
¿Dónde están?

Ángel Gutiérrez

UNA BÚSQUEDA ANTIGUA

¿Estamos solos en el Universo? Esa es una buena pregunta, y una pregunta antigua. Hace más de dos mil quinientos años, en la vieja Grecia, había ya quien se preocupaba por estas cuestiones significativas y lanzaba al aire respuestas. Entre estos hombres estaba un filósofo de la escuela de Epicuro; un tal Metrodoros. Según él, pensar que la Tierra era el único mundo con vida en la infinidad del espacio, resultaba tan absurdo como juzgar que en un enorme campo plantado de mijo, solamente una semilla podía llegar a crecer.

Hubo varios que apoyaron esta creencia a lo largo de la Historia. No pocos de ellos ardieron en las llamas a las que les condenaron por esa razón los inquisidores. Es curioso que tan severos jueces fueran discípulos fervorosos de unos dogmas basados en creer a ciegas lo inefable, y que se mostraran incapaces, sin embargo, de admitir una fe más modesta, una simple creencia, la de que quizá Dios no se habría tomado la molestia de crear un Universo tan grandioso, si nosotros, habitantes de la Tierra, fuéramos los únicos seres capaces de contemplarlo y maravillarnos. Como se dice en la película *Contact*, basada en un libro del astrónomo Carl Sagan, “sería un enorme desperdicio”, además de –esto lo añado yo– enormemente triste.

Teniendo en cuenta que somos los únicos seres inteligentes de cuya existencia tenemos constancia, es difícil hacer extrapolaciones. Somos, como leí u oí una vez en algún sitio, una “estadística de caso único”. Al menos por ahora... Quizá podamos considerarnos afortunados por ello, aunque si realmente estamos solos, ¿a quién puede importarle nuestra buena suerte? ¿A quién podría importarle que dejáramos de existir?



Figura 1. Carl Sagan



LAS PROBABILIDADES DE UN MILAGRO

Se calcula que nuestra galaxia tiene entre doscientos y cuatrocientos mil millones de estrellas, y que en todo el Universo hay al menos cien mil millones de galaxias. Asumiendo que la Vía Láctea es una galaxia de tamaño medio, tenemos que existen al menos veinte mil “billones” de estrellas. En principio, es lícito pensar que pueda haber vida inteligente en algún planeta que gire alrededor de alguna de esas estrellas. Si así fuera, no resulta imposible que uno o más de esos privilegiados mundos comparta con nosotros la galaxia. Las supuestas civilizaciones que hayan surgido en tales planetas habrán tenido, al igual que la nuestra, una evolución, pasando de vivir en cuevas y comer carne cruda de animales –y probablemente de algún que otro compañero de la tribu, más débil de lo normal–, a usar herramientas, primero de piedra y luego metálicas, y más tarde a desarrollar la ganadería y la agricultura, a inventar la rueda, el motor a vapor, el de explosión, las armas nucleares, las naves espaciales, los ordenadores, y las frases que decir cuando se pisa por primera vez un pedazo de tierra fuera del propio planeta. Eso mismo, o algo equivalente.

La evolución lleva su tiempo, como es lógico, y tiene –debería tener, al menos– unas consecuencias. Al ser humano le ha llevado un millón de años colonizar el planeta Tierra, construir armas que serían capaces de destruirlo mil veces, poner el pie en la Luna, y enviar sondas a Marte y, como se decía en el *Imperio Contraataca*, también a las “infinitas distancias del espacio”. Aunque lo parezca, no es mucho tiempo si lo comparamos con la edad de la galaxia, que se estima en unos diez mil millones de años. De seguir a este ritmo, que crece exponencialmente, no es descabellado pensar que dentro de otro millón de años, o de tres, o de cincuenta, habrá colonias de humanos en todos los rincones de esta galaxia, y quizá de alguna otra. Y eso aun considerando que, en todo ese tiempo, no seamos capaces de construir naves que viajen a velocidades relativistas (no despreciables respecto a la velocidad de la luz), ni descubramos el modo de atajar camino en el espacio-tiempo a través de *agujeros de gusano* o de cualquier otro modo impensable por el momento.

Si se aplica esto mismo a cualquier otra civilización que haya podido surgir desde el comienzo del Universo, y no parece haber ninguna razón que nos

impida hacerlo, es posible llegar a una interesante conclusión. Revisemos los números que tenemos: la edad de la galaxia es de unos diez mil millones de años ($T = 10^{10}$) y admitamos que a una civilización le lleva colonizar toda su galaxia cien años de desarrollo exponencial ($t = 100$), lo que es una barbaridad, pues toda nuestra Historia es sólo una fracción de ese tiempo. Pues bien, la probabilidad de que, desde la formación de la galaxia, una civilización inteligente haya podido colonizarla es, con tales premisas:

$$P = \exp\left(-\frac{T}{t}\right) \approx 10^{43.000.000}$$

Este valor es tan enorme que resulta verdaderamente inimaginable. No obstante, para que usted y yo podamos hacernos una leve idea de lo descomunal que es, se puede comparar con otros números realmente grandes que, a su lado, resultan del todo irrisorios. Por ejemplo, el número de vasos que podrían llenarse con el agua de los océanos de la Tierra está en torno a 10^{21} ; y el número de átomos estimado de todo el Universo es del orden de 10^{79} . Ni siquiera uno de los números más grandes concebidos por el ser humano –concretamente por uno de ellos, el matemático Edward Kasner–, el *googol* (10^{100}) se acerca siquiera al valor anterior.

Comprobado ya que este número es muy, muy grande, se puede afirmar que si hubiera otra civilización inteligente en nuestra galaxia, deberíamos tener pruebas de su existencia, pues lo contrario sería un milagro en toda regla, una sola posibilidad entre $10^{43.000.000}$, o lo que es lo mismo, una probabilidad de un cero y una coma seguido de más ceros de los que podrían escribirse en todo el Universo, y, al final, un uno. Sin embargo, el milagro ha ocurrido, está ocurriendo, pues ya se ha dicho que no tenemos constancia de que exista más vida inteligente que la de este planeta. Se trata, a primera vista, de una contradicción, que hasta tiene nombre: *Paradoja de Fermi*, o también *El Gran Silencio*.

Pero como todas las paradojas, la de Fermi es sólo una contradicción aparente. Hay varias razones que pueden explicar este milagro. Son estas:

- **Los extraterrestres no existen.** Esta es, quizá, la solución más obvia de la *Paradoja de Fermi*. Si no hay más vida inteligente que la nuestra en todo el Universo, ninguna otra civilización ha podido visitarnos, por más tiempo que haya pasado.



