

¿EXISTEN CIVILIZACIONES EXTRATERRESTRES?

F. J. YNDURÁIN MUÑOZ*

* Facultad de Ciencias de la U.A.M. Campus de Cantoblanco 28049 Madrid

1. ¿EXISTEN CIVILIZACIONES EXTRATERRESTRES?*

La cuestión de la existencia o inexistencia de civilizaciones extraterrestres y, caso de existir, la posibilidad de contactos con ellas es, sin duda, una de las que más debates ha suscitado. Tanto desde un punto de vista filosófico o teológico, o incluso científicamente, hace literalmente milenios¹ que el intelecto humano no deja de planteársela. En particular, con el advenimiento de la era tecnológica a lo largo del siglo XIX, el tema ganó en popularidad.

Pero a pesar de esta popularidad lo cierto es que durante mucho tiempo tales debates eran bastante estériles; nuestros conocimientos acerca del sistema solar (por citar un sólo ejemplo entre muchos relevantes) eran muy rudimentarios y prácticamente nada podía afirmarse con certeza acerca de las características de los planetas que lo forman. Incluso en la primera mitad del siglo XX competentes profesionales creían en la evidencia de existencia de vida superior, del tipo de líquenes o similar, en Marte. Y la falta de información era mayor acerca de sistemas similares a nuestro sistema solar en otras estrellas, cuya existencia misma era ignorada.

Sin embargo, en los últimos años se han realizado unos descubrimientos capitales, en distintos frentes: y

por ello la discusión de las posibles civilizaciones extraterrestres puede ahora plantearse con mucho más conocimiento de causa, no sólo que hace un siglo, sino también que, incluso, antes de los muy últimos años del siglo XX. Estas razones por las que una nueva discusión de la cuestión puede ser significativa son, en particular, las que detallamos a continuación.

En primer lugar, nuestro conocimiento del cosmos esta progresando a pasos agigantados en los últimos años, en especial gracias a las sondas espaciales, que han visitado prácticamente todos los planetas (con sus correspondientes satélites) del sistema solar, mas varios asteroides y cometas. Pero no sólo tenemos estas visitas; también debemos importante información a telescopios colocados en orbita fuera de la atmósfera terrestre, como el Hubble, y a impresionantes mejoras en los telescopios colocados en la propia superficie terrestre gracias, en particular, a un tratamiento informático de las imágenes que han llevado a una precisión inimaginable no hace mucho.

Las sondas espaciales, los Mariner, Viking, Voyager y tantos otros, han demostrado que no hay vida, al menos en cantidades apreciables, entre los diversos cuerpos que pueblan nuestro sistema solar. Entre los importantes descubrimientos realizados recientemente por observatorios terrestres, mencionamos la existencia de planetas extrasolares, es decir, orbitando otras estrellas.

* Este artículo retoma las discusiones presentadas en algunos de los capítulos del libro del autor *¿Quién anda ahí?*, Ed. Debate, 1996.

¹ Recuérdese ya en la época clásica a Luciano de Samosata.

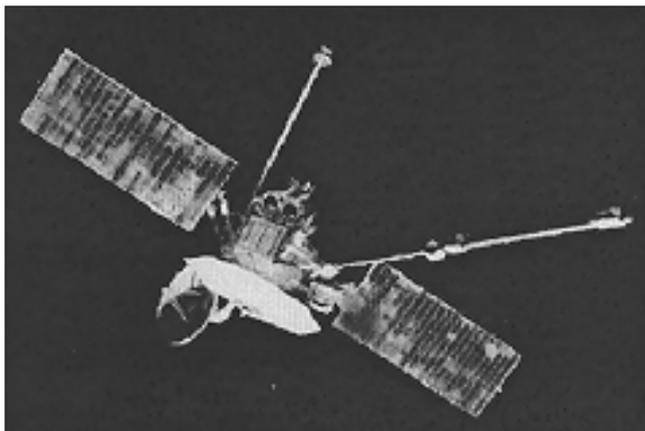


Figura 1. A finales del siglo XX, las sondas espaciales llegaron a todos los planetas del sistema solar y enviaron importante información de ellos y de sus lunas. En esta foto, la sonda Mariner, que viajó a Venus; en la figura 3, imagen de Miranda (satélite de Urano) tomada por Voyager 2.

Esta última información es muy reciente; su incidencia con respecto al debate sobre la posible existencia de vida extra-solar está bien clara, y su actualidad se pone de manifiesto si se considera que, aún en 1995, no se sabía si otras estrellas tienen un corte de planetas como la tiene nuestro sol. En la actualidad se han encontrado unos setenta planetas en estrellas próximas a nosotros, y hay indicaciones de bastantes más: esto ha acabado con la vieja polémica de si, sí o no, es probable la existencia de sistemas planetarios distintos del nuestro. Ahora sabemos que estos sistemas deben ser bastante frecuentes.

Otros dos descubrimientos recientes son la existencia de un océano cubierto de hielo, pero (probablemente) con agua líquida en su interior, en Europa, uno de los grandes satélites de Júpiter; y la de inequívocos signos, en Marte, de existencia de agua en un pasado remoto. Estos hallazgos muestran que los planetas de característica similares a las de la Tierra, en el sentido de tener condiciones para que aparezca la vida, deben ser bastante frecuentes, ya que en nuestro sistema solar hay tres con características próximas a las necesarias. Esto hace más candente la discusión acerca de la posible existencia de civilizaciones en nuestro entorno galáctico.

Un segundo tipo de descubrimientos capitales se refieren a las ciencias físicas. En los últimos veinte o veinticinco años del siglo pasado se han comprobado, hasta enormes energías y con unas precisiones fantás-

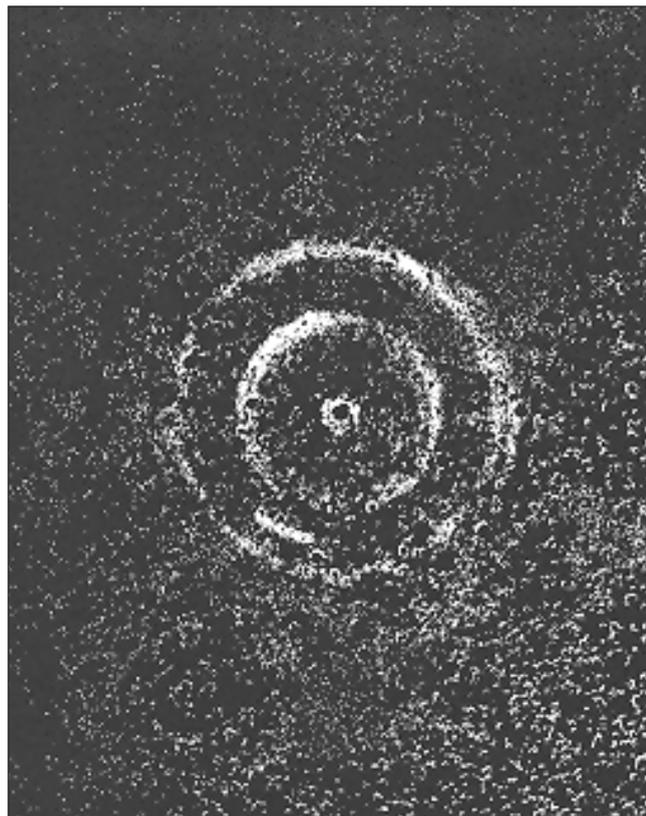


Figura 2. Los anillos de materia incandescente lanzados por la supernova de 1987. Todas las características de esta supernova, incluyendo su emisión de neutrinos, concordaban con lo predicho por los modelos teóricos

ticas, las teorías fundamentales de la física: partículas elementales, relatividad y mecánica cuántica; así como la estructura de la materia en términos de electrones, neutrinos y quarks, incluyendo un estudio exhaustivo de sus propiedades e interacciones. Las teorías incorporando relatividad y mecánica cuántica, desarrolladas entre los años sesenta y principio de los setenta, han tenido un éxito espectacular. Todas sus predicciones (existencia de los quarks de tipos c , b y t , con las masas previstas; existencia y propiedades de los gluones; existencia de corrientes neutras; existencia, con todas las propiedades predichas por la teoría de las partículas W y Z , y así un largo etcétera) se han confirmado experimentalmente. Y, por otra parte, todas las predicciones realizadas modificando el modelo han resultado fallidas.

Aparentemente tenemos una teoría capaz de describir el universo con fantástica precisión. Además, cuando decimos el universo queremos realmente decir *el universo*: hemos encontrado evidencia apabullante

de que las leyes que hemos descubierto en nuestros laboratorios se aplican en todo el cosmos explorado por nuestros aparatos. Combinando esto con la ausencia de sorpresas que afecten a propiedades fundamentales a niveles más complejos (ciencia de materiales o química) llegamos poco menos que a la certeza de que podemos especular a partir de nuestros conocimientos actuales, que representan una base firme.

De estos estudios, entre otras muchas cosas, sabemos que es imposible (más allá de toda duda razonable) el realizar viajes más rápido que la luz, y también sabemos que los motores utilizables para viajes espaciales no pueden tener un rendimiento muy superior a los nucleares que conocemos: esto hace muy improbables visitas en persona de posibles extraterrestres. Pero, por otra parte, con una tecnología existente o previsible sí se podrían enviar y recibir mensajes: ¿por qué no hemos recibido ninguno?

En efecto, hace unos treinta años que se intentan enviar y detectar señales a civilizaciones extraterrestres, de momento sin éxito; y las sondas espaciales que han visitado prácticamente todo el sistema solar no han detectado ni vida ni señales de visitas alienígenas. ¿Es esto porque no existe vida, o civilizaciones avanzadas, en las regiones próximas de nuestra galaxia? ¿Que consecuencias podemos extraer de estas ausencias?

