

JUAN FABREGAT  
Profesor de Astronomía, Observatorio Astronómico  
de la Universidad de Valencia

# LA VIDA INTELIGENTE EN NUESTRA GALAXIA



2004: AÑO DE GRANALLS



2004: AÑO DE GRANALLS

EL DIRECTOR  
DE LA REAL SOCIEDAD ECONOMICA DE AMIGOS DEL PAIS

Se complace en invitarle a la Conferencia que se celebrará el día 16 de Junio, a las 16:30 horas en el  
Centre Cultural de BANCAIXA, Plaça de Tetuán, 23, a cargo de:

***Sr. D. Juan Fabregat***

(Profesor de Astronomía, Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia)

Sobre el tema: **"Vida Inteligente en la Galaxia"**

Colabora: **BANCAIXA**

Valencia, 16 de Junio de 2004

**B**IEN muchas gracias en primer lugar por esta presentación y también muchas gracias todos ustedes por su presencia en plena Eurocopa de fútbol.

En esta charla vamos a tratar varios temas diferentes entre ellos pero todos ellos con un punto de relación común y que es, la discusión en torno a la posibilidad de vida inteligente en nuestra galaxia, vamos plantear varios como digo, vamos a preguntarnos si se dan las condiciones, para que esta vida inteligente se de en la Galaxia, y si vida existe por que no lo hemos encontrado o quizás como podríamos encontrarla en el futuro.

Voy a empezar desde una perspectiva histórica, para ilustrar que este problema de interés por el estudio de la vida inteligente, que parece que es de mucha actualidad de echo no es algo nuevo de nuestros días, sino que es algo que ha preocupado a los científicos. A mi, me gusta empezar citando a Giordano Bruno, que en su libro cuya portada aparece en la portada, el infinito universo y los mundos, ya sostiene aunque la idea no era original o idea de él, sino ya propone anteriormente Nicolás de Cusa, pues ya sostiene en el siglo XVI, que las estrellas son soles, esto no se conocía en su época la naturaleza de las estrellas, pues Bruno sostiene que sus observaciones son Soles que como tal soles pues deben estar rodeados de planetas, como nuestro sol esta rodeado de planetas y si existen planetas en esos soles, pues al igual que en el caso nuestro, en esos planetas deben haber vidas. Entonces Bruno ya en el siglo XVI propone que el universo esta lleno de mundos, de mundos habitados por vida inteligente, evidentemente estas ideas eran muy avanzadas para su época y por causa de estas ideas, también por otras cosas de tipo político, pues Jordano Bruno acabo su vida en la hoguera de la inquisición en el año 1600.

Sin embargo esta idea de la pluralidad de mundos habitados se mantiene la tradición, y ya en el siglo pasado un conocido divulgador francés Marion escribe libros científicos en las que habla de las condiciones de habitabilidad, no ya de otros mundo sino de los mundos de nuestro sistema solar, y describe pues como podran ser los habitantes de saturno, de la luna del sol, con argumentos digamos científicos, dentro de los conocimientos científicos de la época.

Sin embargo no es ya hasta el siglo XX cuando este estudio de la existencia

de vida se empieza a plantear, como un estudio científico, como un estudio de búsqueda con métodos científicos y lo primero que se busca es la presencia de vida en esas planetas. Bueno el primer tema que vamos tratar en esta charla, es la búsqueda de planetas, fuera del sistema solar, de los planetas clásicos conocidos, son planetas que giran en torno al sol y ya desde los principios del siglo XX los científicos se plantean buscar planetas fuera del sistema solar. La primera búsqueda se realiza, mediante métodos que se llaman Astro métricos vamos ilustrar este con un caso muy bonito históricamente que es la estrella de Barnard, (la estrella con mayor movimiento propio o movimiento sobre la esfera celeste, que se ha encontrado hasta el momento. Se mueve a una velocidad de 10,3 segundos de arco por año. Descubierta en 1916 por el astrónomo estadounidense Edward Barnard, tiene una magnitud de 9,54 y, por tanto, sólo es visible con la ayuda de un telescopio. Se encuentra a unos 5,9 años luz de la Tierra, en la constelación de Ofiuco).

La estrella de Barnard es una estrella muy débil no se le puede ver a simple vista y esta la que aparece en esta imagen en dos posiciones distintas, ambas fotografías están separadas unas 50 años una es aproximadamente de 1950 y la otra del año 2002 y se puede ver como la estrella separada por la rayita pues se ha movido apreciablemente en tan solo en 50 años. Si esa estrella tuviese un planeta a su alrededor, el tirón de la gravedad haría que la gravedad se moviera en línea recta, si no que se moviese de manera ondular, como la estrella tiene un planeta como se mueve en línea recta, no es la estrella propiamente dicha, sino el centro de masas de ambos cuerpos, el centro de gravedad entre la estrella y el planeta, como el planeta va dando vueltas, si unas veces esta a otro lado y otras veces esta al otro, pues la estrella también se mueve en torno a este centro de gravedad y por tanto la trayectoria de esta estrella sería ondular,

Hubo un astrónomo americano de origen Holandés Peter van de Kamp que dedico 50 años de su vida a la realización de astrometría de la estrella de Barnard, a lo largo de los 50, desde 1936 a 1990 pues fue sacando fotografías al rededor de 4.000 placas fotográficas de estrellas y luego analizo y llego a la conclusión de que efectivamente la trayectoria de la estrella en el cielo era ondulada y esa ondulación se debía a la presencia de dos planetas parecidos a Júpiter. Estos resultados de Peter van de Kamp calaron muy hondamente en la comunidad científica, pues de hecho los que sean aquí de mi edad o mis mayores o se leían libros de astronomía en su juventud recordarán que ponía como un hecho completamente aceptado por comunidad que se conocían dos planetas fuera del sol, las dos planetas la famosa estrella de Barnard, descubiertos por Peter van de Kamp en los años 1990 nuevos estudios que se hicieron no encontraron esa ondulación, y posteriormente analizando los trabajos de Peter van de Kamp, se vio que lo que había visto Peter van de Kamp, era debido a algún error instrumental, era un defecto en su instrumentación, por que provocaba un error sistemático, que hacía ondular la trayectoria de la estrella cuando en realidad era rectilínea.

