Crisis sistémica de la civilización como singularidad de la historia y posible rol del programa SETI en el desarrollo post-crisis

Alexander Panov
Instituto de Astronomía – Universidad Lomonosov – Moscú

1. Introducción. Modelo sinergético de la historia.

Desde el punto de vista del programa SETI es importante saber qué pueden representar las civilizaciones cósmicas a cuya búsqueda está destinado el programa. De esto en buena medida depende la estrategia de búsqueda. También es importante saber para qué en general buscar civilizaciones en otros planetas (y en definitiva si tal cosa es necesaria).

En este informe se intenta una respuesta muy general a la pregunta: en qué pueden diferenciarse las civilizaciones de alto nivel de desarrollo de la actual civilización terrestre? Y se revisa uno de los posibles escenarios de desarrollo de las civilizaciones cósmicas. Este escenario resulta tan estrechamente relacionado con la búsqueda de un camino de superación de la crisis en que está ingresando la civilización terrestre, que el informe podría llevar como subtítulo: "¿Qué relación podría tener el programa SETI con el problema de la supervivencia de la humanidad?".

Las cuestiones a las cuales nos referimos están estrechamente relacionadas con el modelo de evolución de la civilización descrito y fundamentado por el Dr. Akop Nazaretian en su libro "Crisis civilizatorias en el contexto de la Historia Universal" (1) y otros trabajos suyos. A este sistema de ideas nos referiremos como *modelo sinergético de la historia*. No es posible aquí desarrollar detalladamente esta concepción, pero es necesario fijar al menos sus momentos fundamentales, ya que sobre ellos va a operar nuestra hipótesis. En la medida de lo necesario, esta concepción se utiliza aquí con algunas simplificaciones.

La historia de la civilización es una serie continua de fases cualitativamente diferentes que van sucediéndose unas a otras a modo de escalones de desarrollo de la sociedad. El desarrollo de la civilización al interior de cada una de dichas fases representa, en primer lugar, el crecimiento extensivo de algunos parámetros y, en segundo lugar, la acumulación del potencial de *diversidad interna excedente*.

Entendemos por diversidad interna excedente a las formas de actividad y las estructuras organizativas que se encuentran en la periferia de la civilización y que no juegan un rol sustancial como formadores de sistemas en la actual etapa de desarrollo. El crecimiento extensivo de la civilización lleva a una crisis evolutiva cuando las reservas para el crecimiento extensivo, bajo un determinado nivel tecnológico, se agotan. En esto consiste la base del mecanismo de crisis endógena-exógena. También puede llevar a la crisis un desproporcionado desarrollo de la tecnología en comparación con el nivel de desarrollo de los reguladores culturales de la sociedad. La crisis puede ser provocada también por una combinación de ambos factores.

Al desafío de la crisis evolutiva una civilización responde con el descarte de los subsistemas que no son capaces de dar una respuesta adecuada a la crisis y con el paso a un grado más alto de evolución de los subsistemas que sí pueden responder adecuadamente. En este paso juega un rol decisivo la *diversidad interna excedente*, acumulada a lo largo de la fase de desarrollo anterior a la crisis. Algunas formas de actividad que no jugaron antes un rol decisivo en la vida de la civilización, se convierten ahora en factores formadores de sistemas. Desde el punto de vista de la sinergética y la termodinámica, en el momento de transición hacia un grado más alto de evolución una sociedad se encuentra en un estado más alejado del equilibrio que lo que había sido antes. Para el sostenimiento de tal "equilibrio inestable" la civilización está obligada a elaborar los correspondientes mecanismos compensatorios, entre los cuales uno de los más importantes es el perfeccionamiento de los reguladores culturales

que se confronten con la fuerza destructiva de las nuevas tecnologías. Aquellos subsistemas de la civilización que no estén en condiciones de responder a la crisis con la elaboración de reguladores culturales adecuados, son eliminados del proceso evolutivo. En esto consiste la hipótesis del "balance tecno-humanitario". Esta hipótesis afirma que en el curso del desarrollo histórico surgen mecanismos cada vez más perfeccionados de sublimación de la agresión, lo cual (un tanto simplificadamente) puede ser caracterizado como humanización de la sociedad. Esta conclusión resulta paradojal para la conciencia habitual, ya que el punto de vista más difundido es el de una ininterrumpida caída de los valores morales, la nostalgia del "siglo de oro" pasado, etc. Así y todo, la hipótesis del balance tecno-humanitario se fundamenta en un material histórico muy completo (1).