La ausencia de visitas o contactos con inteligencias extraterrestres debidamente autenticados parecen indicar que o la vida y la inteligencia sólo existen en la tierra, y somos los únicos seres civilizados en un entorno nuestro de muchos años luz o, si existen otros seres inteligentes, estos no están interesados o capacitados para contactarnos. Es posible especular acerca de las razones para que esto sea así, especulaciones que de hecho plantean importantes problemas no sólo con respecto a posibles civilizaciones extraterrestres, sino también con respecto a nuestra propia civilización, algunas de las cuales forman la base que vamos a analizar en este ensayo.

Los últimos descubrimientos realizados recientemente y cuyas consecuencias queremos incorporar se refieren a una serie de cuestiones biológicas. Desde el que todos los seres vivos del planeta están contruidos por los mismos bloques genéticos, y que todos los

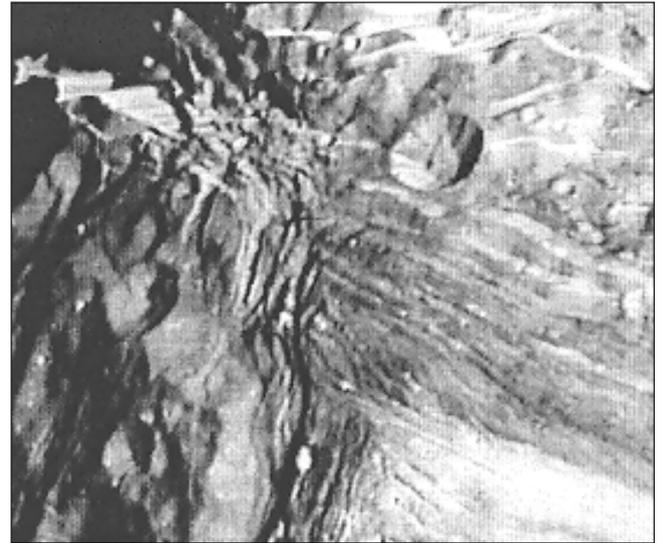


Figura 3. Imagen de la superficie de Miranda (satélite de Urano) tomada por la sonda espacial Voyager 2. En ninguna de las innumerables fotos de distintos cuerpos del sistema solar, algunas desde muy cerca (como la que mostramos), aparece el menor atisbo de vida.

seres humanos están genéticamente relacionados; hasta el hallazgo de mecanismos, basados en comportamientos colectivos, que ayudan a comprender la evolución de los primates hacia la inteligencia. O también la aplicación de la informática a la biología con programas que simulan ecosistemas y en los que se producen, por sí sólo, cambios análogos a las mutaciones. Todos estos descubrimientos nos hacen comprender mejor los mecanismos que llevan a la aparición de la vida y a su evolución hasta la inteligencia y nos permiten, también en el frente biológico, basar nuestra discusión sobre premisas más sólidas que las utilizadas en el pasado.

El centro de este ensayo está constituido por la pregunta, ¿Por qué no tenemos noticia fidedigna de visitas de o contactos con extraterrestres? Adelante ya que no podremos dar contestación ni siquiera a la pregunta previa sobre la existencia de tales seres. Lo cual, por otra parte, es evidente: la cuestión de la existencia de inteligencias extraterrestres sólo podrá ser resuelta definitivamente si algún día encontramos la huella de alienígenas. Lo interesante del ensayo no es, pues, su resultado; sino su proceso. No hay en este texto, como hay en libros estrictamente científicos, deducciones rigurosas ni certitudes sólidas. Hay un intento de reflexionar, de explorar y de imaginar escenarios posibles, compatibles con lo que sabemos.

2. PERO, ¿ES CIERTO QUE NO HA HABIDO CONTACTO CON LOS EXTRATERRESTRES?

Cuentan que en una ocasión se dirigieron al gran físico italo-americano Enrico Fermi con la tantas veces formulada pregunta sobre la posible existencia de inteligencias extraterrestres. Parece ser que Fermi contestó con otra pregunta: ¿Dónde están? La historia no indica (o al menos no tengo yo conocimiento del caso) si Fermi elaboró más su *boutade*; pero realmente apenas era necesario. Parece claro que, si existen inteligencias extraterrestres, deberían haber producido alguna evidencia de su presencia: la frase de Fermi es, por tanto una clara manifestación de escepticismo.

No cabe duda de que hay serias razones para este escepticismo; pero también está claro que el que algo no haya ocurrido hasta ahora no implica que sea imposible, ni siquiera que no vaya a ocurrir. Tal vez nuestras especulaciones se vuelvan de repente obsoletas cuando un platillo volante aterrice en la plaza de las Naciones Unidas, y unos hombrecillos verdes salgan de él pidiendo “entrevistarse con nuestro líder,” según la consagrada frase de los relatos de ciencia ficción. Sin embargo, y mientras esto no ocurra, tiene plena vigencia la frase de Fermi, y tiene sentido e interés plantearse la pregunta, ¿Quién anda ahí ... si es que anda alguien ahí fuera?

En este punto, y para dejar las cosas claras desde el principio, no puedo por menos que referirme a la posibilidad de que, en realidad, alguien ande por ahí, y los contactos ya se hayan producido. En efecto, hay un grupo no despreciable de personas, algunas de ellas cualificadas, que creen en la evidencia de visitas de extraterrestres. No son pocos los convencidos de la existencia de contactos en la tercera fase. Y, por supuesto, las innumerables historias de “OVNIS”, objetos volantes no identificados, con la a veces intranquilizante falta de pronunciamientos oficiales, no hacen sino añadir leña al fuego de la especulación. Es evidente que, antes de indagar por que no contactamos, ni somos contactados por extraterrestres, es interesante gastar algo de tiempo en discutir la evidencia de que las cosas son realmente así. No sería hacer gala de una actitud muy abierta, ni muy científica, el rechazar una hipótesis sin explicar y discutir las razones que hay para ello.

Entre las posibilidades de que hayamos sido visitados por extraterrestres hay que distinguir dos alternativas. Hay quienes piensan que hemos sido, y estamos siendo visitados continuamente, pero los extraterrestres no contactan con nosotros; mientras que otros afirman la existencia de contactos.

Existen muchas personas que son de la primera opinión; tal vez unas anécdotas personales ejemplifiquen lo que, sospecho, es la actitud y las creencias de más personas de las que uno se imagina. No hace mucho tiempo, después de una entrevista en un programa de radio sobre (precisamente) un libro mío sobre el tema, salieron a colación las personas que, pretendidamente, habían tenido contactos con extraterrestres. El entrevistador manifestó, con total seriedad, su convencimiento de que su propio padre había tenido evidencia de conversaciones entre extraterrestres a través de las frecuencias no ocupadas en la radio. Y éste no fue mi primer caso; en mi experiencia anterior había ya encontrado otras dos personas que, según ellos, habían tenido muchas veces interacciones con extraterrestres. Uno de éstos no sólo pretendía haber visto bastantes noches platillo volante tras platillo volante, sino que un día, volviendo a su casa (un chalet situado en las afueras de Madrid) con su hijo, un platillo volante se colocó sobre su coche, y no paró de golpear el techo hasta que llegaron a su garaje.

Es desde luego imposible demostrar la falsedad de las experiencias relatadas por estas personas, o por tantas otras que pretenden haber visto, o tener noticia directa, de sucesos similares. También es imposible refutar a aquellos que, abonándose a la visión conspirativa de la historia, opinan que las autoridades tienen constancia de visitas de extraterrestres, aunque lo ocultan al público. Lo cierto es que existen informes, en los que se concluye que la inmensa mayoría de los OVNIS resultan ser objetos bastante corrientes; pero tales informes no tienen siempre la transparencia, ni la frecuencia deseadas. La razón sin duda es que la información sobre objetos volantes, sobre todo si no son fácilmente identificables, proviene en su mayoría de fuentes militares que, por su propia naturaleza, buscan el secreto.

Un caso famoso es el OVNI de Roswell, Nuevo Mejico, donde en 1947 cayó un extraño objeto. En un principio las fuerzas aéreas de los EE UU, la USAF,

manifestaron que eran restos de un globo meteorológico; lo que no convenció a nadie. Durante largo tiempo la USAF continuó sin dar más noticias, alimentando así las especulaciones sobre la naturaleza del OVNI. Finalmente, en 1994 (!) y bajo la presión de la opinión pública que atribuía origen extraterrestre al objeto, la USAF publicó un informe de mil páginas sobre este (y otros) objetos, en que explicaba que el de Roswell procedía en realidad de un artilugio dedicado a detectar ensayos nucleares soviéticos. (Esta era, por supuesto, la mundana razón de tanto secreto).

No es posible demostrar que no han existido OVNIS de procedencia alienígena, deliberadamente ocultada o, simplemente, ignorada. Pero claro: casi todas las monedas tienen dos caras. E igual que los escépticos no podemos demostrar que los crédulos están en el error, tampoco ellos pueden probar la veracidad de sus afirmaciones. Nos encontramos aquí con un caso claro de aplicación del principio de Occam que dice que no deben multiplicarse las hipótesis sin necesidad. Puesto que no se puede probar la existencia de los contactos con alienígenas, y estos contactos no tienen ningún efecto, no multipliquemos los entes gratuitamente, y trabajemos como si tales contactos no existiesen.