Entonces, el trabajo al que dedico 50 años de su vida Peter van de Kamp,

pues no dio resultado o el resultado que se dio, resultó ser erróneo debido a un problema instrumental. Esta técnica astrométrica después de su fracaso, prácticamente se ha abandonado y hoy en día, ya en los años 1990 plantea una nueva técnica que se llama la técnica estroscópica, la idea que ilustramos en esta imagen es la misma si nosotros tenemos una estrella con un planeta a su alrededor la estrella no es quieta la estrella se mueve, en una primera aproximación podemos decir que la planeta gira en torno a la estrella eso no es exactamente así, ambos giran entorno a su centro de masas. El planeta es muy pequeñito no lo vemos la estrella si que la vemos y la vemos como oscilando cuando el planeta se aleja la estrella se acerca y viceversa, cuando el planeta se acerca la estrella se aleja. Eso lo podemos ver si una estrella esta oscilando de esa forma acercándose y alejándose periódicamente, pues sigue lo podemos ver gracias a un efecto físico, que se llama el efecto Doppler suponemos que el efecto Doppler es fácil de detectar en el sonido, como el ejemplo típico es cuando uno oye pasar un tren, oye pasar un coche o oye pasar el sonido del motor, cuando el coche se esta acercando o el tren se esta acercando la frecuencia mas aguda y cuando pasa por el lado de esa observación la frecuencia se oye mas grave, eso lo podemos ver en este dibujo, vemos un objeto que podemos considerar una estrella que esta emitiendo ondas que no son de sonido si no que viajan por el espacio, si no que son ondas de luz. La estrella va emitiendo ondas, la estrella se esta moviendo hacia el observador, consideramos una estrella en una posición que emite un frente de ondas, cuando emite el siguiente no esta en el mismo sitio esta mas cerca del observador, entonces la segunda onda atmosférica no tiene el mismo centro, tiene un centro mas cerca del observador, la tercera sale de un punto también mas cercano al observador y así sucesivamente.

Entonces, lo que vemos en este dibujo si la estrella se esta acercando al observador, vemos que esas ondas que emite están como apretadas, la estrella va atropellando esas ondas mientras que si la estrella se va alejando del observador, como cuando emite una onda, al emitir la siguiente esta mas lejos, esas ondas están mas separadas, podemos ver que estudiando la luz de la estrella, si esas ondas de luz mediante la técnica, que llamamos **estroboscópica**, si esas ondas de luz están mas apretadas, es decir las características de luz están mas apretadas hacia el azul, ondas mas apretadas quieren decir luz mas azul, si esas ondas están desplazadas hacia el azul, sabemos que la estrella se esta acercando. Se están desplazadas hacia el rojo, vemos que la estrella se esta alejando. El problema aquí, es que claro como la estrella es mucho más grande que el planeta la estrella se mueve muy poquito y necesitamos analizar con mucha precisión la luz que nos llega de estas estrellas.

El intentar ver las oscilaciones estelares mediante el análisis de la luz, ya lo intento en primer lugar un equipo Canadiense que trabajaban en el telescopio de franco Canadiense de Hawai, como ese desplazamiento de luz, lo que ellos veían era, lo que es la distribución de la radiación de la luz de la estrella había unas líneas de absorción entonces ellos miraban la luz de la estrella, a través de una ampolla de gas que situaban en el foco del telescopio, de forma que ese

gas producía una absorción. Entonces ellos veían la línea de absorción, la absorción que se forma en la atmósfera de la estrella, la veían junto a la absorción que se formaba el gas. Entonces como el gas esta quieto no se mueve, si la estrella se mueve muy poco somos capaces de apreciar, ese movimiento pues por que vemos la línea acercándose y alejándose de la línea del gas. Ellos probaron con esta técnica, esa técnica tenía un inconveniente, que científicamente no es muy grave pero para su observación les resultaba prácticamente incomodo, el gas que utilizaban era un gas altamente venenoso. Entonces, claro todo el personal del observatorio cuando ellos estaban trabajando no querían acercarse por el telescopio y ellos mismos a demás de realizar su trabajo de investigación pues debían preocuparse de todo el mantenimiento del instrumental de la organización de las observaciones por que nadie quería nada de ellos.

Otro equipo americano ya con muchos mas medios intento la misma técnica, este equipo estaba formado por George Marcy un astrónomo y Paul Butler un químico, y el trabajo del químico en esta investigación era poner o proponer y estudiar gases sin que pudiese ver las líneas de absorción cerca de la línea de la estrella y que no tuviese este efecto. Y luego hubo otro equipo que trabajo con la misma técnica que es el equipo Suizo dirigido por Michael Mayor, este equipo Suizo fue el primero que entro las oscilaciones en una de las estrellas, concretamente en esta estrella que aparece en esta imagen una estrella relativamente pequeña con un nombre un poco conspicuo 51 de pegasso en esta estrella se que observaron esa oscilación y la observaron tal como aparece aquí, lo que vemos en el grafico de la izquierda, grafico azul es un grafico de la velocidad de esa estrella, vemos que esa velocidad de escala de izquierda se reparten en torno al cero, cuando la velocidad es negativa quiere decir, que la estrella se esta acercando, cuando la velocidad es positiva quiere decir que se esta alejando, si vemos esa velocidad vemos que efectivamente la estrella oscila, tiene su oscilación que periódicamente se acerca y se aleja.

Aquí tenemos a la derecha la composición de la velocidad de esa estrella y vemos que sigue una curva muy definida sinufoidal que demuestra que esa estrella esta oscilando se esta acercando y se esta alejando de nosotros. Calcularon cual debería ser la masa del objeto que produce esa oscilación y concluyeron que debería tratarse de un planeta. Hay un hecho que sin embargo del sorprendió mucho y por eso no se atrevieron realmente o dudaron mucho en anunciar este descubrimiento, este descubrimiento lo anunciaron en 1994 en una conferencia en una reunión en Italia que no tenía nada que ver con los planetas eran sobre estrellas de tipo solar y lo metieron un poco como de tapadillo, le dijeron al organizador que tenían que dar una noticia muy importante pero que no podían comunicarla, salvo allí en la conferencia y, allí dieron la noticia al mundo de que efectivamente habían descubierto un planeta extrasolar.

Que era lo que les preocupaba a la hora de hacer pública la noticia, pues lo que mas les preocupaba, es una cuestión completamente inesperada, si vemos en la imagen azul a escala horizontal es una escala de días, tal oscilación tiene

lugar en 4, 2 días es decir este planeta que hacía oscilar a la estrella daba una vuelta a la estrella en 4 días el año de esa planeta duraba 4 días y, esto era una cuestión completamente inesperada. Estos nos da lugar también a una ilustración muy interesante, sobre cual debe ser y como deben trabajar lo científicos, este equipo Suizo tenía menos recursos económicos que el americano, los americanos tenían muchos mas datos de una estrella y de hecho cuando los suizos se pusieron en contacto con ellos, ellos analizaron sus datos y vieron que efectivamente tenían el mismo resultado. Sin embargo no se habían dado de cuenta, por que no se habían dado de cuenta, no se habían dado de cuenta por que ellos estaban esperando, planetas con muchos periodo de años, ellos estaban esperando encontrar algo parecido a Júpiter que tiene un periodo de 12 años y su estrategia científica era pues acumular observaciones durante muchos años para ver se veían esta onda de la estrella acercándose y alejándose, pero en un periodo de 10 – 12 o 20 años, no se podían imaginar que podía haber una estrella con un planeta cuyo año durase solo 4 días.