Las condiciones necesarias para la vida son muy exigentes y la evolución bioquímica es extremadamente compleja e impredecible. Así es que puede ser que la vida, al menos la vida inteligente, sea algo raro en el Universo; más que raro, excepcional, y que los humanos seamos, después de todo, su única muestra, la única semilla que terminó germinando en el enorme campo de mijo.

- **Los extraterrestres existen, pero no nos han colonizado todavía.** Hemos demostrado que la falta de tiempo no sirve de justificación para el hecho de no haber sido ya colonizados. Por tanto, hay que buscar otras explicaciones posibles para ello. Una, es que simplemente la civilización colonizadora se haya destruido antes de llegar a nosotros, bien por causas naturales (el impacto de un meteorito que destruyó su planeta, por ejemplo), o por otras artificiales (una guerra nuclear generalizada que hubiera acabado con toda la vida inteligente).

Otra opción es que los extraterrestres hayan decidido no colonizarnos, por decisión propia o en cumplimiento de un tratado interestelar, o bien por razones científicas, religiosas, o de cualquier otro tipo. Quizá, simplemente, no tengamos el menor interés para ellos, porque nos consideran estúpidos y atrasados. Puede, incluso, que les hallamos pasado desapercibidos.

Estas y otras razones similares, aunque son posibles, sólo resultan probables si el número de civilizaciones inteligentes es muy reducido, pues, de no ser así, es poco creíble que absolutamente todas ellas se hayan destruido, o hayan decidido respetarnos o ignorarnos. Es una mera cuestión de lógica: los cataclismos no son universales, ni tampoco la buena voluntad, ni, por supuesto, los recursos de que una civilización puede disponer sin expandirse.

Y esto nos lleva a la tercera posibilidad...

- **Ya hemos sido colonizados.** Tal colonización podría ser dispersa y poco significativa. Seguro que ha visto películas sobre seres de otros planetas, unos buenos y otros malvados, que han llegado a la Tierra y se han mezclado con sus habitantes; y también que ha oído hablar del fenómeno OVNI, del cambio de vacas por tecnologías como el velcro (!), o de la célebre *Área 51*, la base ultrasecreta de la Fuerza Aérea de Estados Unidos en la que, supuestamente, se ocultan una nave extraterrestre y algún que otro alienígena. Así es que ya sabe a qué me refiero.

Por otro lado, existe la posibilidad de que hayamos sido colonizados totalmente, de algún modo que ignoramos. Esta es, desde luego, una posibilidad inquietante y quizá hasta descabellada, aunque no del todo inverosímil. De hecho, la programación que hoy en día puede verse en la televisión, es un buen argumento a favor de esta hipótesis...



Figura 2. Imagen de la base secreta conocida por *Área 51*, situada en el desierto de Nevada

Cuantificar lo desconocido: La ecuación de Drake

Como podrá imaginar, este Drake no es el corsario al que los ingleses llamaban *vicealmirante*, sino el astrónomo Frank Drake, que, a principios de 1960, inició una campaña sistemática y rigurosa para encontrar, entre el ruido del espacio, señales de vida inteligente. Con ese objetivo utilizó un radiotelescopio, el del Observatorio Nacional de Radioastronomía (NRAO) en Green Bank, Virginia Occidental.

La idea de que un radiotelescopio pudiera utilizarse con este fin, había sido también sugerida por Philip Morrison y Giuseppe Cocconi. Estos dos fisi-



cos de la universidad de Cornell trataron de ponerla en práctica en el radiotelescopio de Jodrell Bank, pero les fue negado el permiso para hacerlo.



Figura 3. Radiotelescopio del NRAO en Green Bank

Había dos preguntas clave que Drake tuvo que hacerse: por un lado, en qué frecuencia del espectro electromagnético se debía buscar y, por otro, a qué parte del Cosmos debía apuntarse. Pues bien, la frecuencia elegida para enviar y recibir los mensajes para y de los extraterrestres fue la de 1420 MHz (equivalente a una longitud de onda de 21 cm), que es la frecuencia de radioemisión del Hidrógeno. Esta frecuencia, conocida por *línea del Hidrógeno*, había sido también propuesta por los físicos Cocconi y Morrison, argumentado que siendo el Hidrógeno el elemento más común del Universo, podría ser un

buen canal, por llamarlo de alguna manera, uno que podría habersele ocurrido utilizar a una civilización inteligente para comunicarse con cualquier otra.

NOTA: En 1971, el vicepresidente de Hewlett Packard, Bernard Oliver, gran entusiasta y partidario del proyecto de búsqueda de inteligencia extraterrestre, propuso otra frecuencia de búsqueda, además de la del Hidrógeno. Se trataba de la *línea del Hidroxilo*, localizada en la frecuencia de los 1662 MHz, equivalente a una longitud de onda de 18 cm. A la zona del espectro electromagnético entre ambas líneas, la del Hidrógeno (H) y la del Hidroxilo (OH), se le denominó *water hole*, agujero del agua, pues de la unión de uno y otro surge el agua (H_2O). Ese “agujero” parecía una elección lógica para cualquier civilización inteligente, pues el Hidroxilo es, como el Hidrógeno, muy común en todo el Universo; además, la zona del *water hole*, es la más tranquila del espectro, y el agua, formada como se ha dicho por la unión de Hidrógeno e Hidroxilo, es un principio básico de la vida según nosotros la conocemos.

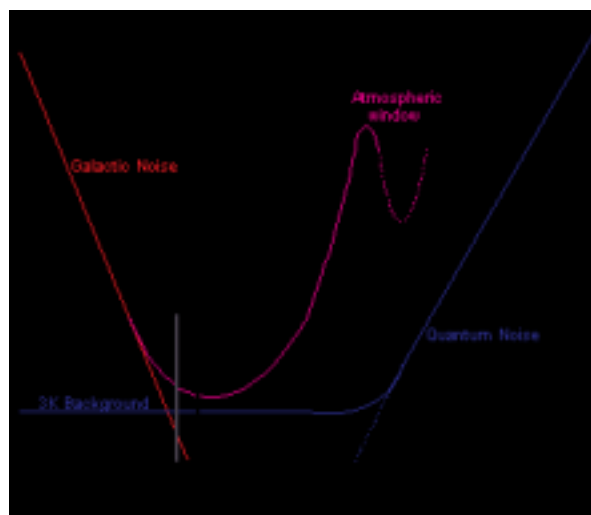


Figura 4. Agujero del agua

La segunda cuestión que Drake tuvo que plantearse, la de a dónde apuntar el radiotelescopio, estuvo determinada hasta cierto punto por la todavía algo precaria tecnología de la época. Se eligieron dos estrellas cercanas (dentro de un radio de diez años-luz) y de características similares a las de nuestro Sol: *Tau Ceti* y *Epsilon Eridani*.

