte

Como consecuencia del artículo “ESFERAS DE DYSON - NSV 1835 - Una historia de Ciencia Ficción” que recientemente publicáramos sobre tema, mi hijo Dante, astrofísico, miembro de la Academia Nacional de Ciencias-Argentina, del Grupo Millenium, del emprendimiento internacional de investigación VVV y profesor en la Universidad Andrés Bello de Santiago - Chile, me facilitó un “viejo trabajo” sobre ellas, originado en lengua inglesa (2003), que según él “está desactualizado” pero que en razón de la sencillez y claridad del mismo, destinado en aquel momento a un congreso europeo internacional de astro-biología, por la información que contiene a nuestro juicio es todavía de alto valor y estimamos conveniente su divulgación con la anuencia de su autor, para un mayor conocimiento del tema.

Los posibles errores en la traducción al castellano, son responsabilidad de nuestras propias limitaciones.

Agradecemos la buena disposición y ayuda brindada por el investigador.

Edgardo Ronald Minniti Morgan

UNA NUEVA BÚSQUEDA DE LAS ESFERAS DE DYSON EN LA VÍA LÁCTEA.

Dante Minniti, Francisca Capponi, Aldo Valcarce y José Gallardo.

Nuestra civilización consume cada vez más energía a medida que avanza. Tenga en cuenta que la salida total del Sol es de aproximadamente 4×10^{26} W, de los cuales la Tierra iluminada intercepta una pequeña fracción (10^{-9}). Con nuestra tasa de consumo acelerado de energía, pronto usaríamos toda esa energía de la Tierra iluminada. Dada la escala de tiempo cósmica (véase G. V. Coyne en este procedimiento), hay mucho espacio para que otras civilizaciones hayan nacido mucho antes que la nuestra. Estas civilizaciones más avanzadas requerirían cantidades de energía impensables. Freeman Dyson (1960) propuso que las civilizaciones avanzadas tendrían los medios para usar toda la energía de sus estrellas madre construyendo A.U. tamaño de conchas a su alrededor. Usando las leyes de la termodinámica, predijo cómo se podrían observar estas "esferas de Dyson", incluso sin conocer la naturaleza de estos objetos. Las esferas enteras o parciales de Dyson atenuarían la luz estelar original e irradiarían en el IR (a aproximadamente $10 \mu\text{m}$). En este artículo, solo abordamos la pregunta: ¿Podemos encontrar candidatos para las esferas

de Dyson en la Vía Láctea? No intentamos responder otras preguntas como: ¿una civilización avanzada construirá una esfera de Dyson?; ¿Cómo se puede construir una esfera Dyson? ¿Por qué construirían una esfera Dyson? ¿Qué tan estable sería? etc. Sin embargo, la mayoría de lo que sigue también es válido para esferas Dyson parciales, anillos de Niven o configuraciones similares. Asumiremos que las esferas de Dyson son raras, y que por lo tanto uno tiene que buscar a través de miles de estrellas. Los primeros campos para monitorear grandes cantidades de estrellas son el disco de la Galaxia en el vecindario solar y las densas regiones del bulbo galáctico.

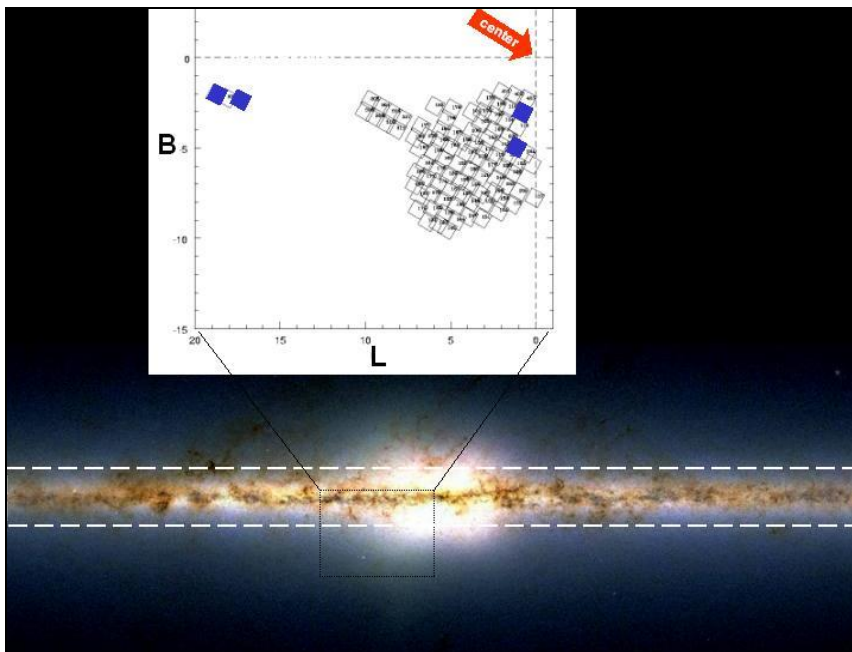


Fig 1: Vista frontal de de la parte interior de la Vía Láctea 2MASS de 90x30 grados cuadrados. Las líneas punteadas limitan las observaciones MSX del disco de la Vía Láctea, y el inserto muestra los campos MACHO, incluidos los campos F301, F303, F121 y F118 (de izquierda a derecha) estudiados aquí en azul..