Esto como digo es muy ilustrativo, como las ideas preconcebidas dificultan el trabajo del científico si uno va con ideas preconcebidas corre el riesgo como paso con este equipo de no descubrir el descubrimiento fundamental que tienen y ya presenten en sus datos si uno va con la mente abierta y prueba todas las posibilidades aunque parezcan descabelladas, pues es uno cuando realiza los descubrimientos importantes. Claro una vez se vio, cuando se propuso y vio la gente que esto era un planeta, nadie pensaba que las teorías de formación de planetas no permitían suponer que los planetas se formaban tan cerca de las estrellas. Cuando se vio que esto se que podría ser posible, entonces se empezaron a analizar todos los datos, que se tenían y en seguida se empezaron a descubrir gran cantidad de planetas. Bueno esto es una ilustración de lo que decía antes, aquí los tamaños no están a escala, e que esta escala la distancia, digamos que esta escala, tanto el sol como el Júpiter serán muy pequeños, pero si que hacen una comparación de la distancia entre el sol y el Júpiter por un lado en la imagen arriba y entre la estrella 51 de pegasso y su planeta es su margen de Júpiter. Es lo que se llama hoy en día la bibliografía científica, un Júpiter caliente un planeta parecido a Júpiter pero con unas características físicas muy diferentes por se encuentra extraordinariamente muy cerca de su estrella.

Y bien, como decía una vez se vio que seria posible planetas con periodos tan cortos se analizaron todas las series los datos de las cuales se disponía en la época y en menos de un año se habían encontrado 10 ó 12 planetas mas y hoy en día desde hace 10 años de descubrimiento tenemos mas 100 planetas extra solares, y seguimos descubriendo prácticamente cada día mas, otra técnica que se esta analizando recientemente para descubrir más planetas esta es lo que se llama tránsitos planetarios, la idea es la siguiente, si tenemos una estrella con un planeta y la orbita de esa planeta esta muy inclinada con respecto a nuestra visual, pues el planeta pasa por delante de estrella y tapa parte de los de la estrella, si analizamos la luz de la estrella que es lo que aparece en la parte baja

de la imagen, vemos que en un momento esa luz disminuye es algo muy parecido además nos viene perfectamente al día al citar esto, pues es algo parecido que paso con el transito de Venus, que tuvimos de ver la semana pasada. Si Venus pasa delante del sol tapa un trocito del Sol, entonces la luz global del sol disminuye, nosotros vemos analizamos a la luz del día, intentamos hacerlo, estamos trabajando con las imágenes un grupo de investigadores de la universidad de valencia y tomamos fotometría del Sol, los imágenes de la iluminación del sol para ver si realmente detectamos el paso de Venus como una disminución del brillo total de la luz solar, esta técnica de los tránsitos pues ya a dado resultados también hace un par de años un proyecto internacional, básicamente dirigido por científicos polacos con una contribución internacional importante, que miden el brillo de unos 5 millones de estrellas todas las noches pues analizando imágenes de un gran campo haciendo un análisis muy detallado de estas imágenes, pues descubrieron esto efecto esperado lo que tenemos también en esta grafica es el brillo de una grafica de una estrella y vemos efectivamente que ese de esa estrella disminuye, durante un intervalo permanece en ese nivel mas bajo y a continuación vuelve a recuperarse, esto lo interpretamos como que el planeta a pasado por delante de la estrella, ha tapado parte de su superficie y por tanto el brillo total de la estrella disminuye, pues cuando se hizo este descubrimiento, como digo fue en el año 2002 inmediatamente se tomaron espectros de esta estrella y se vieron efectivamente que también presentaban oscilación que decíamos antes debido al empuje gravitacional de la tierra, debido que la estrella gira en torno a la masa del planeta.

Por tanto esta nos abre otra nueva técnica para encontrar planetas extrapolares, bien esto es una pequeña estadística, cuestión hermosa esta la imagen de la izquierda, en que nos indica que no hay planetas muy grandes, si vemos la estadística lo que vemos en la parte horizontal la masa del planeta en términos de la masa del Júpiter vemos que de esa estadística de mas de 100 planetas extrapolares que conocemos la mayoría son de la masa de Júpiter como mucho dos o tres veces mas grande, pero planetas mucho mas grandes que Júpiter no hay son muy escasos entonces esto nos indica que los planetas se forman por mecanismos diferentes a como se forman las estrellas, conocemos sistemas con estrellas s dobles, dos estrellas que giran una en torno a la otra, conocemos estrellas aisladas como planetas en los cuales el plante es mucho mas pequeña que la estrella no hay objetos intermedios entre lo que es el planeta o lo que es la estrella, tenemos muchos planetas parecidos a Júpiter y por otra parte ya tenemos estrellas cuya masa es 80 o 100 o mil o varios miles de veces la masa de Júpiter, no hay objetos de masa intermedio eso indica que mecanismos de formación de planetas y estrellas son realmente muy difícil.

Bien que tiene que ver la búsqueda de los planetas y las estrellas con la vida inteligente de las Galaxias bueno lo que tienen ver es que la vida necesita un soporte físico que probablemente las estrellas no lo harán, hasta hace 10 años solo conocíamos planetas en nuestro sistema solar y fuera de ahí conocíamos estrellas, no sabíamos si en las estrellas habían planetas o no habían y, lo que si

que sabemos que las estrellas no pueden albergar vida, la temperatura de la estrella están alta que no se pueden dar ella las reacciones químicas necesarias para el soporte de la vida. Entonces el primer paso para ver si hay vida fuera del sistema solar, es saber si hay planetas fuera de nuestro sistema solar, si que sabemos por todo lo que hemos visto hasta ahora que hay planetas, probablemente hay muchos planetas por que en 10 años de búsqueda con las técnicas adecuadas ya hemos descubierto mas de 100 y estas técnicas todavía son muy limitadas, solo nos permiten descubrir casos muy extremos.

La segunda condición que esas planetas se encuentren a la distancia adecuada de la estrella por que un planeta muy cercano como el caso de mercurio y Venus del sistema solar, la temperatura es tan alta, un planeta tan cercana al sol no puede existir agua líquida, entonces como si considera que el agua líquida es un soporte necesario para la vida, entonces planetas muy cercanos a su estrella son astros demasiado calientes como para tener agua líquida y por lo tanto no son buenos candidatos para albergar la vida, planetas demasiado alejados de su estrella son demasiado fríos, el agua estaría en caso de existir estaría helada siempre y por lo tanto tampoco parecería un entorno adecuado para la vida.

Hay una zona intermedia entre esas dos, es la zona que llama la zona de habitabilidad, es la distancia de la estrella, en la cual la temperatura del planeta puede ser la adecuada, como para que se de el agua líquida a esa distancia es y diferente según las estrellas, hay estrellas mas brillantes menos brillantes, por lo tanto esa distancia depende de la estrella que se trate y lo que si que podemos ilustrar aquí, es que algunos de los planetas que se han encontrado hasta ahora, si que se encuentran dentro de la zona de habitabilidad de su estrella ya quedamos un paso más, sabemos que hay planetas fuera de nuestro sistema solar, podemos suponer que hay muchos, por que en muy poco de tiempo de búsqueda hemos detectado ya mas de 100 planetas, podemos suponer que el fenómeno de existencia es común en nuestra galaxia, además muchos de esos planetas, se encuentran en la zona de habitabilidad de su estrella.