Drake dio al proyecto el nombre de Ozma, por la princesa que aparece en el famoso cuento –luego transformado en película– *El mago de Oz*. La búsqueda no tuvo éxito, si tenerlo significaba encontrar



señales de vida inteligente extraterrestre, pero supuso, no obstante, un primer y decisivo paso, que poco después llevaría a la hoy célebre reunión de Green Bank. A ella asistió un reducido y selecto grupo de científicos, entre los que se encontraban el propio Drake, Carl Sagan, Giuseppe Cocconi, Philip Morrison o el químico Melvin Calvin, hijo de emigrantes rusos, que, por coincidencias del destino, si es que aquellas no son incompatibles con éste, se enteró durante la reunión de que había recibido el premio Nóbel de química.

NOTA: Los asistentes a la reunión se denominaron a sí mismos “La orden de los delfines”, en una referencia simpática al libro que acababa de publicar uno de ellos, John Lilly, en el que afirmaba que los delfines eran seres inteligentes.

El mero hecho de que se produjera esta reunión, la probada capacidad de los que a ella asistieron, y la seriedad y el rigor científico con que se trató el asunto central de la misma, terminaron de sacar de la oscuridad la búsqueda de pruebas acerca de la existencia de vida inteligente fuera de la Tierra. Lo que hasta entonces había sido considerado por muchos un cuento de brujas (o de Oz) se convirtió, casi de la noche a la mañana, en tema de estudio científico.



Figura 5. Frank Drake

En la reunión de Green Bank, Frank Drake presentó la ecuación que lleva su nombre. Ella sirvió para estimar el número de civilizaciones inteligentes que podrían existir en nuestra galaxia y comunicarse con nosotros. Se llegó a la conclusión de que ese número

podía oscilar entre mil y mil millones. La diferencia entre uno y otro valor resultaba considerable, es cierto, pero lo importante no era establecer un número exacto, sino el hecho de que de un modo no arbitrario se pudiera obtener “algún” número, se lograra cuantificar lo desconocido. Ese era, y es, el auténtico significado de la ecuación de Drake, que se define como sigue:

$$N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

- **R ritmo anual de formación de nuevas estrellas.** Este valor se refiere a las estrellas que se crearon en la Vía Láctea en la altura en que surgió nuestro Sistema Solar. El valor que se le asignó fue 1, pues se calculó que en esa época se formaba en nuestra galaxia una nueva estrella cada año.
- **f_p porcentaje de estrellas que cuentan con un sistema planetario.** No todas las estrellas tienen planetas girando a su alrededor, aunque las observaciones astronómicas parecen haber demostrado que la presencia de planetas es habitual, al menos en torno a estrellas jóvenes. En cualquier caso, es difícil determinar con exactitud esta variable, pero suelen admitirse valores entre 0,1 (10%) y 0,8 (80%).
- **n_e número de planetas por estrella capaces de albergar vida.** Tomando como modelo el Sistema Solar, este parámetro tendría un valor de 3, pues en él existen tres planetas en los que hay o podría haber vida: la Tierra, obviamente, Marte y Venus. En general, se considera que el valor de n_e puede oscilar entre 1 y 5.
- **f_l porcentaje de planetas que pueden albergar vida (n_e) en los que efectivamente ésta llega a surgir.** Por lo general, se acepta que formas de vida más o menos complejas terminan desarrollándose en todos los planetas que pueden albergarlas. Por tanto, el valor que suele asignarse a este parámetro es 1 (100%).
- **f_i porcentaje de planetas en los que surge la vida (f_l) que llegan a desarrollar seres inteligentes.** Por seres inteligentes se entiende aquellos cuya tecnología les permite comunicarse con otras criaturas inteligentes que puedan habitar en la galaxia. Están así excluidos, en el caso de la Tierra, los primates, los delfines, los perros, u otros animales a los que se supone inteligentes.



Este es uno de los parámetros en los que existe mayor indeterminación. Para unos, la probabilidad de que terminen desarrollándose seres inteligentes en un planeta capaz de soportar la vida, es muy alta; para otros, en cambio, esa probabilidad es muy remota. Los primeros, asignarán a esta variable un valor próximo al 1, o incluso el 1 (100%), mientras que para los segundos, su valor será cercano a 0, o el propio cero. Por supuesto, entre lo imposible y lo seguro existen todas las demás opciones, que se traducen en algún valor para este parámetro situado entre cero y uno.

- **f_c porcentaje de planetas en los que se desarrollan seres inteligentes (f_i) en los que éstos tratan de comunicarse con otras civilizaciones fuera de su planeta.** Aquí se incluyen tanto los casos en que tales seres intentan deliberadamente comunicarse (por ejemplo, enviando mensajes a través de radiotelescopios), como aquellos en los que la propia tecnología o actividad de esos seres es detectable por otra civilización (por ejemplo, una nave extraterrestre podría pasar casualmente junto a la Tierra y detectar la presencia de nuestros satélites, descubriendo así que existimos aunque no haya recibido nuestros mensajes).

También en este punto hay discrepancias, lo que hace oscilar entre el 0 y el 1 el valor del parámetro.

- **L tiempo medio que dura una civilización capaz de comunicarse con civilizaciones de otros planetas.** El tiempo L se indica en años y puede ser muy variable. Si una civilización logra no autodestruirse y superar todos los graves y numerosos obstáculos que muy probablemente se le presentarán a lo largo del tiempo, como la superpoblación, la falta de recursos, la polución, o las catástrofes naturales o cósmicas, puede durar miles, decenas de miles, o hasta millones de años. Por el contrario, siendo tantos los peligros, no resulta tampoco extraño que hasta la más avanzada civilización acabe desapareciendo en relativamente poco tiempo.

Explicado ya el sentido de cada variable de la ecuación de Drake, no puedo resistirme a la tentación de hacer un cálculo para ver cuántos vecinos alienígenas nos observan desde ahí arriba. Los valores que yo he elegido son:

$$\begin{aligned} R &= 1 \\ f_p &= 0,5 \\ n_e &= 3 \\ f_i &= 1 \\ f_c &= 0,1 \\ L &= 10.000 \end{aligned}$$

Lo que hace que el número de civilizaciones inteligentes que podría haber en la Vía Láctea, aparte de la nuestra, sea:

$$N = 1 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 10000 = 1.500$$

Es emocionante, ¿verdad?