La gran cantidad de estrellas presentes en el disco MW (Vía Láctea) interno y el bulbo galáctico son ricas en metales, lo que favorecería la presencia de planetas, y viejos, que darían más posibilidades a las civilizaciones avanzadas de desarrollarse. Dirigiremos nuestra búsqueda a estos campos. Entonces deberíamos buscar estrellas de larga duración, como estrellas de la secuencia principal de tipo tardío que son más débiles de lo normal en el IR óptico y cercano, y que tienen excesos de infrarrojos en las bandas IR medias. No debe haber superposición con otros tipos de fuentes conocidas en la Vía Láctea. Pero todavía hay tres problemas de observación serios para una búsqueda masiva en los campos internos de la Vía Láctea: (1) las asociaciones de fuentes pueden ser ambiguas en campos concurridos debido a diferentes resoluciones espaciales de diferentes conjuntos de datos, (2) la presencia de compañeros no resueltos puede imitar los excesos de IR, y (3) las fuentes variables pueden imitar los excesos de IR cuando se combinan los datos adquiridos en diferentes épocas.

Combinaremos tres grandes bases de datos para buscar Dyson Spheres en la Vía Láctea interna: la base de datos MACHO, la base de datos 2MASS y la base de datos MSX. El Two Micron All Sky Survey (2MASS) cubrió todo el cielo en las bandas cercanas a IR. La base de datos 2MASS es pública en <http://irsa.ipac.caltech.edu/>, que contiene

fotometría JHK de una sola época precisa hasta $K = 14-15$ dependiendo del hacinamiento. La base de datos Midcourse Space Experiment (MSX) contiene una fotometría de IR media de época única de fuentes en todo el plano galáctico (Cohen et al., 2000). La fotometría MSX calibrada también es pública en <http://irsa.ipac.caltech.edu/>. De las seis bandas MSX, utilizaremos la banda A a $8 \mu\text{m}$, que es la más sensible, alcanzando 10 veces más profundidad que IRAS. El principal problema con estos datos es la mala resolución espacial. Aunque es aún mejor que IRAS, la resolución de $3''$ a $8''$ puede llevar a desajustes en los abultados campos. La base de datos de MACHO contiene fotometría óptica de varias épocas de aproximadamente 50 millones de estrellas en 96 campos abultados cada uno de 0.5 grados cuadrados. Estas estrellas se observaron durante varias temporadas de 1993 a 1999, y una curva de luz típica contiene más de 1000 puntos. Los datos de MACHO están calibrados en el sistema fotométrico V y R estándar (Alcock et al., 1999), y están disponibles públicamente en:

<http://www.mcmaster.ca/macho.html>.

Comenzamos nuestra búsqueda observando 2 campos MACHO del bulbo interno y 2 campos MACHO del disco interno de la Vía Láctea. Las ubicaciones de los cuatro campos se muestran en la Figura 1. La Tabla 1 enumera sus posiciones en coordenadas ecuatoriales y galácticas, junto

con el número total de fuentes encontradas en las bases de datos MACHO, 2MASS y MSX.

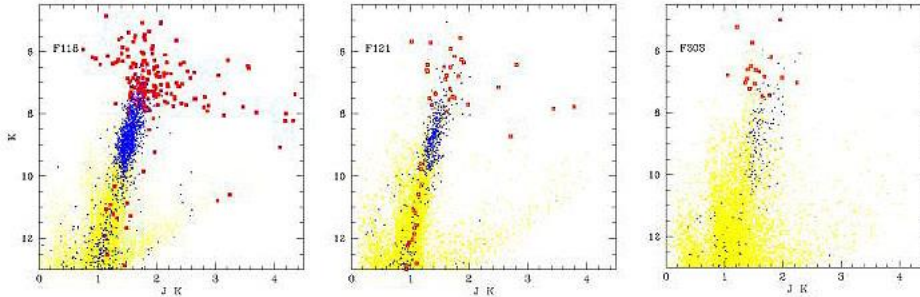


Fig. 2. Diagramas de magnitud de color infrarrojo 2MASS para tres campos. Las fuentes de exceso de MSX IR se trazan como cuadrados completos, las estrellas variables como puntos negros y las estrellas constantes de MACHO como puntos claros.