Por tanto esto nos permite ser optimistas de que se de vida fuera de nuestro sistema solar, cual es el futuro todos estos planetas que hemos descrito hasta ahora, que han sido encontrados bien por la técnica espectroscopica de detectar las oscilaciones analizando las estrellas por una parte o bien por la técnica fotométrica de los tránsitos son planetas muy grandes, planetas tipo Júpiter a nosotros nos gustaría encontrar planetas pequeños y otros planetas parecidos a la Tierra, esos planetas como son mucho mas pequeños, pues escapan a la posibilidad de detección con las técnicas que hemos descrito, como son muy pequeños, muy poco pesados la oscilación que crean en su estrella madre por así decirlo, es demasiado pequeña para ser detectada, cuando pasan por delante del sol como es el caso de Venus tapan un trozo pequeño de su sol, que la disminución de su sol es pequeña para ser detectada también, que podemos hacer entonces para detectar estos planetas tipo Tierra, pues hacer esas mismas observaciones desde el espacio donde nos vemos libres de los efectos de la

atmósfera de la Tierra, y podemos hacer un análisis de la luz mas firme, entonces hay proyectos espaciales, como por ejemplo el proyecto Corot que es que se ilustra aquí es un proyecto principalmente Francés pero en que participa España entre otros participamos astrónomos de la universidad de valencia que buscará planetas de tipo terrestre por el método de los tránsitos y luego hay proyectos par el futuro, como por ejemplo que presentamos aquí, proyecto Darwin, Darwin será una serie de telescopios, que viajaran por así decirlo en batería, permitirán hacer interferometria entre ellos esto interferometria, lo que permite es hacer imágenes muy detalladas. Darwin se espera que sea capaz de obtener imágenes, no ya métodos indirectos como ver la oscilación de las estrellas ver el transito, si no podrá obtener imágenes de los planetas en torno a la estrella, aquí tenemos una simulación de cómo vería Darwin el sistema solar, aquí lo que aparecerían esas manchas blancas que aparecen en la imagen interferométrica, la imagen interferométrica no es algo bonito como una fotografía por así decirlo, pero si que lo que nos aparece aquí es como vería Darwin el sistema solar y las tres manchas grandes aparecen blancas se verían Venus, Tierra y Marte, como lo vería como si la tierra estuviese situado a 10 años luz del telescopio no del instrumento. Para una estrella situada a años luz con tres planetas como Tierra Venus y Marte, Darwin sería capaz de obtener imágenes de esas planetas entonces si que cabe esperar que en el futuro cercano, estamos hablando de 10 a20 años, empecemos a detectar ya de forma masivas planetas telúricos es decir planetas parecidos a la tierra fuera de nuestro sistema solar, por tanto las posibilidades, esto digamos asi planetas telúricos no se han descubierto todavía ninguno, suponemos que debe haberlo, por que si hay como Júpiter y los mecanismos de formación nos permiten y son muy diferentes, también deben haber planetas tipo tierra claro todavía no los hemos encontrado, si los hay esperamos encontrar en los próximos 10 o 20 años y por lo tanto esto ya supondrá una plataforma bastante importante, para suponer que ya existen condiciones para la vida en las estrellas de nuestro galaxia.

Muy bien, con esto cerramos la primera parte de la charla que era pues esta exploración de la existencia de planetas como astros necesarios para el soporte de la vida.

Vamos a abordar ahora un tema completamente distinto y voy a exponer un razonamiento que se conoce con el nombre de paradoja de Fermi. Fermi es uno de los físicos mas famosos del siglo XX obtuvo premio novel, hubo una importante aportación a la física nuclear, y de hecho es uno de los científicos que participo en el proyecto Manhatam de la creación y desarrollo de la primera bomba atómica que se lanzo en la segunda guerra mundial. El razonamiento de Fermi era el siguiente: si partimos de lo que hemos visto hasta ahora, es decir es posible que en nuestra galaxia pareced que hay un soporte adecuado para la vida, parece que la existencia de planetas en torno a estrellas de tipo solar, es algo común en la galaxia Fermi se pregunta, por que? No vemos una galaxia llena de vida inteligente, por un argumento que vamos a reproducir, Fermi concluye que si la vida inteligente se pueda dar en la galaxia y eso sabe-

mos que si nosotros somos la prueba nosotros somos vida inteligente, pues si la vida inteligente se pueda dar en la galaxia, esa vida inteligente tarda muy poco tiempo en ocupar toda la galaxia, muy poco tiempo por su puesto por escalas de tiempo astronómico, que argumentos son los que utiliza Fermi pues Fermi se plantea dado el surgimiento el advenimiento de vida inteligente en un planeta como por ejemplo la tierra, cuanto tiempo tardara esa civilización en vida inteligente en expandirse por toda la galaxia. Y vamos reproducir un poco ese razonamiento. Para expandirse por esa galaxia hace falta en primer lugar pues ir del planeta donde uno nace a otro planeta donde esta situado la estrella mas cercana es decir, es decir hemos de desplazarnos o hemos de viajar a las estrellas, hemos de salir de nuestro sistema solar y viajar a las estrellas, nuestra civilización todavía no esta en condiciones de hacer eso, pero la mayoría de los analistas consideran que eso no es algo que esta muy lejos, eso es algo que probablemente no se de en este siglo XXI, pero que si en el siglo XXII muy probablemente la humanidad ya se pueda plantear el viaje a las estrellas, que características tiene ese viaje a las estrellas, el viaje a las estrellas debe ser relativamente muy largo, por que las distancias entre las estrellas son muy grandes, la estrella mas cercana a la nuestra es la estrella Alfa Centauro que se encuentra a unos 4 años luz de distancia, esta medida de distancia 4 años luz, quiere decir que la luz tarda 4 años, la luz que sale de esa estrella de Barnart tarda 4 años en llegar a nuestro sistema solar y llegar a nuestra vista.

Un año luz es aproximadamente 9 billones de kilómetros, sabemos que la velocidad de la luz es un límite inalcanzable, ningún objeto material, ningún nave espacial, en este caso es capaz de viajar a mas velocidad que la luz, pero a que velocidad podríamos viajar, cual seria la velocidad adecuada para u viaje interestelar, pues lo que yo voy a proponer aquí es que la velocidad adecuada para un viaje interestelar, sería un décimo de la velocidad de la luz, es decir 30 mil kilómetros por segundo, a uno le puede parecer que esto es una velocidad desorbitada pues si uno se maneja con las velocidades que a las que estamos acostumbrado a conducir un coche, la velocidad de las naves espaciales que tardan meses en llegar hasta Marte. Pero claro lo que uno debe tener en cuenta en este caso es que en el espacio aéreo no hay rozamiento, si una nave lo lanzamos al espacio y esa nave viaja una determinada velocidad, esa nave nunca frena, no necesita tener un motor para mantener la velocidad, la velocidad se mantiene sola, en la tierra esto no es así por que en la tierra el coche rosa con el suelo, el coche rosa con el aire. Entonces sabemos que hemos de pisar el acelerador para que el coche mantenga su velocidad, y ese pisar de la velocidad indica que estamos gastando combustible y hemos de llenar el deposito de vez en cuando, en el espacio no es así, en el espacio una vez alcanzamos una velocidad esa velocidad se mantiene sin ningún esfuerzo y sin ningún gasto, si a velocidad mantenida seguimos con nuestro motor encendido, pues la energía que además necesitamos para la nave, ser traduce en una aceleración, nuestro motor lo que va haciendo, no es que la nave mantenga su velocidad, si no es que la nave vaya cada vez mas de prisa, por muy poca energía que tenga, que