PROYECTO SETI

SETI es el nombre con el que se denominó al proyecto científico de búsqueda de inteligencia extraterrestre (*Search for ExtraTerrestrial Intelligence*), encabezado por varios científicos, algunos de los cuales ya conocemos. Dos de ellos, Giuseppe Cocconi y Philip Morrison, sugirieron el uso de radiotelescopios para tratar de comunicarse con otras civilizaciones inteligentes, y la *línea del Hidrógeno* como el canal de comunicación que, más probablemente, se les podría ocurrir utilizar a las mismas, en un artículo publicado en la revista *Nature* el 19 de septiembre de 1959, fecha que bien podría considerarse el momento de fundación del proyecto SETI.



Figura 6. Philip Morrison y Giuseppe Cocconi

Poco después, Frank Drake desarrolló su proyecto Ozma, al que siguió la decisiva reunión de Green Bank, en la que por fin se juntaron las principales figuras científicas que hasta ese momento trabajaban más o menos independientemente en un objetivo común: la búsqueda científica de vida inteligente extraterrestre. Los “delfines”



de Green Bank fueron así los primeros miembros del proyecto SETI, al que con el tiempo se irían uniendo muchos más; y la ecuación de Drake se convirtió en un arma contra los escépticos.

A pesar de ello, hubo un cierto periodo de relajación durante el resto de los sesenta. Al menos en lo referente a nuevas campañas de búsqueda mediante radiotelescopios, del estilo del proyecto Ozma, pues la actividad intelectual sobre el tema sí fue muy intensa. Entre la discusiones acerca de la naturaleza de los extraterrestres, el estado y tipo de su tecnología, o los modos posibles de comunicarse con ellos, se produjo un acontecimiento extraordinario que revolvió las aguas, para unos claras, para otros no tanto, de la posibilidad de vida extraterrestre.

Corría el año de 1967. Estados Unidos y la Unión Soviética se encontraban en plena carrera espacial, y la posición de uno y otro país en esta competición no era por entonces la que sugiere el orden en que yo los he nombrado. Diez años antes, la URSS había puesto en órbita el primer satélite artificial, el *Sputnik 1*, al que siguió, poco después, el *Sputnik 2*. Los rusos fueron también los primeros en hacer llegar una nave no tripulada a la superficie de la Luna y en llevar un hombre al espacio, Yuri Gagarin, el 12 de abril de 1961, que fue precedido por una perra, Laika (viajaba dentro del *Sputnik 2* y, desgraciadamente, murió en su interior).



Figura 7. Yuri Gagarin

Los americanos, en cambio, tras un principio bastante desastroso en el que varios cohetes saltaron por los aires –explotaron, para ser más claros, pues precisamente lo que no hicieron fue lo que les competía: saltar por los aires y llegar al Espacio–, no lograron en general más que mantenerse a la zaga de los rusos, celebrando, con más o menos entusiasmo, conquistas de segunda mano. Las tornas cambiaron, o al menos se equilibraron, el 20 de julio de 1969, cuando una pequeña nave se posó en el mar de la Tranquilidad –imagino que suavemente, como el

nombre promete– y un ser humano pisó por primera vez la Luna. Pero esa es otra historia, así es que volvamos al tema del que estaba hablando: el acontecimiento que en 1967 agitó la búsqueda de inteligencia extraterrestre.

Ocurrió en la universidad de Cambridge, en la que una joven licenciada en Física, Jocelyn Bell, estaba cursando su doctorado. El tema de éste eran los quásars, unos extraños y extremadamente lejanos objetos que se mueven a velocidades vertiginosas y emiten una enorme cantidad de radiación. Para sus estudios, Jocelyn empleaba un radiotelescopio acabado de construir. Analizando los registros obtenidos por él, descubrió que había algo extraño, unas señales de radio demasiado rápidas y regulares para atribuirse a un quásar. En un primer momento, Jocelyn y su tutor, Anthony Hewish, imaginaron que se trataba de interferencias de origen terrestre de algún tipo, pero cuando trataron de filtrarlas por los medios habituales se dieron cuenta de que no era así y de que las señales procedían realmente del espacio exterior.

La singular naturaleza de dichas señales hizo pensar que podían ser la ansiada transmisión de una civilización extraterrestre. No era algo absurdo considerarlo, aunque ni Jocelyn ni Hewish estaban plenamente convencidos de que lo fueran. Así, medio en broma medio en serio, empezaron a referirse a la fuente de esas emisiones como LGM, *Little Green Men*, hombrecillos verdes.

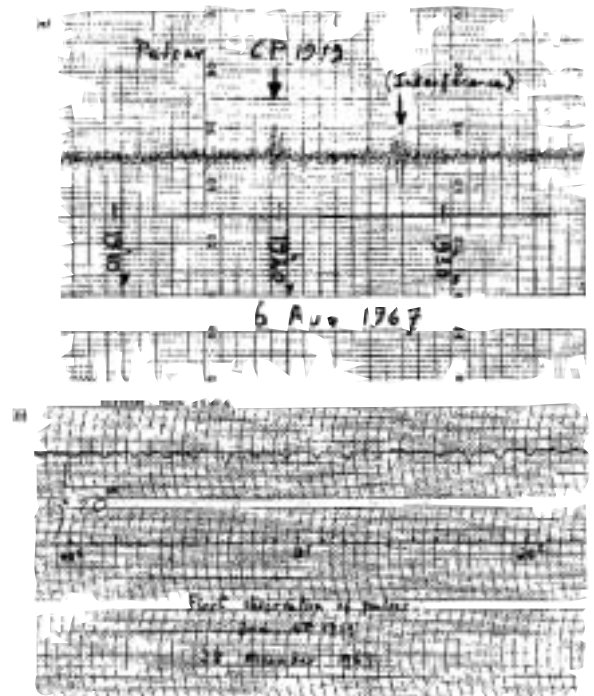


Figura 8. Imagen del registro original de la señal LGM



El misterio llamó la atención de muchos otros científicos, que acudieron al observatorio de Cambridge para analizar las señales. Y al final se descubrió la verdad. No se trataba de una comunicación extraterrestre, sino de un objeto cósmico ya previsto por la Física teórica pero que hasta entonces nunca había sido observado, un púlsar, que consiste en una estrella de neutrones que gira a gran velocidad y posee un campo electromagnético muy intenso.

Nota: Las estrellas de neutrones son resultado del colapso gravitacional de una estrella.