Un excelente ejemplo de crisis civilizatoria es la revolución neolítica (1, pág 113). En el final del paleolítico superior el desarrollo de las tecnologías de caza llevó a la extinción de las populaciones y de especies completas de animales, lo que debilitó los recursos alimenticios de la sociedad paleolítica y acentuó severamente la competencia entre tribus. Ambos factores llevaron a la reducción de la población en varias veces. La respuesta a tal crisis fue el paso de la sociedad de cazadores y recolectores a la de agricultores y ganaderos y el reemplazo del genocida normativo por las formas embrionarias de explotación colectiva y la particular simbiosis de tribus agrícola-ganaderas y "guerreras". El rol de la diversidad interna excedente fue jugado por las formas embrionarias de trabajo de la tierra (con objetivos rituales) y la experiencia de relación con los animales pequeños, que existían antes de la revolución neolítica.

Es necesario destacar que las ideas próximas al modelo sinergético de la historia son aplicables no sólo a la historia de la civilización, sino también a otros procesos evolutivos; a la Historia Universal, que incluye a la historia de la civilización como su parte sustancial. Un ejemplo de crisis evolutiva pre-civilizacional es la "catástrofe del oxígeno" ocurrida alrededor de 1.500 millones de años atrás (1, pág. 150). Las cianobacterias enriquecieron de oxígeno la atmósfera de la Tierra, lo cual fue un fuerte veneno para los procariotes anaeróbicos. Los organismos anaeróbicos comenzaron a morir y en su reemplazo concurrieron las formas de vida aeróbicas, representadas fundamentalmente por los eucáridos, lo cual dio un poderoso impulso a la evolución de la vida en la Tierra.

2. Crisis del atractor global.

Cuando se habla de búsqueda de vida inteligente extraterrestre (objeto del SETI), habitualmente se entiende como tal el intento de recepción de señales de una civilización cósmica; o bien la observación de los resultados de la actividad astrofísica (maravillas cósmicas); o bien el hallazgo de rastros de la visita al sistema solar de naves cósmicas interplanetarias o de los mismos extraterrestres, o bien la búsqueda de artefactos interplanetarios llegados al Sistema solar en calidad de basura cósmica. En cualquier caso, la estrategia de búsqueda está basada en la suposición de que la civilización extraterrestre buscada cuenta con tecnologías cósmicas, por ello el programa SETI considera la búsqueda de civilizaciones que podrían ser denominadas cosmo-tecnológicas.

La civilización terrestre también es cosmo-tecnológica, pero no son muchos los que suponen que podremos encontrar una civilización básicamente similar a la nuestra. Intentaremos aclararnos en qué puede consistir esta diferencia. En carácter de punto de partida de la investigación utilizaremos la historia de la civilización terrestre, presuponiendo que algo similar debió suceder también con otras civilizaciones.