aceleración podríamos comunicar a nuestra nave pues una aceleración que podamos sugerir sería 10 metros por segundo, por que esta aceleración concreta, pues esta es la aceleración del campo gravitatorio de la tierra si nosotros soltamos una piedra en la tierra, pues cae cada vez mas de prisa con esa aceleración de 10 kilómetros por segundo, si nuestra nave acelerase a 10 kilómetros por segundo, tendrías tu además un efecto adicional para la comodidad de los astronautas, con esta aceleración se induciría una gravedad artificial que sería igual al de la tierra, entonces sabéis que en el espacio, lo habéis visto en el estación internacional o naves satel no hay gravedad no fuera de la tierra los astrónomos o los astronautas están en un estado de ingravidez, si nuestra nave cuando se aleje del sol y/o de la tierra acelera a 10 km. por segundo, pues tendremos en esa nave esa aceleración provocará una gravedad igual a gravedad de la superficie de la tierra, por lo cual nuestros astronautas estarían como en casa, bien pues se hacemos estos de esta aceleración que es muy razonable de 10km/seg. Que no parece técnicamente difícil de alcanzar nuestra nave alcanzaría un décimo de la velocidad de la luz en menos de un mes, por tanto vemos que este límite esta a un crucero a una velocidad de un décimo de la velocidad de la luz, no es algo desorbitado sino que parece razonable de alcanzar pues con la tecnología que existirá dentro de 100 o 150 años, nuestro viaje por saldría acelerando con la misma aceleración que la gravedad de la tierra como nuestra nave esta acelerando a 10 km./seg. En un mes alcanzaríamos la velocidad de la luz, entonces pararíamos los motores, el viaje seguiría con los motores parados a esta velocidad y claro un mes antes de llegar a nuestro destino tendríamos que empezar a frenar, por que sino nos pasaríamos a esta velocidad, pues de nuevo le daríamos la vuelta a ala nave lo encendiéramos el motor y frenaríamos a 10 metros por segundo hasta pararnos en el entorno de la estrella que queremos visitar.

Si esta estrella es por ejemplo la Alfa Centauro, este viaje tardara unos 40 años, vemos que no es algo desorbitado, es exorbitado si pensamos en un viaje convencional en que un astronauta tiene que meterse en una pequeña nave ir y volver a esto si que no va ser posible, por que nadie puede vivir tanto los viajes a las estrellas que tardaran decenas o centenares de años, serán en naves capaces de mantener la vida, la vida de una población relativamente importante y serán viajes de tipo generacional, es decir los astronautas que salgan los que inicien el viaje no serán los que lleguen sino que llegarán sus hijos o sus nietos. Aquí tenemos una imagen de una nave que, del tipo de nave que suponemos que podrá emprender este tipo de viajes, esto que aparece aquí que parece extraído de un libro de ciencia-ficción, esto es un proyecto de la nasa, la nasa pues ya se ve lejano en el tiempo, pero ya se están haciendo estudios de posibilidad real, de este tipo de viajes generacionales de construir naves con sistemas de mantenimiento de vida y en la que puedan viajar poblaciones importantes de gente, de forma que en decenas o pocos centenares de años se viaje de una estrella a otra, y por tanto esto nos da una primera cifra de cuanto va a durar la expansión en toda la galaxia, los viajes Inter.-estelars son viajes de décadas, claro si queremos colo-

nizar toda la galaxia, si nuestra nave sale de la tierra y llega a otra estrella tiene un planeta adecuado, se instala allí evidentemente nada mas va llegar va a salir, lo normal es que si esta nave llega encuentra condiciones de habitabilidad en el sistema de otra estrella primero se instalará, si instalará colonizara el planeta adecuado se establecerá en el y después de algún tiempo se considera en condiciones o en interés de emprender el siguiente viaje.

Dentro de estos cálculos que estamos haciendo vamos a considerar mil años como el tiempo de viaje entre dos estrellas, es decir nuestros astronautas en esta nave generacional llegan a un planeta en otro sistema solar se instalan allí, y tardan mil años en emprender el siguiente viaje, esto coincidieran conmigo que es razonable, una civilización con tecnología superior a la nuestra en mil años tiene tiempo sobrado para establecerse adecuadamente en un planeta y desarrollarse en un planeta. Pues entonces vamos a plantear los saltos de estrella en estrella como a intervalos de 1000 años, la densidad de estrellas en nuestra galaxia es aproximadamente y lo vamos a considerar por hacer los cálculos fáciles de una estrella cercana cada año luz, en nuestro entorno las estrellas están más lejanas, vamos a poner una imagen del aspecto que tiene nuestra galaxia, nosotros como béis ahí nuestra imagen no esta en el centro de la galaxia, esta mas bien a la periferia, las distancias entre estrellas de nuestro entorno son de pocos años luz tres o cuatro años luz entre una estrella y la otra, en el centro de la galaxia las estrellas están más juntas, entonces por hacer este calculo de orden de magnitud vamos a suponer que la distancia media entre dos estrellas es de un Año luz, si la distancia media es de un año luz y tardamos mil años en pasar de una estrella a otra, de una punta a otra de la galaxia, como la galaxia mide 100 mil años luz, pues tardará 100 millones de años, a esta velocidad que les comento de saltar de una estrella a otra cada mil años, a velocidad tardamos 100 millones de años en ocupar toda la galaxia, 100 millones de años es mucho o poco, sabemos que nuestra galaxia tiene una edad de 10 mil millones de años, ósea que 100 millones de años el un por cien de la vida de la galaxia, por tanto a escala de la vida de la galaxia, en el momento que surge una civilización en la galaxia, esa civilización se expande instantáneamente estos 100 millones de años instantes en la vida de la galaxia, se expande y ocupa toda la galaxia.