En 1971, después de este “susto”, se inició por fin una nueva serie de observaciones, como las que Drake efectuara diez años antes, también en el observatorio de Green Bank. Esta vez fueron dirigidas por G. L. Verschuur, a cuya disposición fueron puestos un buen y moderno equipamiento y dos radiotelescopios (Drake sólo pudo utilizar uno, de menor dimensión que cualquiera de estos), pero la experiencia no fue muy afortunada. El propio Verschuur no estaba demasiado convencido de la viabilidad del proyecto, a pesar de ser él su director y, además, aunque las observaciones fueron más precisas y numerosas que las que hizo Drake, el tiempo que se les dedicó fue mucho menor y repartido a lo largo de un periodo más largo. Aún así, fueron las similitudes con el proyecto Ozma, más que las diferencias, las que determinaron el nombre de este segundo proyecto, que quedó bautizado como proyecto Ozpa.

No tardó esta vez en seguirle uno más ambicioso, el proyecto Ozma II. Se realizó también en las instalaciones de Green Bank y se prolongó durante cuatro años. En ese tiempo se verificaron casi setecientas estrellas, a las que se dedicó un tiempo de observación más de tres veces superior al que Drake empleó en el proyecto Ozma.

Uno de los momentos más relevantes que hasta ahora se han dado en la historia del proyecto SETI, fue el involucramiento en él de la propia agencia espacial de Estados Unidos, la poderosa y prestigiosa NASA. Todo empezó en 1970, gracias a John Billingham, un miembro destacado del centro de investigación Ames de la NASA que convenció al entonces director de ésta, Henry Mark, para hacer un estudio sobre las técnicas empleadas por el proyecto SETI y sobre la viabilidad de la existencia de vida extraterrestre inteligente. En este estudio, patrocinado por la universidad de Stanford, además de por el centro Ames de la NASA, participó Bernard Oliver, el vicepresidente de Hewlett Pac-

kard y uno de los fundadores del proyecto SETI, del que ya he hablado. La propuesta de la comisión que elaboró el estudio fue la construcción de un millar de radiotelescopios, de cien metros de diámetro cada uno, que ocuparían una superficie de ochenta kilómetros cuadrados y costarían diez mil millones de dólares. El proyecto, denominado muy apropiadamente Cyclops, fue rechazado por la NASA, dado su coste astronómico (nunca mejor dicho).

Nota: En el estudio se analizó la construcción de diversos tipos y configuraciones de radiotelescopios, que podrían situarse en la superficie terrestre, en la Luna o en satélites artificiales.



Figura 9. Proyecto Cyclops

Tras el rechazo del Cyclops, la NASA financió varios proyectos más modestos relacionados con el SETI durante los setenta, y a finales de ese decenio se sentaron las bases para la creación de dos centros de búsqueda, uno en el observatorio de Arecibo, en Puerto Rico, dirigido por el centro Ames de la NASA; y otro en el Complejo de Comunicaciones del Espacio Profundo, en el desierto de Mojave, supervisado por el JPL (*Jet Propulsion Laboratory*) de Pasadena. Ambos programas recibieron el nombre conjunto de MOP, *Microwave Observing Program*, Programa de Observación de Microondas.

Todo parecía ir bien, hasta que entró en escena el senador William Proxmire...

A este íntegro y sobrio senador del estado de Wisconsin se le ocurrió crear, en 1975, un premio llamado *The Golden Fleece*, el “Vellocoino de Oro”. Este premio, que de premio sólo tenía el nombre, se atribuía a los programas sufragados con fondos públicos que, en opinión de Proxmire, eran un absoluto desperdicio. El primero fue concedido a la Fundación



Nacional para la Ciencia de Estados Unidos, por gastarse 84.000 dólares en un estudio para averiguar qué hace a las personas enamorarse.

Como ya habrá podido imaginar, la NASA recibió uno de estos temidos galardones por su proyecto para la búsqueda de inteligencia extraterrestre. Esto ocurrió en 1978. Cuatro años después, la presión y la influencia de Proxmire llevaron a la elaboración de una enmienda de ley, mediante la que el senador pretendía cortar totalmente los fondos de la NASA dedicados a ese fin. Por fortuna, un encuentro personal entre Carl Sagan y Proxmire logró ahuyentar el peligro. Sagan unió a sus propios argumentos convincentes un documento firmado por varios científicos de alto nivel –entre ellos, siete premios Nobel–, en el que mostraban su apoyo al proyecto SETI.

Nota: Otros premiados con el “Vellocino de Oro” durante los años setenta fueron: la Administración para el Refuerzo y Asistencia de la Ley, por un estudio para descubrir por qué los presos quieren huir de la cárcel; el ministerio de Agricultura, por la elaboración de un programa de ejercicios periódicos destinado a los cerdos reclusos, cuyo fin era reducir su aburrimiento y estrés; la Fuerza Aérea, por un estudio de seis meses de duración en el que se analizó el uso de paraguas por parte del personal masculino del Pentágono; o el Instituto Nacional sobre el Abuso del Alcohol y el Alcoholismo, por gastarse millones de dólares para averiguar, entre otras cosas, si los peces son más agresivos cuando están borrachos que cuando están sobrios.



Figura 10. En esta página puede encontrar todos los premios “Vellocino de Oro” (<http://www.taxpayer.net/awards/goldenfleece/history.htm>)

Después de tantos contratiempos, los radiotelescopios de Arecibo y del desierto de Mojave empezaron por fin sus observaciones al servicio del proyecto SETI, estrenando un nuevo nombre: HRMS, por *High Resolution Microwave Survey*, Estudio de Alta Resolución de Microondas. Sin embargo, el trabajo se prolongó durante menos de un año. Pasado ese tiempo, un nuevo ataque político –esta vez por parte del senador de Nevada Richard Bryan– acabó definitivamente con la participación de la NASA en el proyecto SETI.

Entonces, una buena parte del equipamiento desarrollado por el centro Ames de la NASA fue adquirido por una entidad privada envuelta en el proyecto SETI, el *SETI Institute*. Este avanzado instrumental permitió seguir la búsqueda, que tras el abandono de la NASA volvió a rebautizarse con el adecuado nombre de proyecto Fénix.

Durante algún tiempo, los científicos del Instituto SETI fueron de un lugar a otro con sus equipos, primero al observatorio Parkes, en Australia, y luego al observatorio de Green Bank, hasta que, finalmente, en 1998, se instalaron en el observatorio de Arecibo, uno de los que, recordemos, la NASA había elegido para sus proyectos. Desde entonces analizan, a través de él, estrellas o zonas concretas del Espacio previamente seleccionadas, en las que se considera mayor la probabilidad de encontrar señales de vida inteligente.