¿Que podemos pues decir sobre las experiencias de tantas personas como pretenden haber tenido contacto con extraterrestres? Nos referimos ahora (a diferencia de los casos antes citados, en los que los contactos no tenían ningún efecto) a aquellos contactos en que hay interacción, ya sea física o mental. Pues podemos decir lo siguiente. Los contactos con extraterrestres, las comunicaciones de seres de otros tiempos, al igual que los contactos de ultratumba, o las experiencias místicas, tienen tres características comunes.

En primer lugar, son ocultas. Ni los marcianos, ni los ectoplasmas, ni los espíritus astrales, aparecen nunca directamente en la televisión, ni en los periódicos, ni en un lugar público; digamos un campo de fútbol. Tal vez los ectoplasmas, y los espíritus, e incluso los marcianos, tengan sus razones para ello; pero estas razones nunca se han expuesto de forma convincente.

La segunda característica de las revelaciones de todos los seres fantásticos que hemos mencionado es

que se contradicen unas con otras. Por limitarnos a los extraterrestres, resulta que según unas fuentes estos vienen de Marte; según otras, de Plutón. Hay alienígenas provenientes de remotas estrellas, y los hay que incluso nos visitan desde galaxias muy alejadas. Las descripciones varían según los testigos: ¿A quién creer?

La tercera característica común de los contactos con seres del exterior es la curiosa composición del acervo de conocimientos de los pretendidos visitantes: los extraterrestres comparten las ignorancias y conocimientos de sus visitados. A este respecto Clarke menciona el testimonio de uno de los contactados por extraterrestres, un pastor vasco que, en algún lugar de los Pirineos, departió largo tiempo con los ocupantes de un platillo volante. Estos demostraron unos sorprendentes conocimientos lingüísticos, al ser capaces de llevar la conversación en perfecto eusquera: conocimientos que contrastaban con su manifiesta desinformación geográfica. En efecto, los alienígenas pretendían entrevistarse (como no) con el Secretario General de las Naciones Unidas, sobre cuyo paradero preguntaron al pastor.

A este respecto no podemos por menos que discutir, a modo de paradigma, otro par de casos concretos. En la colección de trabajos reunidos bajo el título *Psychology and the Occult*, originalmente realizados alrededor de 1900, el gran psiquiatra y etnólogo C. G. Jung presenta una serie de estudios de pacientes que pretendían poseer poderes mediumísticos. En aquella época, Jung (como se demuestra fehacientemente de su correspondencia con Freud) creía en las capacidades paranormales de la mente, de manera que tenemos en él a un observador benevolente. En una de las revelaciones de estos mediums, concretamente en el estudio "Sobre la psicología y patología de los llamados fenómenos ocultos", pp. 36 y siguientes, nos encontramos con las siguientes revelaciones:

"Durante las *séances*, cuando los espíritus le hablaban [a la medium] ésta realizaba largos viajes, ... en el espacio entre las estrellas, que la gente cree que está vacío pero que contiene innumerables mundos espirituales". [En estos viajes] "hablaba con los espíritus, porque los espíritus hablan unos con otros por costumbre, aunque no lo necesiten."

Y no lo necesitan porque tienen poderes telepáticos. Una vez volvió muy agitada de un viaje en tren porque uno de los habitantes de las estrellas se había sentado en el asiento de enfrente al suyo. Y a propósito de este suceso continúa explicando las propiedades de estos mundos estelares y de los espíritus que los pueblan.

Hasta aquí, nada que objetar: no podemos decidir ni a favor ni en contra de la realidad de las revelaciones. Desgraciadamente para su credibilidad, continúa la medium,

“... los habitantes de las estrellas ... están más desarrollados en cuestiones tecnológicas que nosotros. Así, en Marte utilizan desde hace tiempo máquinas voladoras; todo Marte está cubierto de canales, que son como lagos artificiales usados para irrigación”.
Etcétera.

Esta visión de Marte era creíble en 1902, año al que corresponde el estudio, y de hecho los pretendidos “canales” habían sido descritos algún tiempo antes; en particular en 1877 por las observaciones del astrónomo Schiaparelli, el cual había creído —equivocadamente— observar en Marte manchas y líneas correspondientes a canales. Sin embargo hoy, después de acercamientos, visitas y estudios extraordinariamente detallados se puede asegurar que en Marte no hay canales ni agua; ni, por supuesto, marcianos con o sin máquinas voladoras.

Las revelaciones concretas y verificables de los mediums respecto a los alienígenas fallan sistemáticamente: el ejemplo citado no es único. En el mismo libro de Jung que hemos comentado (*ibid.*, pp. 42 y siguientes) se describen las revelaciones de otro medium al que los espíritus explican las fuerzas que actúan en la naturaleza. Estas revelaciones ocurren en los años 1899 y 1900; justo antes de que se formulase la teoría de la relatividad por Einstein, en 1905, y las primeras hipótesis cuánticas por Planck y el propio Einstein entre 1900 y 1905. Las descripciones que da el medium, sin embargo, no presentan ni la sombra de una revelación concerniente a estos desarrollos fundamentales. De hecho, están en difícil convivencia con lo que ya se sabía de física en los principios del siglo XX.

Pero lo que en mi opinión arroja más dudas sobre la objetividad de todos los contactos citados, y de tantos otros que podríamos mencionar, es su vulgaridad. Las revelaciones con que nos obsequian tanto espíritus astrales como apariciones de ultratumba o los maravillosos visitantes procedentes de una remota galaxia, contienen como norma y sin excepción vaguedades y los mismos lugares comunes que se pueden escuchar en cualquier consultorio sentimental: son, como mucho, divertidas. Por contraste, piénsese lo que los visitantes europeos llevaron de novedad a América, lo que Marco Polo se trajo de su visita a Oriente, o la serie de revelaciones inesperadas, y posteriormente confirmadas, de las “Historias” de Herodoto. Finalmente, y lo que es quizá peor, cuando las revelaciones de los pretendidos contactos astrales descienden al terreno de las realidades comprobables, resultan casi indefectiblemente falsas.

No parece ser muy arriesgado, según todo esto, trabajar con la hipótesis de que los contactos con alienígenas no han existido. Este va a ser pues el punto de partida de nuestro artículo.

3. LA ECUACIÓN DE LOS EXTRATERRESTRES

Uno de los ejercicios favoritos de los autores tanto científicos como escritores de ciencia ficción, cuando se dejan tentar por el demonio de la especulación, es el escribir una ecuación, pretendidamente con rigor científico, que nos resuelva el problema de la probabilidad de existencia, y contacto, con inteligencias extraterrestres. La ecuación ha sido atribuida por algunos a Drake, conocido astrónomo americano, a Clarke y a tantos otros; en realidad, es una ecuación tan obvia que probablemente no tenga padre real. Aquí no vamos a ser menos y vamos a intentar, al menos, identificar las variables de las que depende la posibilidad de tener, a una distancia asequible, vecinos inteligentes con los que nos podríamos comunicar: pero tomando el punto de vista negativo. Y acabaremos preguntándonos qué variable es la que falla para que tales visitas no se hayan producido.

¿Que es, finalmente, la ecuación de los extraterrestres? Pues, como ya hemos dicho, algo muy sencillo. Se cuentan el número de estrellas en la región de

nuestra galaxia vecina a nosotros, y la probabilidad de que en alguna de ellas haya vida inteligente: esto nos indicará la probabilidad de que dicha vida exista a una distancia accesible para contactarnos. A veces esta sencilla evaluación se escribe, efectivamente, como una ecuación matemática:

$$n = NP h v i,$$

donde N es el número de estrellas en nuestro entorno galáctico, P es la fracción de estas estrellas que tienen planetas, h es la fracción de entre éstas que poseen planeta o planetas habitables, v es la fracción de estos planetas en los que ha aparecido vida y, finalmente, i es la probabilidad de que esta vida haya evolucionado hacia la inteligencia. En estas condiciones, n será el número de planetas que contienen vida inteligente: civilizaciones extraterrestres.

La idea de escribir esta ecuación, además de dar un tinte pseudo-riguroso al cálculo, es la esperanza de que los posibles errores en cada uno de los apartados se compensarán (más o menos) de manera que el resultado final sería más fiable que los componentes. Sin embargo, y como tantas veces ocurre, bajo la apariencia de la claridad se oculta el desorden, e incluso el caos acecha al menor descuido. Y así veremos como la engañosa sencillez del concepto recién enunciado oculta en realidad una extraordinaria complejidad que iremos observando al desgranar la ecuación en sus componentes; y cada una de estas componentes en muchas más, en un Borgiano *Jardín de los senderos que se bifurcan*. En particular, la (relativa) simplicidad de las primeras componentes, N , P y h son seguidas por las mucho más complejas v , i . Y, posteriormente, pasaremos a discutir cuestiones que la ecuación ni se plantea, y que son aún menos transparentes.

3.1. La parte sencilla: N , P , h

Como ya hemos mencionado, las primeras variables que aparecen en la ecuación son las más sencillas debido a que es acerca de las que tenemos información experimental que, aunque a veces de carácter analógico, es razonablemente sólida.

Comenzamos por N , el número de estrellas en una región del espacio “cercana” a nosotros. Tenemos que considerar que el tamaño de esta región puede ser muy grande. Cuán grande podemos estimarlo si mantenemos como límite absoluto de velocidad la de la luz (algo de lo que hay evidencia muy sólida) y tenemos en cuenta, además, que unos contactos que tardasen más que la duración de nuestra historia escrita serían prácticamente inexistentes. En este caso, la distancia aceptable serían unos cinco mil años luz, lo que nos lleva a considerar una importante fracción de las estrellas del brazo de la galaxia en el que nos encontramos, decenas de millones de estrellas. Este número es realmente, y literalmente, astronómico, y la posibilidad de la existencia de vida inteligente entre tantos mundos parece garantizada. Y, sin embargo, como dijo Fermi, ¿donde están? Manifiestamente, no basta con un gran número (al que hemos llamado N) y tenemos que considerar otras variables.