La civilización terrestre actual se encuentra en el límite de una crisis profunda, o tal vez, en el límite de un campo completo de crisis. Es posible denominar a este fenómeno como crisis compleja o crisis sistémica. Evidentemente, podemos comprender como civilización cosmo-tecnológica altamente desarrollada a una civilización que, como mínimo, ha superado una crisis análoga. Puede ser que logremos comprender en qué se diferencia una civilización

altamente desarrollada, de la nuestra, comprendiendo la esencia de la crisis en la cual nos encontramos. Una crisis sistémica se caracteriza por el crecimiento explosivo – exponencial o incluso hiperbólico – de parámetros aditivos de una civilización tales como la población, la producción de energía y el consumo de recursos materiales no renovables. Así como el tiempo característico para la duplicación de los procesos de crecimiento no es mayor a 30 o 40 años, y según algunos indicadores, menos aún, entonces muy rápidamente el desarrollo en semejante tempo se convierte en un problema de agotamiento de recursos. Esto se confronta también con el extraordinario refuerzo de la presión antropogénica sobre el medio ambiente y todo culmina con catástrofes ecológicas de origen antropogénico. Existen también problemas de ruptura del balance tecno-humanitario, como por ejemplo, la difusión de "conocimientos de destrucción masiva", en ausencia de los reguladores morales adecuados que pudieran contener la utilización de semejantes conocimientos (1). Y esto de ninguna manera agota el listado de problemas acuciantes.

Según el modelo sinergético de la historia, el desarrollo de la civilización terrestre a lo largo de cientos de miles de años se movió de crisis en crisis y por esto puede parecer que en la nueva crisis en curso no hay nada de nuevo. Realmente, en mucho se parece esta crisis a todas las anteriores. En determinado nivel del balance tecno-humanitario, se acercan los límites del crecimiento extensivo de la civilización. Esto es acompañado por el agotamiento de recursos y la crisis ecológica, lo cual ha sucedido más de una vez. El nivel de desarrollo tecnológico entra en contradicción con el nivel de los reguladores culturales de comportamiento de la sociedad, lo cual tampoco es nuevo. Sin embargo, no todo es tan sencillo. Es posible mostrar al menos dos diferencias sustanciales en los procesos que transcurren ahora, respecto de lo que hubo anteriormente.

Ante todo, es necesario destacar que se cuenta con signos de procesos completamente no-habituales, los cuales, evidentemente representan una respuesta de la civilización a la crisis en curso. Un fenómeno que no cuenta con análogos en la historia es la limitación del crecimiento de la población en condiciones de bonanza material, en los países más desarrollados. Evidentemente, semejante modo de superación de la crisis demográfica no tiene un simple contraagente en el modelo sinergético de la historia. El precedente crea premisas para una superación relativamente no dolorosa de la crisis demográfica a escala planetaria. Realmente, el pico del paso demográfico a escala planetaria ya ha sido atravesado (2, pág. 234). Y precisamente, los signos más significativos de la superación de la crisis demográfica, como la superpoblación de la Tierra, fue uno de los más peligrosos procesos de crisis. Eso al menos parecía 20 o 30 años atrás. Es posible notar también el surgimiento en la Tierra de grandes regiones en las que la situación ecológica mejora. Esto por ejemplo sucede en Europa Occidental en los últimos 20 años. Un caso ejemplar ha sido el de la limpieza del Rin. El mejoramiento de la situación ecológica en las puertas de una crisis endógeno-exógena no tiene análogos en la historia. Todo esto aparenta ser un fuerte cambio en el rol del factor cognitivo en el proceso evolutivo.

Una segunda particularidad de la crisis en curso se hace explícita al revisar en su totalidad las crisis revolucionarias que ha atravesado en su camino la humanidad. Es muy conocido que en toda la historia pasada la duración de las épocas históricas se ha ido reduciendo constantemente; este fenómeno es conocido como efecto de aceleración del tiempo histórico. Este efecto es claramente observable en el dibujo 1ª, donde en el eje temporal se han destacado los puntos de algunas de las últimas crisis. Si presuponemos que las épocas históricas están separadas unas de otras por medio de crisis, entonces resulta con bastante precisión que el conjunto de las crisis, cuenta con la *cualidad de automodelación*. En relación con la distribución de los puntos de crisis en el eje de tiempos, la cualidad de automodelación significa que los tiempos intermedios entre crisis consecutivas, o la duración de las épocas históricas correspondientes, se reduce en una proporción constante. La consecutividad de las crisis está construida por doquier del mismo modo, solo la escala temporal absoluta es diferente. De aquí la denominación de la cualidad como automodelación.