Otra importante entidad privada envuelta en el proyecto SETI, *The Planetary Society*, tomó un camino algo distinto. Sus científicos decidieron hacer una búsqueda general, en vez de centrarla en puntos concretos del Universo. Para ello, apoyaron estudios realizados en diversos observatorios, incluido el de Arecibo. En éste se desarrolla el denominado proyecto SERENDIP, del que forma parte un ingenioso proyecto que ha tenido enorme éxito: SETI@home.

SETI@HOME

¿Le gustaría participar en la búsqueda de inteligencia extraterrestre? No necesita ninguna titulación, ni siquiera moverse de su casa –de hecho, el nombre SETI@home, significa precisamente “SETI en casa”–. Basta con que se descargue de Internet un pequeño programa. Yo lo tengo, y conmigo más de cuatro millones de personas en todo el mundo.



El programa de búsqueda SERENDIP de *The Planetary Society* recoge una ingente cantidad de datos, que deben ser analizados. Ahí es donde entra el programa SETI@home. Lo que hace esta pequeña aplicación es recibir datos de SERENDIP, recogidos de Arecibo y tratados por un grupo de colaboradores del proyecto SETI en la universidad de Berkeley, desde la que se dirige el proyecto, procesarlos y enviar los resultados de vuelta a Berkeley.

Lo que el SETI consigue con la ayuda de los usuarios de SETI@home es añadir a la suya propia una capacidad de proceso enorme, equivalente por el momento a más de 1.300.000 años. Lo que usted puede ganar, es servir de ayuda en esta verdadera odisea, formar parte de algo grande y noble. Y si estos argumentos no le convencen, quizá lo haga la posibilidad de tornarse famoso, de convertirse en el descubridor de una señal de vida inteligente a la que quizá le dejen poner su nombre.

Descarga e instalación

Para descargarse el programa SETI@home, debe entrar en:

<http://www.hispaseti.org/oficial/download.html>

En esta página, haga clic en el enlace que corresponda al sistema operativo de su equipo. Lo más normal es que se trate de alguna versión de Windows. Si efectivamente así es, deberá elegir **Windows (95/98/Me/2000/NT/XP)**.



Figura 11. Página de descarga de SETI@home

Al final de una nueva página con diversos comentarios sobre el programa, aparecen los enlaces de descarga propiamente dichos, **Descargar**. La des-

carga puede hacerse desde dos *mirrors* (servidores de origen) distintos. Elija uno cualquiera de ellos. Si no ocurre nada, o si nota que la descarga es muy lenta, pruebe con el otro *mirror*.

Lo que descargará es un archivo ejecutable, con un nombre del estilo de "setiathome_win_3_07.exe". Al ejecutarlo, se iniciará el asistente de instalación. No voy a explicar todos sus pasos, porque son bastante obvios y comunes a cualquier asistente de este tipo: deberá aceptar las condiciones de la licencia de utilización del software, elegir dónde instalar el programa y darle un nombre a la carpeta del menú Inicio-Programas de Windows que se creará y desde la que podrá consultar la ayuda del programa, ejecutarlo y desinstalarlo.

Cuando termine de hacer todo esto, deberá configurar algunas características, o preferencias, de las que sí voy a hablar con algo más de detalle. En la ventana de preferencias, debe establecer básicamente dos cosas. La primera es si desea que el programa funcione de modo esporádico, como un salvapantallas, sólo cuando el sistema no esté ocupado (esta es la opción por defecto de **Data Analysis**), o bien que lo haga continuamente. Si dispone de 64 MB de RAM o más, lo ideal es que elija esta segunda opción, porque de este modo SETI@home podrá procesar una cantidad de datos mucho mayor. Y no se preocupe por el rendimiento de su equipo, ya que salvo en casos muy especiales no notará alguna merma.



Figura 12. Configuración de las preferencias de SETI@home



La otra opción básica que debe establecer es si el programa tiene o no que pedirle permiso para conectarse a Internet. SETI@home necesita hacerlo para recoger datos y enviar los resultados una vez hayan sido procesados. Si usted no está permanentemente conectado a Internet, lo mejor será que elija **Ask me before connecting to the Internet**. En el caso de que tenga una línea dedicada (ADSL o cable, por ejemplo), puede elegir la opción que prefiera.

Después de establecer las preferencias, pulse **OK**.

Nota: Si su equipo pertenece a una red empresarial, o si tiene una red propia en su casa y accede a Internet a través de un servidor proxy, deberá indicar las características de éste mediante la ventana a la que se accede con **Proxy Server**.

La primera vez que se ejecute SETI@home –esto ocurre automáticamente después de configurar las preferencias–, el programa le preguntará si es un nuevo usuario o uno antiguo. Voy a suponer que es la primera vez que instala el programa –si no es así, ya sabrá qué hacer–, así es que verifique que está activada la opción **First-time user (create new account)** y pulse **OK**.

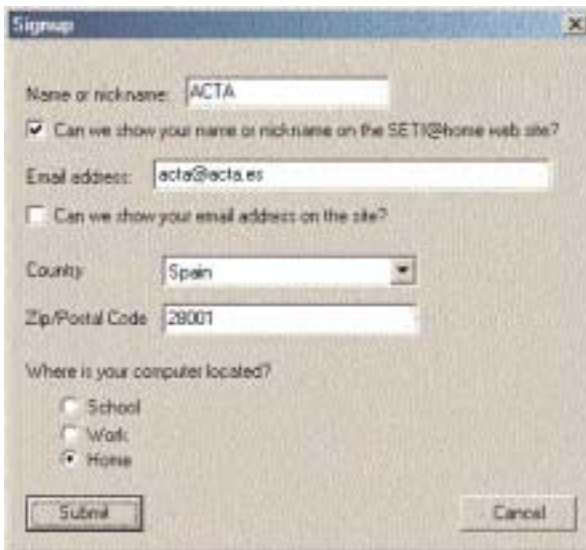


Figura 13. Creación de una nueva cuenta de usuario en SETI@home

Se le pedirán algunos datos, como el apodo (*nickname*) con el que desea registrarse, su dirección de email, o el país al que pertenece; también, se le solicitará permiso para mostrar su apodo y su email en el sitio web de SETI@home y se le pedirá que indique si su equipo es de una escuela, de una

empresa o particular. Cuando termine de rellenar los datos, oprima **Submit**. Si en las preferencias eligió que el programa le pidiera permiso antes de conectarse a Internet, aparecerá una ventana en la que se le solicita que se conecte. Si, por el contrario, se decidió por la opción de conexión automática, el programa accederá por sí solo a Internet para descargar el primer paquete de datos.