Entonces, por que la galaxia no esta llena de vida, si es un proceso tan rápido y se suponemos que hay vida, que la vida se da en la galaxia, porque la galaxia no esta llena de vida, esto lo que se conoce como la paradoja de Fermi, Fermi hace este calculo, b) que la vida inteligente se expande espontáneamente en la galaxia, nuestra experiencia observación es que la galaxia no esta llena de vida inteligente en fin podríamos sacar a colación el efecto ovni, pero vaya el efecto ovni no nos da una videncia que la galaxia este llena de vida, y de hecho hay proyectos, como por ejemplo el proyecto SETI que están buscando vida en nuestro entorno de la galaxia y no han encontrado nada. Entonces no tenemos evidencia de que la galaxia este llena de vida, entonces hay que explicar el por que? Si este argumento nos dice que es un proceso instantáneo y lo que noso-

tros observamos, es que nuestra galaxia esta vacía de vida al menos en nuestro entorno tiene que haber una causa para esto por eso se llama paradoja a esta reflexión de Fermi, claro podríamos plantearnos no es que es que nuestra civilización inteligente, es la primera civilización inteligente que se ha desarrollado en la galaxia, claro esto no podemos probar que no, pero si que podemos aquí a toda la tradición científica toda la historia de la ciencia, que nos enseña una tras otra como los argumentos antropocéntricos siempre acaban cayendo en principio se penso que la tierra era el centro del universo, pues hoy sabemos que no es así, cuando se vio que la tierra daba vueltas al sol, también se penso que el sol era el centro del universo, también cayo esta idea. Siempre que hemos recorrido al antropocentrismo, siempre los hechos y la ciencia nos han demostrado que nos hemos equivocado. Supnet que nuestra civilización es la primera que se produce en la galaxia, una civilización relativamente joven, podemos decir que nuestra civilización, como tal como una civilización inteligente, si nos remontamos a los primeros dominios, tiene pues 6 o 8 millones de años, eso es un segundo de la vida de la galaxia. Si decimos que somos el extirpe de los mamíferos que ocupan la tierra, tras la extinción de los dinosaurios hablamos de 60 millones de años, también un instante de la vida de la galaxia, hay mucha historia de la galaxia.

Pues claro suponer que nuestra civilización, tan recientes en términos de la historia de la galaxia, es la primera civilización inteligente que surge en la galaxia esto es un argumento antropocentrico que la tradición científica nos han dicho que nuca han sido explicaciones válidas para ningún tipo de fenómeno.

Bien, entonces conviene proponer otras alternativas para explicar la paradoja de Fermi, por que la galaxia no esta llena de vida, como este argumento se conoce como de hace 40 o 50 años, pues han salido muchas explicaciones al respecto, unas mas o menos acertadas podemos comentar a lo mejor luego de la charla o dentro de la discusión, algunas de ellas pero yo voy a comentar uno en concreto, y lo voy a comentar por que? Viene a partir de un descubrimiento científico muy reciente y que son las explosiones cósmicas de rayos gama, este va a ser el tercer tema, que vamos a tratar en esta conferencia y con esto ya acabamos. Vamos a cambiar de tema por tanto y vamos dejar pues estos argumentos de Fermi, vamos la astronomía y la búsqueda de planetas extrapolares y vamos a empezar hablando de un tema aparentemente no tiene nada que ver, y que es la geopolítica, para explicar estas explosiones cósmicas de rayos gama, vamos a remontarnos a la situación política mundial de los años 60 y 70 a el punto álgido de lo que históricamente se llama la guerra fría, la guerra fría de las dos potencias mundiales hegemónicas de aquella época, Estados Unidos y la Unión Soviética potencias hegemónicas que por miedo de una a la otra estaban desarrollando unos arsenales de armas nucleares tremendamente terroríficos, tan terroríficos que las dos potencias se dieron cuenta, de que de seguir por esa vía se iba a destruir a la humanidad Entonces ya en los años 60 ya se empezaron a plantear..... la suspensión de pruebas nucleares en la tierra, a mitad de los años 60 EEUU y la URS, se pusieron de acuerdo en no realizar

explosiones nucleares en la superficie de la tierra, no realizar pruebas nucleares en la superficie de la tierra, firmaron los acuerdos y claro una vez firmado los acuerdos, lo que sucedía en la época ninguno de las dos se fiaba de una de la otra de que iban a cumplir el pacto, entonces cada una de ellas, pues desarrollo sus mecanismos para verificar que la otra cumplía con el tratado.

En particular EEUU, pues desarrollo una serie de satélites espía, los satélites Vela que eran 5 satélites que volaron entre el 67 y el 73 cuya misión era vigilar que efectivamente en la Unión Soviética no se producían explosiones nucleares el nombre de Vela es un nombre en castellano, es del verbo Velar, eran unos satélites que velaban que la Unión Soviética cumpliera su parte de tratado, por que estos satélites lo que equipaban eran telescopios de rayos gama, las explosiones nucleares, producen diferentes tipos de radiación, la radiación penetrante la que viaja más, es radiación lumínica, es luz pero de mucha mas energía, es luz de una energía superior a la de luz óptica por su puesto también superior a los rayos ultravioletas y a los rayos X digamos que es la luz más energética, es lo que llamamos rayos gama.

Las explosiones nucleares entre otros efectos, una emisión intensa de rayos gama, entonces estos telescopios de rayos gama, si se producían explosiones nucleares, detectarían el fogonazo de rayos gama, y demostrarían que efectivamente se habían incumplido con el tratado, bien se lanzaron los satélites Vela, yo no conozco toda la historia no se si descubrieron explosiones nucleares o no, de echo ambos potencias violaron el tratado como la mayoría de los tratado que se realizaron en la época pero lo que nos ocupa en este caso es que estos satélites Vela si que descubrieron de explosiones de rayos gama pero que no venían de la tierra ni del sol, si no que venían desde el espacio, venían desde el universo eran explosiones muy cortas, aquí tenemos una gráfica de ellas, esto lo que nos indica de cuantos fotones no o cuantos elementos de luz, o cuantos rayos gama llegaban al detector, entonces vemos que de un nivel de cuentas muy cercano al cero el tiempo y la escala esta en segundos, en pocos segundos la radiación llegaba a 1500 fotones impactaban en los detectores de la nave, esto no duraba mas que 5 o 6 segundos, explosiones que duraban 5 o 6 segundos y que venían del espacio del fondo del universo no se sabía de donde. Las naves Vela detectaron una veintena (20) de explosiones de rayos gama en sus años de misión, y bueno estas explosiones cósmicas de rayos gama, se conocen también con el acrónimo en ingles GBR, sería la explosión de rayos gama. Pues han constituido uno de los mayores misterios en la astrofísica de Barnard durante 30 años, la naturaleza de estas explosiones cósmicas de rayos gama empezó a conocerse a partir de un nuevo satélite americano, esta vez ya dedicado específicamente a la astronomía que es el COMPTON "gamma ray observatory" que llevaba 8 pequeños telescópicos montados en las 8 esquinas de la nave de forma que miran al cielo todo a la vez, y digamos que por la combinación de la luz que llegaba a cada uno de ellos eran capaces de explorar, bueno todo el cielo a la vez no pero la mitad del cielo si, como estos satélites vuelan en orbita baja digamos que desde el satélite la tierra se muy grande tapa

prácticamente la mitad del cielo, entonces exploraban continuamente la otra mitad del cielo, pues bien este instrumento empezó a descubrir explosiones de rayas gama a un ritmo de 1 por 10 el G.R.O. del observatorio vivió unos 10 años, se hizo caer en el 2001 por que ya había perdido sus giróscopos y era mas difícil de controlar y entonces por miedo de que cayese de forma incontrolada sobre alguna región habitada se le forzó caer en el océano pacífico donde no podría realizar ningún daño, bueno a la vida inteligente por lo menos. Y lo largo de sus 10 años aproximadamente de vida descubrió 2.704 de estas explosiones cósmicas, es decir a un ritmo de 270 por año, o lo que es lo mismo 1 por 100, es un fenómeno muy común en el universo.