Pasamos a considerar P . Hasta 1995 nada se podía decir a ciencia cierta acerca de este número, ya que no se había detectado ningún planeta fuera de nuestro sistema solar. Pero en la actualidad se han detectado casi un centenar de planetas en otros sistemas estelares. Uno de ellos, en abril de 1997, por el telescopio Tillinghast de 150 centímetros de diámetro, situado en el observatorio de Whipple, en Arizona: un planeta de masa igual a la de Júpiter, orbitando la estrella Rho Coronae Borealis a una distancia comparable a la que separa nuestro sol del planeta Mercurio.

La existencia de este planeta es muy interesante. La estrella Rho Coronae Borealis es muy parecida a nuestro sol, pero cinco mil millones de años más vieja. Por otra parte, no está muy alejada (a escala cósmica): sólo cincuenta años luz. Este sistema solar podría ser la sede de una antigua civilización extraterrestre, a la que no le hubiera sido difícil enviarnos señales. No lo ha hecho; y está por tanto claro que tenemos que discutir otras variables. Tal vez los planetas de Rho Coronae Borealis no sean habitables: ¿cual es la probabilidad (que nosotros hemos llamado h) que haya planetas habitables² en un sistema solar?

² Consideraremos aquí *habitables* a planetas que lo sean para organismos similares a los que conocemos en la tierra. Esto deja de lado la posibilidad de seres basados en procesos muy distintos de los que hemos descubierto aquí. Por supuesto, no podemos demostrar de forma absoluta la imposibilidad de seres vivos basados —por ejemplo— en la química del azufre y silicio en lugar de carbono y oxígeno; pero podemos

Aquí ya tenemos que comenzar con especulaciones; pero todavía con fundamento empírico. En nuestro propio sistema solar hay dos planetas que presentan características similares a las de la Tierra. Venus, uno de ellos, tiene demasiada atmósfera y, en consecuencia, unas temperaturas superiores a los doscientos o trescientos grados: por lo tanto, ausencia de posibilidades para la vida. Marte es un poco demasiado pequeño; debido a ello no tiene suficiente atmósfera, es demasiado frío y tampoco presenta condiciones para soportar vida como la que conocemos, aunque por poco; un treinta o cuarenta por ciento más de masa hubiera permitido al planeta rojo retener su atmósfera, y el agua. Marte es casi un buen candidato para planeta apto para soportar la vida: si no en el presente, al menos en el pasado.

En efecto, Marte es un planeta que tuvo ríos y mares (o, al menos, grandes lagos) como muestra con claridad la existencia de cauces, hoy secos, del tipo de los formados por los ríos en la tierra. Por tanto sería un lugar apropiado donde buscar la vida. Y, efectivamente, entre 1976 y 1977 las astronaves Viking 1 y Viking 2 permanecieron en Marte. Entre otras tareas, se dedicaron a realizar una serie de experimentos buscando indicios de vida. Los resultados fueron, oficialmente, negativos (aunque no categóricamente, y no todo el mundo está de acuerdo con la interpretación oficial). Tampoco detectaron señales de vida, ni de fósiles, las otras dos sondas enviadas a finales del último siglo.

Otro caso es el de Europa, satélite de Júpiter. Se sabe desde las primeras exploraciones con sondas espaciales que Europa tiene un océano cuya superficie esta congelada por el frío del espacio a la inmensa distancia a la que se encuentra del sol; pero hay indicaciones bastante convincentes de que en el interior de este océano se encuentra agua líquida: con la Tierra sería Europa el único cuerpo en nuestro sistema solar que contuviese este fluido, esencial para la vida. El motivo de que el agua pueda mantenerse líquida por debajo de la superficie de Europa es la perpetua acti-

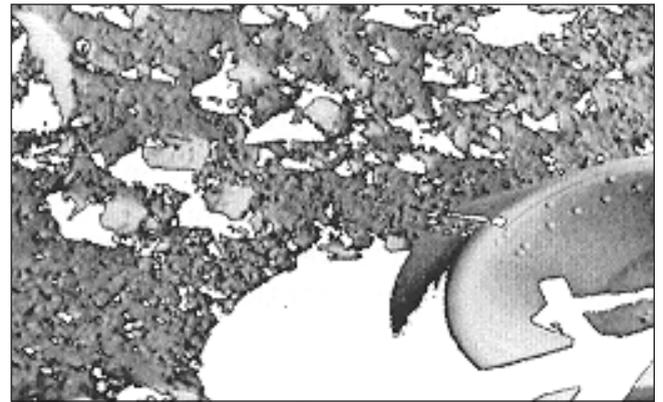


Figura 4. Entre 1976 y 1977 las astronaves Viking 1 y 2 permanecieron en Marte. En la foto, el Viking 2 durante el invierno en Marte. Las manchas blancas irregulares son escarcha.

vidad tectónica mantenida por las tremendas influencias gravitatorias de Júpiter, gigantesco y muy próximo, y de los otros satélites jovianos. Es imposible saber lo que ocurre en este hipotético y extraño océano, sumido en una noche eterna excepto por posibles erupciones de lava incandescente, pero al que quizá no le falte ni energía ni calor; y, como no podía ser menos, se ha especulado sobre la posible existencia de vida allí; entre otros por científicos de la NASA.

El que en un sistema planetario haya tres cuerpos celestes con características próximas a las necesarias para la existencia de vida orgánica parece indicar que tal tipo de planetas no son en absoluto raros. Podemos pues, y basándonos razonablemente en lo que hasta la fecha se ha observado y deducido, admitir que una importante fracción de las estrellas de nuestros alrededores tienen algún planeta girando a su alrededor capaz de sustentar vida orgánica como la que conocemos; y esto incluso teniendo en cuenta la requerida idoneidad de las radiaciones producidas por la estrella correspondiente.

Con esto finalizamos la parte fácil de la ecuación de los extraterrestres: el número de planetas aptos para la vida debe ser muy elevado. Digamos que de cada diez estrellas, al menos una, tal vez más, posean un planeta

argumentar que, precisamente, si fuesen probables otros tipos de vida, lo más verosímil es que hubiéramos encontrado evidencia de su existencia presente o pasada (en la forma de fósiles o de estructuras realizadas por seres vivos, análogas a los atolones construidos por los corales en nuestros océanos) en alguno de los planetas que las sondas espaciales han visitado. E incluso esperaríamos haber encontrado organismos con metabolismo radicalmente distintos de los habituales en lugares tales como la cumbre del Everest, o cualquier otro habitat extremo. No ha sido así; y parece, pues, que podemos concluir de manera razonable que, o bien la vida solo puede darse en condiciones como las que prevalecen en la tierra; o dicha vida es un fenómeno altamente improbable.

potencialmente habitable. Incluso si somos pesimistas, podemos estimar que por cada cien o doscientas estrellas debe haber un planeta idóneo: lo que nos da en nuestro entorno cientos, miles o incluso millones de planetas habitables. La ecuación de los extraterrestres nos indica, de momento, la posibilidad de una superabundancia de lugares en los que pudieran desarrollarse seres orgánicos. Lo que hace más interesante la segunda parte de la ecuación: ¿Se han desarrollado la vida y la inteligencia entre tantas posibilidades? ¿Dónde están? ¿Hay alguien ahí fuera?

3.2 La ecuación de los extraterrestres: La parte difícil.

La aparición de la vida y el desarrollo de la inteligencia

En la discusión anterior hemos concluido que es muy posible que en nuestro entorno espacial haya innumerables planetas que por su temperatura, composición química, etc. sean aptos para el desarrollo de la vida. Pero, para que ésta efectivamente aparezca y llegue a producir extraterrestres son necesarios, además, tres pasos fundamentales. El primero es la formación de compuestos orgánicos, en los que la vida está basada. El segundo es la aparición de organismos capaces de utilizar estos compuestos orgánicos para crecer, multiplicarse, y evolucionar. El tercero es la aparición de la inteligencia.

La formación de materia orgánica espontáneamente es algo común; esta afirmación está basada en las sólidas evidencias adquiridas con los experimentos realizados por Stanley Miller y Harold Urey en los años cincuenta. Por lo tanto, podemos tener confianza en la conclusión que de ellas se sigue: la materia orgánica debe ser muy abundante en nuestro universo. Y en efecto esto es así. Tanto por las sondas espaciales como por análisis espectroscópicos se han detectado moléculas orgánicas en multitud de lugares, algunos tan exóticos como los cometas, las atmósferas de Júpiter y Titán, o en nubes de polvo interestelares. Si nos tomamos en serio el análisis anterior, resulta que

debe de haber cientos de miles de planetas en los que se ha formado la sopa orgánica y que además tienen las temperaturas y composición químicas apropiadas para que la vida florezca.

Volvamos a la ecuación de los extraterrestres, y en concreto al siguiente componente que vamos a analizar. ¿Cuál es la probabilidad de que aparezca la vida en un planeta, supuesto que tiene el clima y la composición química adecuadas? ¿Qué podemos decir acerca de las chances que tienen de formarse organismos en la sopa de componentes orgánicos primordial? ¿Y las de que unos organismos primitivos (como las bacterias) evolucionen? Porque, dado que no hemos encontrado seres orgánicos, vivos o fósiles, más que en el planeta Tierra, la respuesta a la pregunta sobre la probabilidad de aparición de la vida tiene que ser muy especulativa.