Y eso es todo.

¡Felicidades! Ya es usted un usuario de SETI@home.

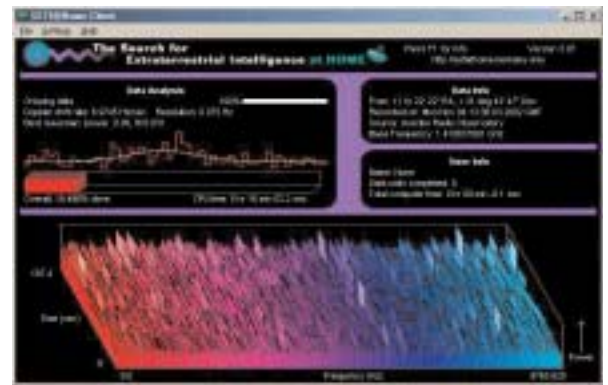


Figura 14. SETI@home

¿De dónde provienen los datos?

Dado que el radiotelescopio de Arecibo es fijo, sólo resulta posible recoger datos de una cierta franja del cielo, que, por el momento, es de unos veinte grados a uno y otro lado del radiotelescopio. Las lecturas proceden, por tanto, de cualquier lugar del Espacio, dentro de esa franja, que esté situado en un cierto radio de distancia. Durante el tiempo en que lleva desarrollándose el programa SETI@home, se ha analizado al menos una vez toda esa zona del cielo. El objetivo inmediato es revisarla tres veces.

El espectro de frecuencias barrido en cada observación está centrado en la *línea del Hidrógeno* (1420 MHz) y tiene un ancho de 2,5 MHz. Es decir, el intervalo de frecuencias va de los 1418,75 MHz a los 1421,25 MHz. Cada grupo de datos recogidos durante unos 107 segundos ocupa entre 50 y 100 MB, por lo que no resulta práctico enviárselo al usuario en su totalidad.

Lo que se hace, en cambio, es dividir cada uno de estos grupos en 256 trozos de unos 350 KB, que

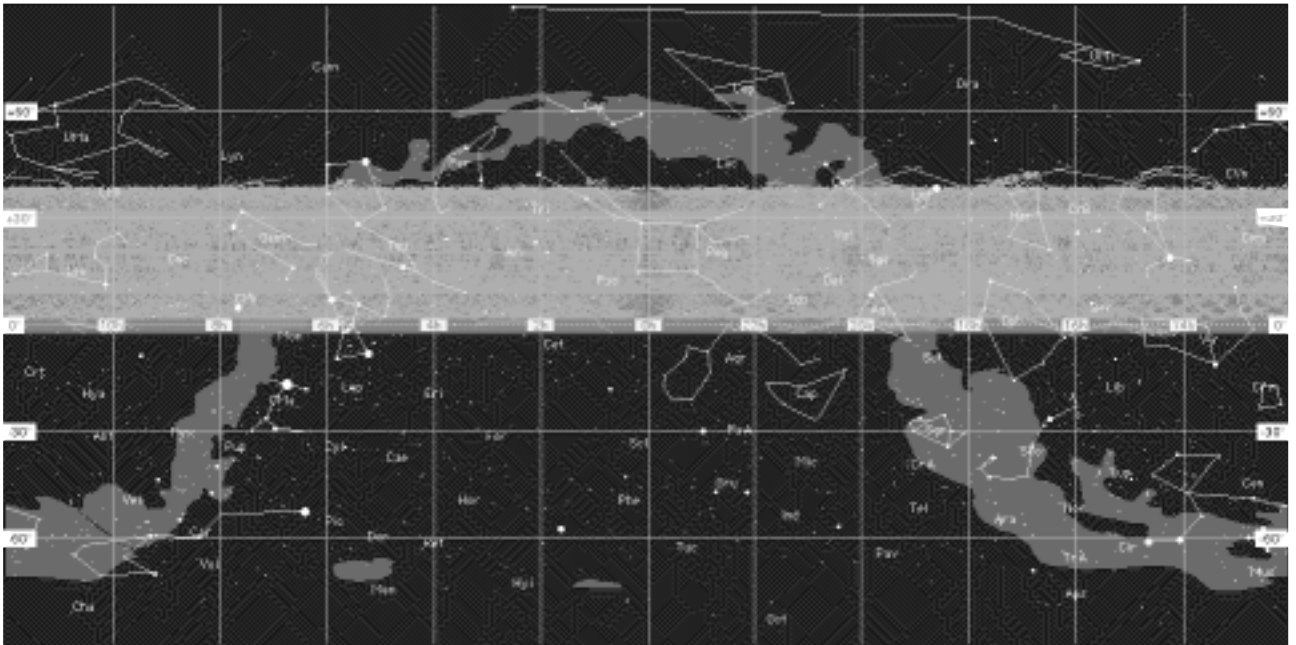


Figura 15. Zona del cielo ya cubierta por el proyecto SETI@home (banda gris claro)

constituyen las unidades de trabajo, los pequeños paquetes que el usuario efectivamente procesa. Estos paquetes abarcan un intervalo de frecuencias de unos 10.000 Hz (9765,620 Hz, para ser exactos). De ahí que en el eje X del gráfico que genera el programa SETI@home se indique que la frecuencia va de 0 a 9765,620 Hz (0,009765620 MHz).

En realidad, ésta va de 1418,75 Mhz a 1418,760 Mhz (1418,75 Mhz + 0,009765620 MHz), en el primer paquete de datos; de 1418,760 Mhz a 1418,770 Mhz, en el segundo; y así sucesivamente hasta completar los 256.

Nota: En la parte superior derecha de la ventana del programa, bajo el título *Data Info*, aparece la *Base Frequency*, que permite saber en qué parte del espectro barrido está localizada cada unidad de trabajo.

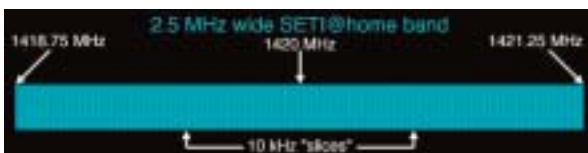


Figura 16. Esquema de la división de los datos en unidades de trabajo

¿Cómo se tratan los datos?

El paquete de datos que se recibe de Berkeley está compuesto por señales de diversa naturaleza y de distintos anchos de banda. La cuestión es saber qué tipo de señal se le ocurriría enviar a una civilización extraterrestre. Pues bien, mandar una señal intensa en un espectro amplio de frecuencias de manera que consiga llegar a una distancia muy grande, requiere una enorme cantidad de energía. Por esa razón, parece lógico pensar que la señal debería estar restringida a un pequeño ancho de banda, lo que no sólo ahorra energía sino que hace que la señal sea más fácilmente distinguible entre el ruido de fondo del Espacio.