Se vio además, en esta diapositiva se ve, esas explosiones cósmicas están distribuidas portado el cielo esto que aparece aquí, es un mapa del cielo y cada puntito representa la posición de una de estas explosiones, entonces estaban distribuidas por todo el cielo, y eso aportaba también alguna indicación a cerca de su naturaleza, en principio se penso que ocurría en el plano de la galaxia en una imagen hemos pues a escala de la galaxia es mas o menos plana, se penso que estas explosiones estaban asociadas a estrellas y neutrones en nuestra galaxia pero esta distribución portado el cielo demuestra que no, si estos fenómenos ocurren en nuestra galaxia, deberían agruparse en el plano galáctico, es decir deberían estar en la región del cielo ocupada por la vía láctea, por la galaxia, bien podrían tener una distribución como la del imagen de la izquierda, sin embargo lo que se observaba era lo de la derecha, distribuido por todo el cielo, por tanto tenían que originarse en una estructura con simetría esférica en torno a la tierra, se pensó en principio que eran fenómenos que tenían lugar en el sistema solar, pero no se encontró ninguna explicación, ningún mecanismo adecuado para producir esas explosiones en nuestro sistema solar.

Y luego se avanzo otra hipótesis podrían de naturaleza extragalactica, es decir no tener lugar en nuestra propia galaxia, sino en galaxias exteriores, como galaxias hay por todo el cielo, i estas explosiones tenían lugar en otras galaxias pues esta distribución quedaba automáticamente explicada, esto tenia un problema importante, si estas explosiones ocurrían en galaxias exteriores a la nuestra como las galaxias exteriores a la nuestra están a mucha distancia, para verlas con la energía que las vemos estos fenómenos deberían ser extraordinariamente energéticos, es decir tener mucha mas energía, que ningún astro o fenómeno conocido, o por decirlo de otra forma eran fenómenos o mecanismos que en un segundo producían tanta energía como todas las estrellas de nuestra galaxia juntas durante un año en aquel momento no se conocía ningún mecanismo para explicar este fenómeno de energía tan enorme entonces esta hipótesis extragalactica no acababa completamente acertada, sin embargo aquí tenemos como ejemplo algunas de estas explosiones, esto es como varía el nivel visión con el tiempo, que tienen una morfología diversa. Y luego para ver si esas explosiones venían de otras galaxias lo que habría que hacer era mirar en la posición en la cual se había encontrado dicha explosión ver si hay un a galaxia o no, con el trabajo de Mtschi no se podría , con estas esquinas de los teles-

copios no permitían obtener imágenes, nos daba una dirección de donde venía la explosión pero una dirección aproximada, es decir la posición en el cielo de cada explosión la conocíamos con un error de 30 grados, 30 grados quiere decir 60 veces el tamaño de la luna, lo cual era muy poco indicativo, lo que si se sabía o se suponía es que esa emisión de rayos gamma al interactuar si se producía en otra galaxia, al interactuar los gamma con la materia interestelar de la galaxia, la calentarían y después de la explosión de los rayos gamma, habría por así decirlos una emisión de rayos X y después emisión en el óptico por lo cual podríamos mirar con el telescopios ópticos a la región donde se había producido la explosión de rayos gamma a lo mejor si que podríamos detectar el destello óptico y si estaba asociado algún objeto conocido, eso se empezó hacer primero en rayos X con un satélite italiano, el satélite BeppoSax y posteriormente en el óptico, cuando este satélite BeppoSax observando rayos X si que proporcionaba posiciones muy precisas y luego mirando con telescopios ópticos a esas posiciones muy precisas se pudo probar que efectivamente las explosiones cósmicas se producen en galaxias exteriores a la nuestra. Vemos aquí en la imagen estas explosiones, observadas con un telescopio en tierra y luego con telescopios espacial y se puede ver la explosión en el puntito brillante y, alrededor de la explosión se puede ver la forma de la galaxia, vemos que esa explosión a tenido lugar en una galaxia.

Hoy en día ya se han asociado mas de una decena de explosiones a la galaxia en las cuales ha ocurrido y se ha visto que en algunos casos se trata galaxias enormemente lejanas. Entonces si que tenemos estas explosiones de rayos gamma son fenómenos extragalacticos, y por tanto son efectivamente los fenómenos más energéticos de todo el universo conocido, repito en una de estas explosiones en pocos segundos se libera tanta energía, como toda lo que produce nuestra galaxia entera en un año.

Que puede producir eso, hoy en día se supone que estos fenómenos están asociados a la muerte de las estrellas masivas, las estrellas muy masivas al final de su vida explotan y se supone en el contexto o en el marco de esta explosión por el eje de rotación de la estrella, en el momento de la explosión se producen dos chorros colimados de rayos gamma y si esos chorros están apuntando precisamente en la dirección del observador, pues vemos la explosión cósmica de rayos gamma, aquí tenemos un objeto conocido de nuestra galaxia, se llama Eta Carina es una de las estrellas mas masivas que se conocen lo que se ve ahí es un material circuí-estelar y si supone que este objeto explotara y producirá una explosión cósmica de rayos gamma en nuestro entorno galáctico, pues en los próximos pocos miles de año. Muy bien que efecto puede tener esto, que efecto podría tener esto si nos toca una de estas explosiones a nuestro lado, como hemos visto que son los fenómenos más energéticos del universo, si efectivamente una explosión de rayos cósmicas de tipo gamma ocurre en nuestra galaxia, pues la energía liberada es suficiente como para producir una destrucción masiva de vida en toda una importante fracción de la galaxia, si estallase una de estas explosiones cósmicas de rayos gamma cerca de la tierra el flujo tan

intenso de rayos gamma tendría efectos muy importantes sobre todo en la atmósfera de la tierra, en primer lugar destruirá la capa de ozono con lo cual el la superficie de la tierra se vería sometida a la radiación ultra violeta del sol, como que sabéis es vital para la vida, posteriormente Produciría también reacciones químicas en la atmósfera produciendo grandes cantidades de dióxido de nitrógeno que es opaco y entonces haría que llegase mucho menos luz del sol a la tierra. Y luego también en el momento de la explosión se predicaría una gran cantidad de rayos cósmicos producidos por la interacción de rayos gama en la atmósfera que también resultaría letal para la mitad de la tierra que en ese momento estuviésemos viviendo, entonces estas explosiones cósmicas pueden producir destrucciones masivas de vida en prácticamente en toda en una galaxia entera.