Field	RA(2000)	DEC(2000)	L	B	NMACHO	N2MASS	NMSX	NVAR
F118	17:56:31	-29:46:47	0.8	-3.1	6.4e+5	4.1e+4	204	1700
F121	18:04:50	-30:22:52	1.2	-4.9	5.9e+5	2.0e+4	52	600
F301	17:32:38	-13:31:44	18.8	-2.0	5.6e+5	2.6e+4	27	300
F303	18:30:51	-14:57:52	17.3	-2.3	4.1e+5	2.3e+4	21	300

Magnitudes de alrededor de 3 (Cohen et al., 2000). Para la magnitud límite de MSX de $A = 7.5$, solo las estrellas de secuencia principal cercanas (dentro de aproximadamente 100 pc) se detectarían, y las estrellas de secuencia principal con exceso de banda A se detectarían solo hasta aproximadamente 500 pc.

Contienen en total alrededor de 300 fuentes MSX, alrededor de 105 fuentes 2MASS JHK, de las cuales aproximadamente 3000 son estrellas variables y aproximadamente 2×10^6 fuentes MACHO.

Las posiciones estelares de los datos MACHO y 2MASS coinciden con mejor que 1", mientras que consideramos las coincidencias dentro de 7" para las fuentes MSX. Un sesgo de potencial importante es que cuando hay más de una fuente

presente dentro de este radio de coincidencia, elegimos la fuente óptica más brillante como la contraparte de la fuente IR. Una vez que finaliza el emparejamiento, buscamos estrellas que sean > 1 mag más débiles en VRJHK que se encuentran en la secuencia principal del disco, que tienen colores VRJHK normales, y que tienen > 1 exceso de memoria a $8 \mu\text{m}$. Otra limitación es que los datos de MSX no son lo suficientemente profundos. Las estrellas típicas de tipo solar tienen una banda A magnitudes absolutas de alrededor de 3 (Cohen et al., 2000). Para la magnitud límite de MSX de $A = 7.5$, solo las estrellas de secuencia principal cercanas (dentro de aproximadamente 100 pc) serían detectadas, y las estrellas de secuencia principal con exceso de banda A serían detectadas solo alrededor de 500 pc.

4. Resumen

Hemos combinado las fuentes ópticas de la base de datos MACHO con las fuentes near 2MASS y mid-IR MSX en la Vía Láctea interna. La Figura 2 muestra los diagramas de magnitud de color IR de los cuatro campos, con las fuentes MSX trazadas como cuadrados. Hemos identificado las estrellas variables y las estrellas con exceso de IR, encontrando alrededor de 300 estrellas con exceso de magnet a $8 \mu\text{m}$, que son principalmente variables de período largo en el bulto, con conchas circunestelares polvorientas.

No hemos encontrado ningún candidato esfera Dyson.

Sin embargo, hay otros resultados astrofísicamente interesantes. Por ejemplo, se encuentran grandes diferencias entre los campos. Hay más variables y más gigantes en los campos de protuberancia F118, F121 que en los campos de disco F301, F303. También hay más fuentes de IR en los campos de abultamiento que en los campos de disco. Estas diferencias indican la presencia de gradientes de población. También vemos claramente la secuencia de estrellas variable correspondiente a los primeros gigantes de ascenso. Estas son variables semirregulares en la protuberancia interna y el disco de la Vía Láctea estudiadas por Minniti et al. (1998).

5. Referencias:

- Alcock, C., Allsman, R., Alves, D., Axelrod, T., Becker, A., Bennett, D., Cook, K., Freeman, K. C., Griest, K.,
Marshall, S.L., Minniti, D., Peterson. B., Pratt, M., Quinn, P., Rodgers, A., Stubbs, C., Sutherland, W., Tomaney, A., Vandehei, and T., Welch, D. 1999, *PASP*, **111**, 1539
- Cohen, M., Hammersley, P. L., Egan, M. P. 2000, *The Astrophysical Journal*, **120**, 3362
- Dyson, F. 1960, *Science*, **131**, 1967
- Jugaku, J., and Nishimura, S. 2000 in *A New Era in Bioastronomy*, eds. G. Lemarchant and K. Mitch, ASP
Conf. Series **213** (ASP: San Francisco)

Minniti , D., Alcock, C., Allsman, R., Alves, D.,
Axelrod, T., Becker, A., Bennett, D., Cook, K.,
Freeman, K.,

Griest, K., Marshall, S. L., Peterson. B., Pratt,
M., Quinn, P., Rodgers, A., Stubbs, C., Sutherland,
W, Tomaney, A., Vandehei, T., and Welch, D.
1998, in *Pulsating Stars: Recent Developments in
Theory and Observations* (University Academy
Press: Tokio), p. 5 (astro-ph/9712048)