Por tanto, lo primero que hace el programa nada más recibir los datos procedentes de la universidad de Berkeley, es eliminar las señales de banda larga y quedarse con las de banda estrecha, que se reducen, además, a un mismo nivel de referencia. A este proceso se le llama suavizado de línea de base (*Baseline smoothing*).

Los archivos de datos muestran la variación de cada señal en función del tiempo, cuando lo intere-



sante es analizar la intensidad de la señal también en función de la frecuencia, pues esto permite detectar señales constantes y fuertes en frecuencias concretas. Para transformar unos tipos de datos en otros, se realiza un tratamiento matemático, la transformación rápida de Fourier (*Fast Fourier transform*).

Todavía hay una corrección más que hacer, debido al hecho de que ni la Tierra, donde se halla el observatorio terrestre, ni la fuente de la señal, están fijos en el Espacio, sino que ambos se mueven según unas trayectorias propias. Eso lleva a que la señal esté sujeta al efecto Doppler, produciéndose cambios aparentes en su frecuencia en función de la variación de la distancia entre la fuente (una estrella, por ejemplo) y el receptor (el radiotelescopio de Arecibo, en este caso). Esta corrección es la que hace el programa cuando dice que está *Chirping data*, “poniendo a tono” los datos.

Búsqueda de señales “sospechosas”

Después de estas transformaciones y correcciones, empieza la búsqueda de distribuciones gaussianas (*Gaussians*) entre los datos, es decir, de señales cuya intensidad varíe según una distribución normal (de Gauss) en un cierto intervalo de tiempo. Dicho de un modo simple, se buscan señales cuya intensidad vaya creciendo hasta un máximo y luego decrezca, de un modo simétrico, en un cierto intervalo de tiempo.

La variación de intensidad es un indicativo de que la fuente emisora no es terrestre o artificial (un satélite de comunicaciones, por ejemplo), ya que en este caso la intensidad se mantendría constante en mayor o menor medida.

Hay otro factor que ayuda también a distinguir si la fuente de emisión está en la Tierra o sus inmediaciones, o bien en el Espacio profundo. Es el tiempo que dura la señal. Dicho tiempo está determinado por lo que tarda el objeto visado en atravesar el campo del telescopio que, recordemos, en el caso de Arecibo, está fijo y no puede, por tanto, seguir al objeto. Obviamente, el tiempo de paso depende de la distancia a la que se encuentre el objeto y de su velocidad, pero lo más habitual es que los objetos que se observan desde Arecibo tarden unos 12 segundos en salirse del foco del radiotelescopio. Por tanto, 12 segundos es el tiempo que aproximadamente debe durar la señal en este caso.

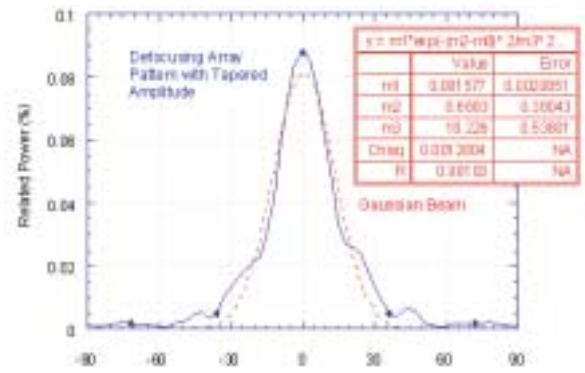


Figura 17. Ejemplo de una emisión gaussiana

Además de distribuciones gaussianas, SETI@home busca otro tipo de formaciones que puedan atribuirse a una inteligencia extraterrestre. Concretamente, pulsos (*pulses*) y tripletes (*triplets*), es decir, puntas de intensidad en parejas o tríos repetidas a intervalos regulares.



Figura 18. Ejemplo de triplete

Por último, de entre todos los gaussianos, pulsos y tripletes que el programa identifica –si es que encuentra alguno–, hace una selección y elige los mejores. Es decir, en el caso de los gaussianos, se queda sólo con los de mayor intensidad (indicada por un valor alto de *power*) y que más fielmente se ajusten a una distribución normal (los que tengan un valor más bajo de *fit*); y en el caso de los pulsos y tripletes, con los que mostraron picos de intensidad más altos y mejor puntuación (un *score* mayor que 1).

LA SEÑAL ¡WOW!

Hagamos un resumen de las características que podría tener una genuina señal emitida por una inteligencia extraterrestre:

- Debe tener una frecuencia cercana a la *línea del Hidrógeno* o que esté dentro del rango del *agujero del agua*.
- Debe estar localizada en un estrecho rango de frecuencias.
- La intensidad de la señal debe variar según una curva de Gauss y, si ha sido detectada por



¿Dónde están?

el radiotelescopio de Arecibo, debe durar unos 12 segundos.

Una señal que cumpla todas estas condiciones, tendría un aspecto parecido al que se muestra en la imagen:



Figura 19. Posible aspecto de una señal extraterrestre, tal y como se vería en SETI@home

De modo fehaciente, sólo una vez hasta ahora se ha detectado una señal con todas las características de una emisión alienígena. Quedó registrada en el radiotelescopio Big Ear de la universidad estatal de Ohio el 15 de agosto de 1977, y fue descubierta por Jerry Ehman, un profesor universitario que trabajaba en el observatorio. La señal se conoce como *wow!*

signal, por la expresión de asombro que se le escapó a Ehman cuando la descubrió al analizar los registros.

Hasta el momento no ha sido posible explicar la naturaleza de esta señal, descartadas todas las interferencias debidas a causas naturales o humanas conocidas que podrían haberla originado. Tampoco ha sido posible sintonizarla de nuevo en ningún otro observatorio del mundo. Ha quedado, pues, como un verdadero enigma, que quizá no llegue a resolverse nunca, por lo que sólo nos resta especular: quizá la produjo algún objeto cósmico aún por descubrir, o un satélite espía, o un nuevo y secreto prototipo de nave espacial.

O quizá no...

Mi sincero agradecimiento al señor Vladimir M. Lipunov, doctor en astrofísica, profesor de la universidad de Moscú y jefe de investigación del Instituto de Astronomía Sternberg, por su pronta y amable aclaración sobre una duda que me surgió durante la elaboración de este artículo.

Gracias también a *The Planetary Society*, al *SETI Institute* y a los responsables del proyecto SETI@home, por aportar el grueso de la documentación empleada.