De echo en la historia de la vida de la tierra se conocen destrucciones masivas de especies, de hecho se conocen 5 extensiones masivas, la última es la que se produjo hace 60 millones de años, en la que extinguieron los dinosaurios, esta extinción de los dinosaurios parece que esta bastante probado hoy en día, se debió a otro tipo de fenómeno a la caída de un asteroide de un gran tamaño por la superficie de la tierra, hay parece que hay evidencia geológica de que en este caso fue así, sin embargo hay otra extinción, que hoy en día se empieza a estudiarse con mas detalle que es la que tuvo lugar al final del periodo **Ordoviciense** hace unos 440 millones de años y en este caso no hay ningún sedimento geológico que se pudiese asociar a la caída de un objeto extraterrestre y si que hay evidencias de un oscurecimiento de una galaxia que tuvo lugar de forma súbita siguiendo aun periodo de calor hubo una deglaciación súbita que rápidamente desapareció y volvió el calor pues esto podríamos asociar a este oscurecimiento de la atmósfera por las reacciones químicas que he descrito parece ser que hubo una extensión antes de la glaciación y que podría estar asociada a esta desaparición completa de la capa de ozono, entonces hay evidencias que parecen indicar que efectivamente cuando se conoce que esta extinción masiva **Ordoviciense**, pudo estar causada o tiene esas características a una irradiación importante de la atmósfera de la tierra por un flujo notable de rayos gamma.

Entonces, estas explosiones cósmicas de rayos gamma si que podían significar la interrupción del desarrollo de la vida, antes de que llegue a convertirse en vida inteligente a escala de toda la galaxia, si con la estadística que hoy en día tenemos de varios miles de explosiones cósmicas de rayos gamma observadas, calculamos cuantos explosiones ocurren en una galaxia dada de termino medio, pues nos encontramos con una cifra que va a cuadrar que hemos anunciado antes, para una galaxia como la nuestra, pues el ritmo de la explosión de rayos gamma sería aproximadamente una explosión cada 200 millones de años, es decir cada 200 millones de años tendríamos un proceso que podría significar destrucción de vida a una escala de toda la galaxia.

Este ritmo de cada 200 millones de años, además no es un ritmo estable es un ritmo que varía con el tiempo, porque? Por que tiene que ver estas explosiones de acuerdo con el modelo que he citado están relacionados con la muer-

te de las estrellas masivas, las estrellas masivas duran muy poco es decir agotan su vida en muy pocos millones de años, estamos hablando a escalas cósmicas. Por ejemplo el sol tiene 5 mil millones años, una estrella muy masiva capaz de finalizar su vida en explosión de rayos gamma viven aproximadamente unos 5 a 10 millones de años, las galaxias jóvenes, los procesos de formación estelar son muy rápidos se forman muchas estrellas masivas y por tanto en una galaxia muy joven podemos suponer que el ritmo de estas explosiones cósmicas de rayos gamma es muy alto, a medida que a galaxia se va haciendo mas vieja, la formación de estrellas masivas va mas despacio esto es algo que se comprobado en los estudios en la formación de estrellas interestelares cercanas a las nuestra entonces cabe suponer que medida que la galaxia va haciendo cada vez mas vieja, las explosiones de rayos gamma van teniendo lugar con una frecuencia media y por lo tanto los procesos de extinción de vida a escala de la galaxia van siendo cada vez mas raros.

Entonces en este contexto podemos plantear una explicación a la paradoja de Fermi en términos de estas explosiones de rayos cósmicas gamma, podemos suponer que cuando la galaxia era muy joven las explosiones de cósmicas de rayos gamma eran muy frecuentes, la vida que pudiese surgir en los planetas de nuestra galaxia era sistemáticamente destruida la vida superior digamos no toda la vida por que la vida surgió en la tierra hace 3 mil millones de años y se ha mantenido hasta ahora pero líneas de vida han sido continuamente aniquiladas, y esa aniquilación significado cambios importantes en la evolución de la vida sobre el planeta, por ejemplo los dinosaurios vivieron aproximadamente 400 millones de años y en eso 400 millones de años no se produjo o no evolucionaron hacia un vida inteligente, cuando los dinosaurios desaparecieron de la tierra hace 60 millones de años, en 60 millones de años los mamíferos ocuparon el nicho biológico correspondiente a los dinosaurios y en 60 millones de años si que han sido capaces de producir una especie inteligente como es la nuestra. Entonces, el desarrollo de la inteligencia o el desarrollo de las especies que desembocan en una especie inteligente si que pueden ser alterados por los procesos de destrucción masiva

En el esquema que yo les planteaba tenemos una galaxia muy joven donde la vida que surge es continuamente destruida por las especies que se van desarrollando, van siendo destruidas por un ritmo de explosiones cósmicas de rayos gamma muy alta, a medida que la galaxia se hace mas vieja la formación estelar disminuye de ritmo, las explosiones de rayos gamma se van espaciando cada vez más. En este contexto en la actualidad estaríamos en un proceso, por así decirlo en un cambio de fase en la galaxia, estaríamos en el primer intervalo en la vida de la galaxia en el cual la separación entre dos explosiones cósmicas consecutivas es lo bastante grande como para permitir el desarrollo de la vida conducente al desarrollo de la inteligencia, es decir el primer intervalo entre dos procesos galácticos de extensión masiva de vida, el primer intervalo suficientemente largo como para permitir el desarrollo de la inteligencia, entonces eso explicaría por que precisamente ahora cuando tenemos una especie inteli-

gente, por primera vez en la galaxia, a punto de emprender el viaje a las estrellas y colonizar la galaxia entera. Si aceptamos este argumento pues tiene una conclusión aneja a una conclusión adicional, si efectivamente estamos en el primer intervalo de la vida de la galaxia lo suficientemente largo entre dos explosiones destructivas, ese intervalo lo suficientemente largo ha permitido que se desarrolle la vida inteligente aquí en la tierra, pero es igual un intervalo para toda la galaxia puede haber permitido que se desarrolle la vida inteligente en otros lugares de la galaxia. Entonces, en este contexto, podríamos estar en un estado de la galaxia, en el cual en muchos sitios, se esta desarrollando la vida inteligente y con un nivel de desarrollo parecido a lo nuestro, si eso es así estas civilizaciones inteligentes estarían también planteándose la colonización de la galaxia, algunas a lo mejor ya habrían empezado otras irían un poco retrasadas y dentro de este contexto, cuando nosotros emprendamos nuestra colonización de la galaxia quizá nos encontremos con el resto de la civilización que están con una misma tarea de expandirse por toda la galaxia, esto supone una explicación para la paradoja de Fermi en términos de estos procesos de extinción de vida producidos por las explosiones cósmicas de rayos gamma.

Obviamente este argumento es muy especulativo, no sabemos poco de las explosiones de rayos gamma, sabemos poco de estos procesos de destrucción de vida inteligente, pero simplemente volviendo a recuperar el argumento de la paradoja de Fermi, nuestra galaxia esta vacía de vida inteligente o aparentemente esta vacía de vida inteligente, además de nuestra hay que proponer alguna explicación a este hecho, y bueno dentro de las explicaciones que podríamos proponer, esta explicación basada en las explosiones cósmicas de rayos gamma, es una explicación coherente por que cuadra en las escalas de tiempo, cuadra con lo que conocemos con las explosiones cósmicas y cuadra con las escalas de tiempo que conocemos que emplea la vida inteligente en desarrollarse y por tanto dentro de lo especulativo que es esta explicación, digamos que es coherente en el sentido de que proporciona una explicación plausible par la paradoja de Fermi. Bien con esto acabo la charla ahora pues podemos debatir sobre lo que hemos hablado.