La automodelación ideal de los puntos de crisis t_n se describe en la igualdad:

$$t_n = t^* - T / a^n \quad (1)$$

En la fórmula (1): $a > 1$ es el coeficiente de aceleración del tiempo histórico, el cual muestra en cuantas veces cada época es más corta que la anterior. T significa la duración del período de tiempo descrito, n el número de crisis, t_n la ubicación de los puntos de crisis y t^* un momento de tiempo que puede ser denominado *punto de singularidad*. Es importante notar que estos tres parámetros: a , T y t^* son el conjunto mínimo de parámetros con los cuales es posible describir la serie general de automodelación. Es fácil ver que cuando n tiende a infinito, la serie t_n se acerca al punto de singularidad t^*. La fórmula (1) muestra que la serie de automodelación no es otra cosa que una progresión geométrica. Los espacios entre crisis, cerca del punto de singularidad, tienden a cero, y el número de ellos en dicha ubicación, tiende a infinito. Luego de la singularidad, la evolución en régimen de automodelación no continúa; en realidad, no puede siquiera acercarse a ella, ya que la situación cuando las crisis consecutivas están separadas por días u horas, no tiene sentido. ¿Dónde se ubica entonces la singularidad esperada?

En la igualdad (1) hay tres parámetros desconocidos: t^*, a, T, y si aproximamos los puntos conocidos de crisis por el método de cuadrados mínimos, entonces es posible encontrar el conjunto óptimo de estos tres parámetros. La aproximación permite también comprender cuán exactamente la ubicación real de las crisis se corresponde con la automodelación. Para esto es apropiado escribir la igualdad (1) del siguiente modo:

$$\log (t^* - t_n) = \log T - n \log a \quad (2)$$

Por lo visto, la distancia del punto de crisis n hasta el punto de singularidad, a escala logarítmica, debe ser la función lineal n.

El resultado de la aproximación está ilustrado en el dibujo 1b. En el eje horizontal está marcado el número de crisis, comenzando con la aparición de los primeros homínidas en t = 4.4 millones de años atrás. En el eje vertical se muestran las distancias de t_n a t^* a escala logarítmica. Todos los puntos de ubicación de las crisis, utilizados en el cálculo, están incluidos en la Tabla 1. Son resultado de la reunión y comparación de datos (1, 2). Es evidente cuán exactamente la ubicación de las crisis siguen a la automodelación (si la automodelación es exacta, los puntos deberán coincidir con una línea recta). Un coeficiente de automodelación es $a = 2{,}42$. Los cálculos realizados otorgan al punto de singularidad el valor $t^* = 2027$ (año 2027).

La idea de acortamiento progresivo, por automodelación, de la duración de las épocas históricas y de la existencia del punto de singularidad, no es nueva. Uno de los primeros que hizo mención de esto fue I. Diáconov en su libro (3), pero sin realizar estimaciones cuantitativas; la conclusión en su caso fue obtenida sobre la base de un período de tiempo histórico más reducido que el del análisis que acabamos de realizar. Es preciso notar también que la automodelación en la ubicación de las revoluciones hace recordar en mucho a la automodelación del crecimiento de la población mundial sobre la que escribió S. Kapitsa (2).