Como conclusión, sólo podemos realmente decir que no tenemos ninguna evidencia sobre la posibilidad, ni mucho menos la existencia, de vida fuera de nuestro planeta: pero tampoco sobre lo contrario. Nosotros dejaremos esta difícil cuestión³. Consideraremos, de momento, que la aparición de la vida es algo razonablemente fácil y que, por poner un número, la vida se ha desarrollado en al menos uno de cada cien planetas capaces de mantenerla: lo que nos dejaría con cientos o miles de planetas en nuestro entorno galáctico poblados de seres vivos.

De la ecuación de los extraterrestres que introdujimos al principio del capítulo anterior sólo nos queda ya por discutir una incógnita: la probabilidad de que, en un planeta en que aparezca la vida, esta evolucione hasta producir seres inteligentes. Puesto que, como ya se ha indicado repetidas veces, sólo conocemos un tipo de vida, no podemos realmente establecer comparaciones y nos veremos obligados a trabajar a base de especulaciones e hipótesis.

Un hecho importante desvelado por las modernas investigaciones en genética molecular es que al parecer todas las razas humanas tienen un ancestro común, y que todos descendemos de una misma Eva

³ Siendo conscientes de que es posible de que una posible contestación a la pregunta de Fermi, “¿dónde están?” sea un sencillo “en ninguna parte.” Es perfectamente posible que —como opinan bastantes científicos muy competentes— la tierra sea el único lugar en el que ha aparecido la vida; tal vez incluso en todo el universo.

primigenia. Lo cual, por otra parte, es bastante evidente si se considera que todas las razas humanas son fértiles en sus cruces. Parece que la aparición de la inteligencia en nuestro planeta es una ocurrencia única.

No es sin embargo lo más probable que esto implique que la inteligencia es algo muy raro. Lo cierto es que existen en nuestro entorno otros seres que son, al menos potencialmente, inteligentes. Algunos cetáceos como las orcas y, especialmente, los delfines, tienen cerebros mayores en tamaño (aunque menos convolucionados) que los de los seres humanos y los segundos poseen incluso unos rudimentos de organización social. Es muy probable que sólo la dificultad de trabajar con herramientas debido a habitar el medio marino sea lo que haya impedido que los delfines hayan evolucionado hacia la inteligencia. El mismo motivo tal vez sea el causante de que ciertos cefalópodos, también poseedores de un sistema nervioso de alto nivel, no muestren signos de civilización. Finalmente, y entre los animales terrestres, perros, osos y nuestros más próximos parientes, los grandes primates, han probado tener unas capacidades de aprendizaje no muy alejadas de las de los homínidos primordiales.

Es difícil sacar una conclusión definitiva respecto a algo que ha ocurrido una sola vez; aunque por supuesto no podemos decir nada con seguridad, las indicaciones que poseemos son más bien positivas: lo más probable es que un planeta donde haya vida produzca, más pronto o más tarde, inteligencia desarrollada.

4. EL DESARROLLO DE LA CIVILIZACIÓN TECNOLÓGICA

Comenzaremos esta sección yendo más allá de la un tanto trivial ecuación de Drake. Supondremos que hay una probabilidad razonable de que se produzca la vida en los planetas aptos para ella, y nos plantearemos el problema de la inteligencia y de la civilización: aunque como ya hemos indicado, no es a priori evidente que la vida tenga que evolucionar a la inteligencia, ni, como veremos, que ésta lleve a una civilización tecnológica. En efecto, si hay (digamos) una probabilidad entre cien de que una estrella tenga



Figura 5. La cantidad de estrellas que hay en un entorno de unos pocos miles de años luz de nosotros es enorme. ¿Habrá civilizaciones avanzadas en alguna de las miríadas de puntos de luz que aparecen en la foto?

planetas habitables, y de nuevo una entre cien de que en un planeta habitable aparezca la vida, nos resulta que una de cada diez mil estrellas alberga planetas con seres vivos.

Este número parece muy pequeño, pero no es así: en esta hipótesis tendríamos aún un planeta habitado a menos de setenta años luz de nosotros, y en un radio de quinientos años luz habría casi cien planetas ocupados por seres orgánicos. Incluso si admitimos un error de un orden de magnitud en los cálculos anteriores, nos quedan docenas de planetas a poco más de cien años luz. Volviendo a nuestro leitmotiv podemos de nuevo preguntarnos, ¿Dónde están? Si en cada uno de estos planetas la vida ha evolucionado a inteligencia, ¿Por qué no hemos recibido noticias de ninguno de ellos? Indudablemente podemos concluir que una de las hipótesis anteriores falla; pero, lejos de ello, continuaremos con la actitud que hemos tomado hasta ahora, y supondremos que el escenario correcto es aquel en el que hay docenas de planetas con seres vivos en un entorno de cien años luz de nosotros, aunque solo sea para poder proseguir con el análisis.

El paso de una inteligencia primitiva a la desarrollada no debió de ser fácil; la prueba es que hasta hoy solo se ha producido una vez. Como ya se ha hecho notar tenemos evidencia bioquímica y genética de la unidad de la especie humana; pero también hay una

sugerente evidencia psicológica que se sigue de las investigaciones de C. G. Jung, sobre todo en conexión con su teoría de los arquetipos.

En síntesis esta teoría es como sigue. Jung, en sus investigaciones sobre fenómenos relacionados con la parte oscura de la mente humana, tanto estudiando mandalas (dibujos místicos) tibetanos y nepalíes, como los grafos de tribus primitivas con las que convivió durante cierto tiempo; como en sus estudios sobre los alquimistas de la Edad Media o de los símbolos de los chamanes en las religiones de la América precolombina, se encontró con una notable coincidencia de “arquetipos”. Estos son esquemas comunes: los mismos dibujos con las mismas figuras geométricas, los mismos mitos y creencias fácilmente transponibles⁴. Debido a estas coincidencias Jung postuló un subconsciente colectivo, común a todos los seres de la raza humana, lo que claramente apunta a la aparición de la conciencia una única vez: indudablemente, los seres humanos provenimos todos de un mismo grupo de homínidos.

La conclusión que sacamos de esta información es que la inteligencia (al menos la inteligencia capaz de llegar a producir civilización) sólo ha aparecido una vez, que sepamos a ciencia cierta.

5. LOS PROBLEMAS DE LA CIVILIZACIÓN

En nuestro idioma, y en la mayoría de los de la Europa occidental, la palabra civilización viene del latín *civis*, ciudad. En chino, sin embargo, el ideograma correspondiente a civilización no deriva de ciudad, sino que está relacionado con el que significa libro. Los dos conceptos son válidos para caracterizar la civilización, y de hecho están relacionados. En efecto, es prácticamente imposible hacer funcionar cualquier asentamiento humano de una mínima entidad y permanencia (una *civis*) sin el uso de medios de perpetuación del conocimiento: libros, en un sentido amplio del término. Recíprocamente, la existencia de estos es únicamente posible, y sólo tiene sentido, con la existencia de ciudades.

El conjunto de lo que se conoce comúnmente como civilización —leyes, tribunales de justicia, cultura y un mínimo desarrollo tecnológico— están en relación directa con el uso de la escritura, y de asentamientos humanos permanentes, que puedan permitir conservar y acrecentar el conocimiento y la riqueza. También podríamos datar la civilización desde el momento que aparece la escritura; pero esto no cambiaría mucho las cosas: en cualquier caso la existencia de civilizaciones resulta ser bastante reciente.

Las primeras habitaciones humanas con entidad de ciudad aparecieron en Egipto y en la región de Mesopotamia (hoy Irak) hace unos cinco mil años, y el primer código de leyes, el de Hamurabi, y la primera obra literaria que ha llegado hasta nosotros (la saga de Gilgamesh) proceden de la misma región, aunque son posteriores. El código de Hamurabi es de alrededor de 1700 a.d. C.; la saga de Gilgamesh se refiere a acontecimientos que (según W. L. Moran) tuvieron lugar alrededor del siglo veintisiete a. d. C., pero la historia escrita es muy posterior. Las civilizaciones de la India y China son algo posteriores a las de Egipto y Mesopotamia, como lo es la de Creta, indudablemente influida por las dos últimas. De todas maneras, y tomando el código de Hamurabi y el libro de Gilgamesh, o los trigramas chinos (primeras apariciones de protoescritura) como medida, podemos decir que llevamos unos cuatro o, a lo mucho, cinco mil años de civilización.

A diferencia de la aparición de la vida o la inteligencia, con respecto a las cuales la evidencia indica que sólo se han dado una vez en nuestro planeta, la civilización ha aparecido múltiples veces. No sólo es posible que la civilización China sea, al menos parcialmente, independiente de las de Egipto y Mesopotamia; lo que es indudable es que las civilizaciones de Mesoamérica (mayas, toltecas, etc.) y la civilización inca se desarrollaron de forma totalmente autónoma y sin ningún contacto con las del viejo mundo. Indudablemente los amerindios encontraron por su cuenta el camino a las ciudades; y no tardaron en ello mucho más que sus congéneres del viejo mundo, a pesar del aislamiento y las menos favorables condiciones geográficas de las Américas.

⁴ El lector interesado puede encontrar más detalles al respecto en los libros de Jung *Man and his Symbols* y *Psychanalyse et alchimie*, entre otros.

La evidencia, pues, parece indicar que una raza inteligente tiende a desarrollar una civilización en un plazo que, a escala cósmica, es muy breve. Según esto, si la versión optimista de los cálculos realizados anteriormente sobre la aparición de la vida en sistemas solares próximos al nuestro son correctos, resultaría que en un radio de unos setenta o cien años luz debería de haber varias civilizaciones; alguna de ellas, sin duda, con mas antigüedad que la nuestra.

Imaginemos el sistema solar que probablemente existe alrededor de la estrella Rho Coronae Borealis, donde recientemente se ha descubierto un planeta. Esta estrella es de tipo similar a nuestro sol, pero el doble de vieja: lleva en existencia unos cinco mil millones de años más que aquel. Si en el sistema hay planetas de tipo Tierra, y si los ritmos de aparición de la vida, de evolución a la inteligencia y de desarrollo de la civilización son comparables a los que nosotros conocemos aquí nos encontraríamos con una civilización miles o millones de años más antigua que la nuestra, en un planeta no muy alejado. En efecto, la Rho Coronae Borealis se encuentra solo a cincuenta años luz de nosotros. ¿Por que no han dado señales de vida? ¿Dónde están?

Por supuesto, esta última especulación (la probabilidad de civilizaciones milenios mas antiguas que la nuestra) nos lleva a la segunda cuestión mencionada al principio de esta sección, a saber, la pervivencia de las civilizaciones; en especial, de las civilizaciones tecnológicas. Cuestión que obviamente sobrepasa en interés al de la mera especulación sobre inteligencias extraterrestres para llevarnos a la problemática, angustiosa de puro actual, de la propia supervivencia: ¿son las civilizaciones tecnológicas intrínsecamente inestables?

En efecto. En los últimos cincuenta años está quedando bien claro que la idea victoriana de un perpetuo progreso era bastante ingenua, y que nuestra civilización se ha encontrado ya en la encrucijada de la posibilidad de autodestruirse; y ello no sólo por el mecanismo obvio de una guerra nuclear sino por otros peligros, menos espectaculares pero (desgraciadamente) mucho más complicados de evitar. La degradación y envenenamiento del medio ambiente, el agotamiento de los recursos energéticos, y la superpoblación, son tres de los más evidentes. La decadencia

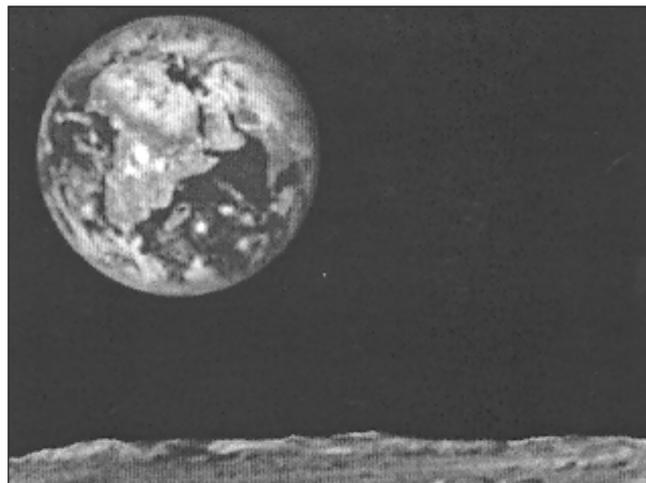


Figura 6. Imagen de la tierra, vista desde la luna. Nuestro planeta presenta características únicas entre los del sistema solar.

biológica y cultural de la inteligencia es, en mi opinión, el mas grave y difícil de salvar. Los discutiremos todos ellos sucesivamente.

El fantasma de la guerra nuclear parece, afortunadamente, conjurado en la actualidad: al menos en la forma de un enfrentamiento masivo entre superpotencias que hubiese llevado al fin de la civilización, si no al de la vida misma, sobre nuestro planeta. Esta es indudablemente una importante victoria de la civilización sobre la barbarie, y permite un cierto optimismo sobre la capacidad de supervivencia de la primera.

La generación de residuos industriales, y la facilidad dada a la propagación de enfermedades por el desarrollo de las comunicaciones y la progresiva inmunización de las bacterias a los antibióticos, junto con la superpoblación pueden, a largo plazo, resultar una bomba tan letal como las atómicas. No es impensable el que en las megapolis del tercer mundo, y entre los millones de seres humanos hacinados en ellas, se desarrolle un virus, o una bacteria resistente a las penicilinas, con las nefastas consecuencias del sida, pero con una forma de contagio más eficaz: por ejemplo, como la de la gripe común.

La imagen dantesca de una epidemia mundial de “supergripe” mortal, desarrollándose a la velocidad de las epidemias de gripe ordinarias, no corresponde a algo imposible. Y no es difícil de imaginar el destrozo

que causaría a nuestra civilización una plaga que, año tras año, diezmasa a la población hasta dejar un pequeño remanente consistente en los escasos individuos naturalmente inmunes. A quien piense que esto sólo son especulaciones cabría recordarle que una situación como la descrita ya ha ocurrido en la historia de la humanidad con las epidemias de gripe y sarampión (entre otras), enfermedades ordinarias para nosotros pero mortíferas para ellos, que literalmente despoblaron varias islas del Caribe y redujeron drásticamente las poblaciones de toda América: y ello con los lentos medios de comunicación de la época. Incluso sin necesidad de catastrofes exterminadoras, la civilización resulta ser bastante sensible a desastres.

El siguiente problema que vamos a considerar, con la brevedad necesaria en un ensayo como éste, es el del agotamiento de las fuentes energéticas. Es evidente que, más pronto o más tarde, el petróleo, el carbón y el uranio fisionable se agotarán. Es cierto que más de una vez voces agoreras han pronosticado el fin del petróleo (por ejemplo) para el próximo decenio, para ser desmentidas por el descubrimiento de nuevos yacimientos. Pero no es menos cierto que tal agotamiento tiene que acabar por producirse; y lo mismo el del carbón o el uranio. Sobre todo si países tales como la India o China se desarrollan al nivel de los de Europa Occidental, Japón o los EE UU, lo que cuadruplicaría el consumo mundial. En este sentido, la rápida industrialización de los países del este asiático, China incluida, plantea un serio problema ya a corto plazo.

Para un plazo más largo, digamos un siglo (siendo muy optimistas) las fuentes tradicionales de energía ya citadas estarán exhaustas. Y la civilización tecnológica, que depende críticamente de ellas, no podrá sobrevivir. Ya hemos visto la primera guerra por el petróleo, la guerra del golfo. No fue particularmente grave porque todas las grandes potencias o se abstuvieron (como Rusia y China) o estuvieron del mismo lado. Sin embargo una guerra por controlar unos recursos en vías de agotamiento necesariamente involucraría a unas grandes potencias contra otras; el espectro de la tercera guerra mundial vuelve a aparecer.

No hay más que dos maneras de evitar un fin de la civilización por conflictos debidos al agotamiento de los recursos energéticos o por el propio agotamiento de

estos recursos. Una de ellas es un esfuerzo conjunto, a nivel mundial, para un drástico descenso del consumo de las energías no renovables, lo que implica en particular una fuerte disminución de la población global: como máximo a una décima parte de la población actual, y probablemente mucho menos. Una segunda posibilidad es la aparición de nuevas fuentes de energía. Pero la situación a este respecto no es optimista. No es evidente que el problema de la energía tenga solución, ni siquiera a largo plazo. Y sin energía no hay una civilización tecnológica posible.

Una respuesta un tanto deprimente a la pregunta de dónde están las civilizaciones extraterrestres es que las civilizaciones tecnológicas, con su dependencia energética, tienen una vida que (a escala cósmica) es ínfima. Puede ocurrir que en innumerables estrellas relativamente próximas a nosotros existan, o hayan existido, civilizaciones que hayan desarrollado una tecnología para, en dos o tres siglos, agotar las reservas energéticas de los planetas correspondientes y revertir a un estado agrario-pastoral. Tal vez este sea nuestro destino.

Aún si se solucionan los problemas energéticos, no nos enzarzamos en guerras catastróficas y somos capaces de controlar la ecología, hay una causa más insidiosa que puede llevar no al colapso violento, pero sí a la gradual extinción de la civilización; y esta es el conjunto de pautas reproductoras de la especie. Ya en su libro *El azar y la necesidad* Jacques Monod se preocupaba de la correlación negativa entre la inteligencia y el número de hijos. Como era claro entonces, y ahora es clamorosamente evidente, los estudios sociológicos indican que (estadísticamente hablando) cuanto mayor es el índice intelectual de una pareja, menos hijos tienen. Y la situación es posiblemente peor a nivel de civilización y desarrollo. Cuanto más avanzado tecnológicamente, cuanto más desarrollado económica y culturalmente está un país, o un grupo social, menor es la tendencia a producir descendencia.

Tenemos pues un efecto antidarwiniano: la civilización tecnológica avanzada, tal vez la civilización avanzada a secas, tiende a favorecer una evolución negativa. Si las actuales pautas continúan (y desde que Monod escribió su libro no solo continúan, sino que se acentúan) llegaremos en pocos decenios a unas sociedades desarrolladas infrapobladas, y en las que el nivel

de inteligencia es cada vez menor, rodeadas de países superpoblados y empobrecidos. La situación no tiene nada de fantasía: se parece enormemente a lo que ya está ocurriendo en Europa. No es ningún consuelo el pensar que, si hacemos las cosas muy bien, todas las sociedades de la tierra se convertirán en desarrolladas: porque entonces no tendremos la reserva de población e inteligencia que representan los países del tercer mundo, y la raza humana se enfrentaría a una paulatina extinción, acompañada de estupidez general. La respuesta a la pregunta de Fermi, ¿Donde están? sería, si esta pauta del desarrollo fuese consubstancial a la civilización, si la inteligencia continuase a tener un valor reproductor negativo, “Están ahí, pero solo quedan los tontos”.