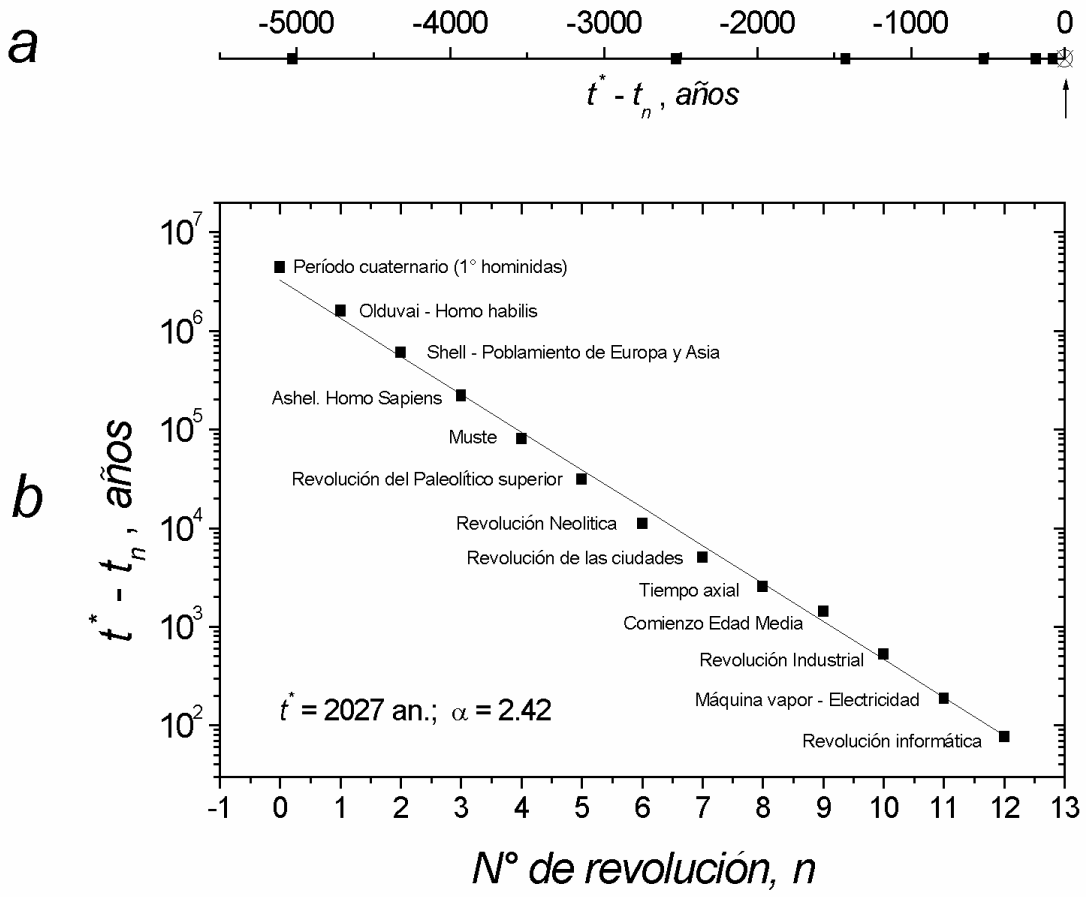
En el dibujo 1c puede verse como se produce el acercamiento de los puntos de crisis a medida que avanzamos hacia el punto de singularidad. Aquí en el eje de las abcisas se ha especificado la ubicación de los puntos de crisis y en el eje de las ordenadas el espacio de tiempo entre estas crisis. Los puntos marcados por un óvalo corresponden a los cambios ya producidos; los cuadrados, a los resultantes de extrapolación. Evidentemente, nos encontramos en las cercanías inmediatas de la singularidad, según la serie de automodelación de las crisis. ¿Y qué significa esto?