6. VIAJES Y COMUNICACIONES INTERESTELARES

En las secciones anteriores hemos discutido la posibilidad de que existan planetas habitables girando alrededor de estrellas en nuestra vecindad, de que en estos planetas aparezca la vida, y de que ésta evolucione hasta la inteligencia y la creación de sociedades tecnológicas; pero no hemos tocado el tema de las comunicaciones interestelares. ¿Son estas posibles? ¿Son estas deseables? Porque no es evidente que una civilización suficientemente madura como para haber resuelto el problema energético, el de la superpoblación y el de la guerra, esté interesada en contactar con otras civilizaciones. O, incluso si lo estuviera, que tal contacto sea posible.

Para discutir esto supondremos que la respuesta a la ecuación de los extraterrestres es moderadamente positiva, y que existen algunas civilizaciones de alto nivel tecnológico en un radio de entre cincuenta y quinientos años luz de la tierra. La verdad es que este es un escenario probable, lo que va a ir haciendo las sucesivas cuestiones que nos planteemos más interesantes: si realmente hay alguien allí, ¿Por que no ha entrado en contacto con nosotros?

Este contacto puede ser de dos tipos: físico, como en la película de Spielberg “contactos en la tercera fase”: una astronave alienígena (que podría ser una sonda espacial no tripulada, como las que enviamos nosotros) aparecería en la tierra o, tal vez, en alguno de

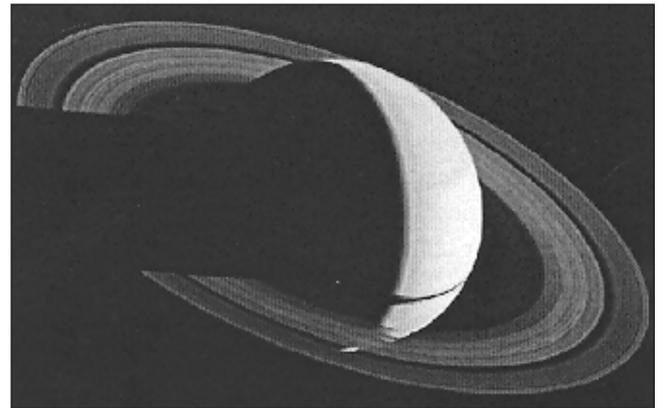


Figura 7. En el año 1981 tuve la suerte de presenciar, transmitido por televisión en tiempo real a la estación de seguimiento espacial de Robledo de Chavela, la llegada de la astronave Voyager 2 a las inmediaciones de Saturno. A una de estas imágenes corresponde la figura: por primera vez teníamos información directa de Saturno, visto desde atrás. Prácticamente a todos los que estábamos allí se nos ocurrió pensar en la posibilidad de que la sonda espacial encontrara un artilugio alienígena. Pero, por supuesto, no fue así; ningún visitante se dejó olvidada su sonda entre los anillos de Saturno.

los planetas del sistema solar; y puede ser un contacto por medio de ondas electromagnéticas. Precisamente este es el tipo de contactos que está buscando el programa SETI (“search for extra-terrestrial intelligence”), por el momento sin éxito.

Comenzaremos por las posibilidades de un contacto del primer tipo, esto es, de viajes interestelares. ¿Es posible cruzar las inimaginables distancias cósmicas? Puesto que gran parte de este ensayo es especulativa, especulemos algo más y tomemos como límite de tiempo cien años: vamos a calcular la distancia a la que se encuentra la civilización avanzada más próxima, dado que ninguna ha sido capaz de enviar una astronave hasta nosotros.

La respuesta a tal pregunta es bastante negativa. Con las tecnologías existentes, o con desarrollos de las mismas, la velocidad máxima media de una astronave es de, aproximadamente, un veinteavo de la de la luz. En cien años el vehículo espacial solo llega a 5 años luz de su base: apenas la distancia a la estrella más próxima a nosotros. Incluso si suponemos un vehículo sin tripulantes orgánicos, una sonda espacial similar a las que nosotros enviamos a los planetas de nuestro sistema solar, y pensamos en un viaje de mil años (!) el recorrido sería de 50 años luz: pero es poco probable que exista una civilización que tuviera interés en

enviar un navío que tardase mil años en llegar a su destino.

Los números son tan apabullantes que, salvo la existencia de motores mucho más eficaces de los que podemos construir nosotros, la respuesta a la pregunta de Fermi es, desde el punto de vista de visitantes en persona, simple: no se han movido de su planeta porque el viaje es demasiado largo y caro para tener interés.

La situación se clarifica bastante más si consideramos no comunicaciones materiales, sino electromagnéticas; por ejemplo a través de radio, láseres o maseres. Las señales viajan ahora a la velocidad de la luz; la tecnología necesaria ya la tenemos, o está muy cerca. De hecho, y como ya hemos mencionado, los programas de búsqueda de inteligencias extraterrestres (SETI) se basan, precisamente, en enviar señales y en intentos de detectar las señales electromagnéticas que pudieran habernos enviado. Sin éxito por el momento, a pesar de la ingente cantidad de radiaciones electromagnéticas analizadas. Parece pues bastante razonable concluir que no hay, en un radio de cincuenta-cien años luz, inteligencias extraterrestres tecnológicamente desarrolladas, capaces de, e interesadas en, contactar con el exterior.

El radio puede ampliarse si suponemos que estas inteligencias son capaces de controlar fuentes de energía más eficaces que las que nosotros utilizamos. A este respecto, podemos deducir también que, muy probablemente, no existen seres con un grado de civilización tecnológico muy superior al nuestro, ciertamente no en doscientos o trescientos años luz en nuestro entorno. Lo que es más, podemos extrapolar y deducir que no hay seres con un grado de desarrollo enormemente superior al nuestro en un radio de tal vez mil años luz de nosotros o, más generalmente, podemos llegar a la conclusión que, cuanto mayor supongamos el desarrollo tecnológico, más lejos tienen que estar los seres que lo posean. La ausencia de visitas de extraterrestres, e incluso de llamadas telefónicas, parecen implicar que tal vez existan civilizaciones más antiguas que la nuestra; pero de lo que no hay rastro es de civilizaciones mucho más avanzadas tecnológicamente que la que hoy domina en la tierra.

¿Por qué es esto así? Una civilización que siguiera progresando al ritmo al que nosotros lo hemos hecho



Figura 8. Imagen de uno de los telescopios que, en el estado de Nuevo Méjico (EE UU), han participado en la escucha de, hasta hoy inexistentes, mensajes extraterrestres.

en los últimos quinientos años debería ser capaz de construir instrumentos con los que comunicarse con la tierra. No parece que lo hayan hecho; y por tanto debemos concluir que el progreso tecnológico es limitado y de hecho nosotros estamos muy cerca del máximo posible. Si esto es cierto no debemos esperar del futuro más que un estancamiento cada vez más generalizado, si no un retroceso. (Una variante de esta posibilidad es que las civilizaciones tal vez puedan progresar tecnológicamente mucho más allá de la nuestra, pero al hacerlo pierden el interés en el mundo exterior y se cierran sobre sí mismas).

¿Tenemos indicaciones, más allá de la mera inexistencia de contactos con civilizaciones exteriores, de que estamos llegando al límite del posible desarrollo tecnológico? En mi opinión sí, tenemos muchas indicaciones, e indicaciones muy convincentes, de que no quedan por realizar descubrimientos fundamentales, ni tecnológicos, ni científicos con repercusiones tecnológicas; y ello sin necesidad de salir del planeta tierra. Por otra parte, nuestra sociedad está dando claras señales de haber llegado a una etapa de estancamiento, si no de franca recesión. Consideraremos estas cuestiones seguidamente.

7. LOS LÍMITES DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGÍA

En lo anterior se han mencionado las indicaciones, basadas en la inexistencia de mensajes de civilizaciones extraterrestres, de que estamos llegando a los

límites del conocimiento científico y tecnológico; con respecto al primero al menos a los límites del conocimiento científico aplicable a la tecnología. Estas indicaciones son confirmadas por un estudio más serio que ahora esbozamos.

Comenzaremos por un enfoque histórico que mostrará cómo los avances de la ciencia y de la tecnología se han ralentizado en los últimos cuarenta o cincuenta años por primera vez en la historia; y ello a pesar de que el esfuerzo investigador es hoy mayor que nunca. Pasaremos después a un análisis más detallado de la situación actual.

Es un hecho que, al menos hasta el presente, la humanidad no ha cesado de progresar en el sentido de mejorar su tecnología. ¿Hay algún motivo por el que sea razonable pensar que hemos llegado esencialmente al límite? En el Renacimiento el nivel de desarrollo tecnológico en Europa alcanzó el punto en que sus rendimientos económicos y militares eran inmediatos. además, la introducción de la imprenta en países cuyas lenguas se escribían con alfabetos fonéticos (y por tanto fáciles de aprender) puso el conocimiento al alcance de las masas. Ambos efectos produjeron una tremenda aceleración: este es el momento en que nuestra cultura (Europa y luego América) se coloca a la cabeza de la ciencia y la tecnología, posición que no abandonará hasta la actualidad.

Sin embargo en los siglos XV y XVI no existía aún el concepto de investigación organizada. Esta apareció en el siglo XVII; por primera vez en Italia⁵, aunque ciertamente en forma algo primitiva con sociedades como la Academia dei Lincei (Roma, 1601-1630) y, posteriormente y ya de forma más sólida, en Inglaterra, con la Royal Society Londinense, y, en el continente, en la Académie de París, ambas creadas alrededor de 1660. No cabe duda de que este espíritu inquisitivo y organizativo que llevó a crear tales instituciones está relacionado con la capacidad de innovación tecnológica y con el despegue industrial y científico: en particular el despegue industrial británico, que luego se extendió por Europa —primero Bélgica, luego Francia y Alemania— y también a los EE UU.