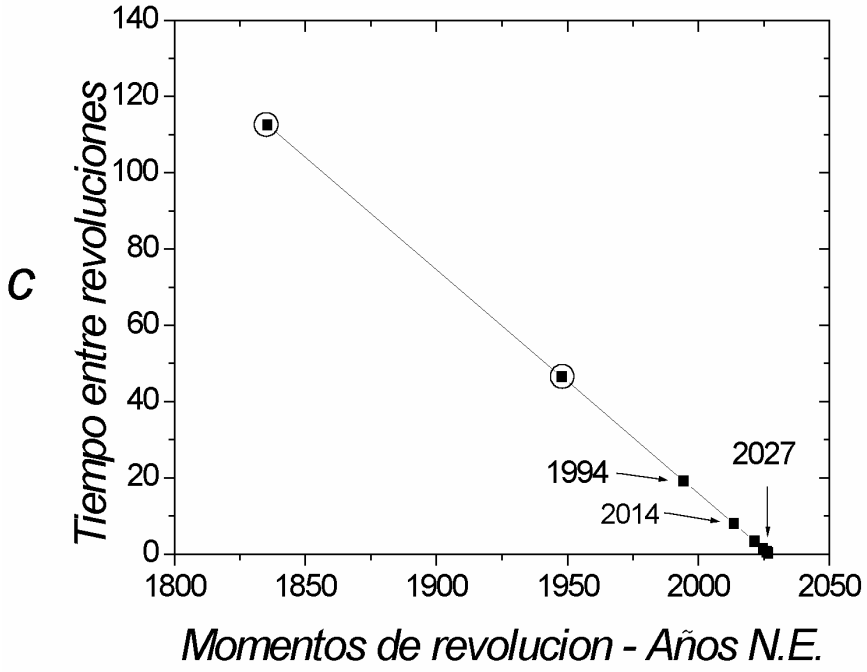
Podemos decir que, a pesar del carácter de crisis, toda la historia anterior de la humanidad sigue un único *atractor*, caracterizado por la aceleración automodelada del tiempo histórico.

Aquí es necesario aclarar el concepto de atractor. Atractor significa “algo que tira”. Un atractor habitualmente se define como una trayectoria o un sistema de trayectorias, en el espacio de estados de un sistema, al cual son atraídos todas las trayectorias reales del sistema. En otro sentido, a veces se entiende a un atractor como punto final hacia el cual

tiende un movimiento. Pero aquí utilizamos el concepto de atractor precisamente en el primer sentido. Es un atractor la serie ideal de automodelación, alrededor de la cual fluctúan los puntos de crisis reales.

Siendo que la singularidad se prevé para el año 2027, se puede afirmar con certeza que el tiempo de la historia automodelada se ha agotado o se agotará en un futuro cercano. Por esto la crisis evolutiva que se aproxima no es una simple crisis como las ha habido tantas, sino la crisis de todo un atractor de la historia de la civilización. Podemos afirmar que es la crisis del carácter mismo de las crisis en el desarrollo de la humanidad, a lo largo de millones de años: una crisis de crisis. Ya no habrá más efecto de aceleración del tiempo histórico, ya que nos encontramos muy próximos al punto en el cual esta velocidad se vuelve formalmente infinita. Ahora, inevitablemente, el carácter de la evolución de la humanidad debe cambiar profundamente, la historia deberá atravesar el punto de singularidad y avanzar por un curso completamente nuevo. Para la civilización humana llegó el momento de la verdad: qué habrá en este nuevo curso dependerá completamente de nuestro comportamiento.