Durante el siglo XIX la química, el vapor y la industria textil fueron las puntas de lanza del desarrollo industrial; y el desarrollo científico y técnico corrieron parejos. El del primero se debió, en buena parte, a la proliferación de centros dedicados específicamente a la investigación científica y a una fuerte financiación de la misma, lo que se produjo primero en Inglaterra y Francia y luego, con más intensidad, en Alemania y los EE UU, a lo largo de los siglos XIX y XX. Desde el momento en que se establecen esos centros el progreso científico se realiza de una forma sistemática y deliberada. No tenemos ya, como en el caso de Galileo, un individuo prácticamente aislado que tiene que construirse sus aparatos, y cuya comunicación con el mundo exterior es muy reducida; sino potentes equipos, bien subvencionados y apoyados, en continuo contacto con otros equipos del exterior, que se dedican sistemáticamente a la investigación de toda clase de fenómenos.

El *tempo* del progreso se mide ahora en decenios, e incluso en años. En unas pocas décadas se investigan prácticamente todos los fenómenos naturales, de manera que, en el breve período que va de las primeras experiencias de Faraday a los experimentos de Hertz, apenas tres décadas, toda la estructura del electromagnetismo clásico está ya establecida. La relatividad (especial) no tardó ni veinte años en ser formulada de manera completa, desde que los experimentos de Michelson y Morley demostraron que no existe éter (1887) hasta el trabajo definitivo de Einstein en 1905. Desde el descubrimiento de las anomalías de la radiación del cuerpo negro hasta la formulación completa de la mecánica cuántica (y eso que ésta representa una ruptura total con todos los conceptos hasta entonces establecidos) transcurrieron tan solo treinta años. Finalmente, las modernas teorías de las interacciones fundamentales son extensiones, con algunos detalles técnicos, ciertamente no despreciables, pero tampoco involucrando nada fundamentalmente nuevo, de los trabajos realizados entre los años cuarenta y sesenta; y eso con el intervalo de la guerra que hizo que se abandonaran las investigaciones básicas, aparte de prácticamente destruir la ciencia en la Europa continental.

⁵ Existió una organización precursora en nuestro país en la Academia de Matemáticas de Madrid que Felipe II fundó en diciembre de 1582.

¿Cuál es la consecuencia que podemos sacar de lo que acabamos de decir? Pues que es muy difícil que un problema se resista a los embates de docenas de laboratorios bien equipados y trabajando en concertación: como hemos visto, veinte o treinta años es un período largo a este respecto. En la actualidad nos encontramos, por primera vez en la historia de las ciencias físicas, con que nuestras teorías explican (al menos en principio) todos los experimentos que hemos sido capaces de imaginar; y, lo que es más significativo, no existen puntos oscuros.

No tenemos, como al final del siglo XIX, el problema de la radiación del cuerpo negro, en conflicto con la termodinámica de la época; ni algo como el experimento de Michelson-Morley, indicando que el éter (ingrediente esencial en la teoría decimonónica de la propagación de la luz) no existe; ni un fenómeno como la radioactividad, inexplicable con la física clásica. Con monotonía un tanto desesperante resulta que todas nuestras predicciones se verifican; predicciones que son las extensiones naturales de las formuladas hace ya muchos años. Desde poco después de la segunda guerra mundial, y prácticamente por primera vez en la historia, el ritmo de los descubrimientos científicos se ha ralentizado hasta, desde el punto de vista de descubrimientos fundamentales, haberse detenido prácticamente.

Aquí hemos discutido el caso de las ciencias físicas; pero algo parecido puede decirse con respecto a otras ciencias y a las aplicaciones tecnológicas, con la importante excepción de la biología y, tal vez en menor medida, de la informática. En economía, a la que tantas actividades humanas son análogas, el fenómeno se ha estudiado con detalle. Cuando se quiere explotar algo hay que invertir esfuerzo. Si el esfuerzo es pequeño, los resultados son erráticos y pobres. Si la inversión se aumenta, los dividendos crecen espectacularmente. Hasta que llega un momento en el que interviene la ley de los rendimientos decrecientes: hacen falta inversiones progresivamente mayores para obtener resultados cada vez más magros. La tesis que estamos presentando es que la investigación científica y tecnológica está en la actualidad en régimen de rendimientos decrecientes. El breve repaso que antecede parece indicarlo así.⁶

¿Y la relación con la tecnología? Pues la verdad es que hay, en el mismo período de tiempo, muy pocos adelantos tecnológicos que no sean, simplemente, un refinamiento de los anteriores. Tal vez solo podamos citar, como avances tecnológicos fundamentales en las ciencias físicas, el transistor, el láser y el descubrimiento de materiales superconductores a altas temperaturas. El primero, desarrollado en los años cincuenta, y lo último, que aún no ha pasado al nivel en que pueda ser aprovechable industrialmente. Se corresponde el primero con la construcción de los microchips y, con ellos, de ordenadores infinitamente más pequeños, más baratos, y más potentes que los que podía haberse imaginado antes. Si la superconductividad a temperaturas altas se pudiese controlar tecnológicamente, se conseguirían campos magnéticos de extraordinaria intensidad, lo que ofrecería quizás una esperanza de resolver el problema de la fusión controlada y con él el de una energía limpia e inagotable, que es uno de los problemas cruciales para el desarrollo tecnológico futuro.

El panorama es mucho más desolador si consideramos las esperanzas fallidas. En los años cuarenta parecía que la fisión nuclear abría una era de energía no polucionante y barata. Hoy seguimos sin resolver el problema de los residuos radiactivos, ni el de fisiónar elementos tales como el torio, y dependemos de isótopos escasos del uranio que generan al desintegrarse residuos radiactivos extremadamente peligrosos. El sábado, 25 de enero de 1958, el periódico *Daily Mail* anunció que el reactor ZETA, en un experimento liderado por John Cockroft, había producido energía termonuclear, un proceso infinitamente más eficaz y limpio que la fisión, y que utiliza además un material superabundante, el hidrógeno. Pero pocos años después los propios experimentadores reconocían que no había tal, sino una falsa interpretación de datos. El anuncio fue, por lo menos, excesivamente optimista y los problemas de la fusión nuclear no sólo siguen sin resolverse, sino que hemos comprobado que son mucho más difíciles de lo que a mediados de siglo se podría prever.

En campos más aplicados la situación no ha cambiado mucho tampoco. El vuelo del Concorde parecía presagiar transporte aéreo barato a velocidades super-

⁶ A las mismas conclusiones llegó J. Horgan en su libro *The End of Science* (Abacus, 1996).

sónicas; pero de hecho, el Concorde sigue siendo un prototipo y los jets comerciales continúan arras-trándose a unos 800 Km-hora, poco mas de lo que ya alcanzase el Comet en los años cincuenta. Los viajes espaciales, comenzados con el histórico paseo de Armstrong en la Luna, en 1969, se han detenido: los avances tecnológicos realizados desde entonces no los han hecho suficientemente baratos y seguros como para ser rentables. Y así un largo etcétera.

El lector atento se habra dado cuenta de que no se han mencionado aquí los muy importantes avances en biología que se han dado en los últimos años y que, muy probablemente, se seguirán dando. No sería sorprendente que pudieramos en un futuro ya previsible, controlar genéticamente a los seres vivos, y realizar clonaciones que —por ejemplo— permitan la producción de organos del cuerpo humano que pudieran, después, ser utilizados para injertos. Probablemente en biología estamos todavía lejos del estancamiento científico y tecnológico. Los desarrollos en esta ciencia en el futuro serán, sin duda, de gran importancia: pero no afectarán para nada al tema que se esta tratando aquí, que es el de los viajes y comunicaciones interestelares. Para ésto serían esenciales incrementos sustanciales en la calidad de las fuentes de energía, en los medios de transporte y en los de comunicacion. La ausencia de contactos con civilizaciones extraterrestres nos hace sospechar que tales progresos son, efectivamente, imposibles.

8. ¿HASTA CÓANDO ES EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DESEABLE?

Durante los últimos dos siglos hemos presenciado un desarrollo tecnológico de nuestra sociedad desde

muy bajas cotas hasta un punto en que, en los países desarrollados, la tecnología lo permea casi todo. Pero en los últimos años también hemos sido testigos de un inquietante fenómeno: el incremento de la industrialización no se corresponde siempre con un incremento del nivel del bienestar.

En efecto, el incremento nominal en la renta per cápita no se traduce, por encima de un cierto nivel de desarrollo tecnológico, en mejora de la calidad de vida. Esto es particularmente cierto en los Estados Unidos, el país que (queramos o no) ha marcado y, probablemente, seguirá marcando la pauta a los demás. El aumento de la renta se consume allí en la necesidad de contratar a nivel individual servicios tales como la seguridad social, asistencia medica, pensiones e incluso servicios policiales; en transporte individual (el transporte colectivo ha caído en calidad y cantidad hasta límites, en muchos casos, tercermundistas); en huir las ciudades, muchas de ellas ghettos de violencia; y, sobre todo, en un consumismo inútil.

Por supuesto las mismas tendencias se observan, desgraciadamente, en otros lugares, especialmente en Europa (Occidental y Oriental) y América del Sur. A partir de un cierto nivel la tecnología y el desarrollo industrial, al menos como se están dando en nuestra civilización, tienen consecuencias tales como deshumanización, hacinamiento, estrés y tantas otras, que difícilmente compensan sus aspectos positivos. Tal vez una sociedad realmente civilizada redujese el desarrollo tecnológico a la mínima expresion. Y tal vez sea esta la razón por la que las posibles civilizaciones extraterrestres que hayan sobrevivido a los problemas inheretes a la industrialización, no hayan desarrollado una tecnología necesaria para realizar contactos, en ninguna de sus fases.