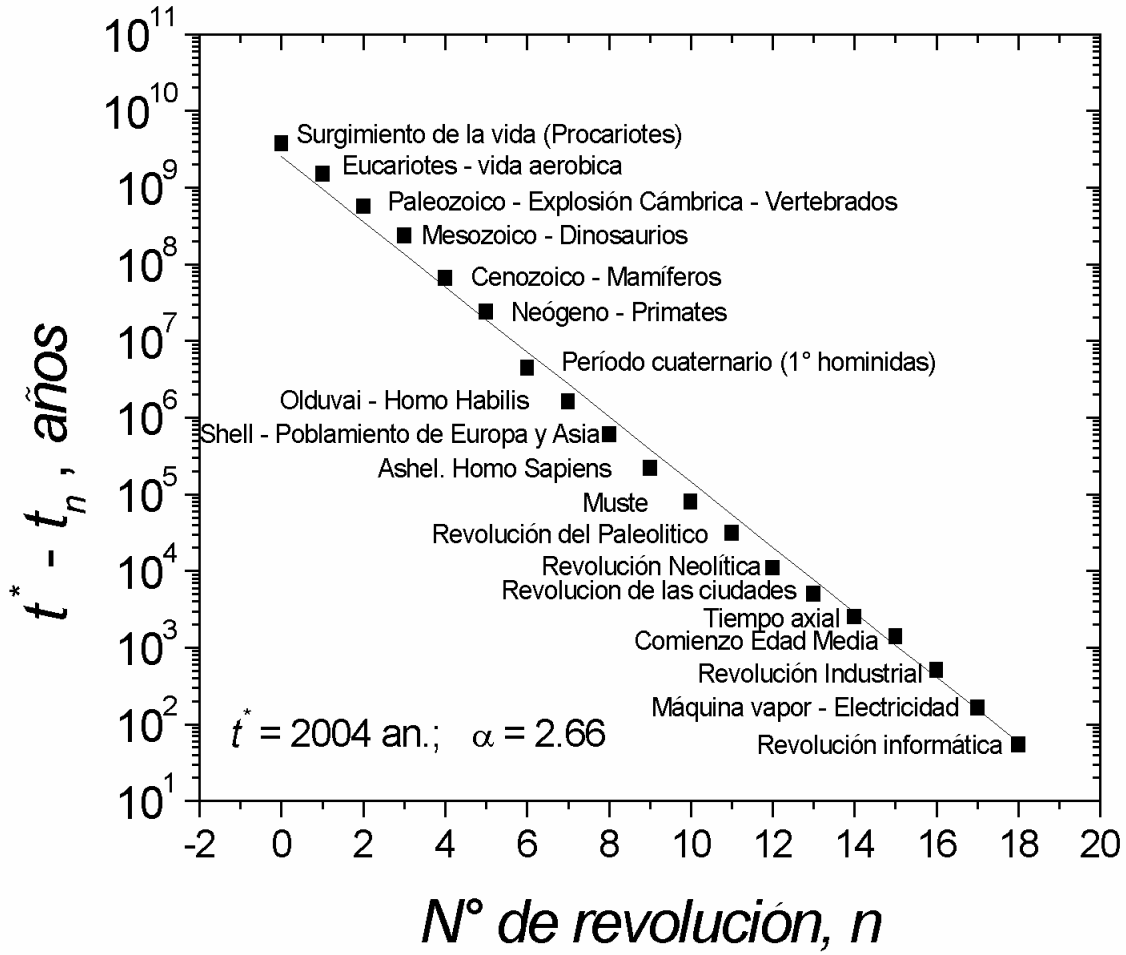




Dib. 1 – Automodelación de la distribución de las crisis civilizatorias en el tiempo.

Al análisis de la automodelación de la historia sobre la base de la fórmula (1) podemos intentar extenderlo a la historia de toda la biosfera de la Tierra, si revisamos la secuencia de las así denominadas eras geológicas, tal como las dividen los expertos (4, pág. 36-45), junto a los períodos de la historia de la civilización. A primera vista, semejante análisis contradice la lógica elemental. ¿Qué relación puede haber entre las eras geológicas de la Tierra y la historia de la civilización? Sin embargo, un análisis atento muestra que el cambio de las eras geológicas se caracteriza ante todo por cambios revolucionarios en la biosfera. Así, en el comienzo del paleozoico, se produjo la así llamada "explosión de Cambridge" en el curso de la cual surgieron casi todos los tipos y clases de seres vivos actuales, y la faz de la biosfera comenzó a ser definida por seres multicelulares; el comienzo del mesozoico es el comienzo del reinado de los dinosaurios; al comienzo del cenozoico fue la extinción de los dinosaurios y el comienzo del reinado de los vertebrados; el comienzo del neógeno coincide con el surgimiento de los primates. Así es que las eras geológicas son también biológicas. Por cuanto el ser humano es una creación de la biosfera, el análisis conjunto de las eras geológicas junto a las históricas puede tener sentido.

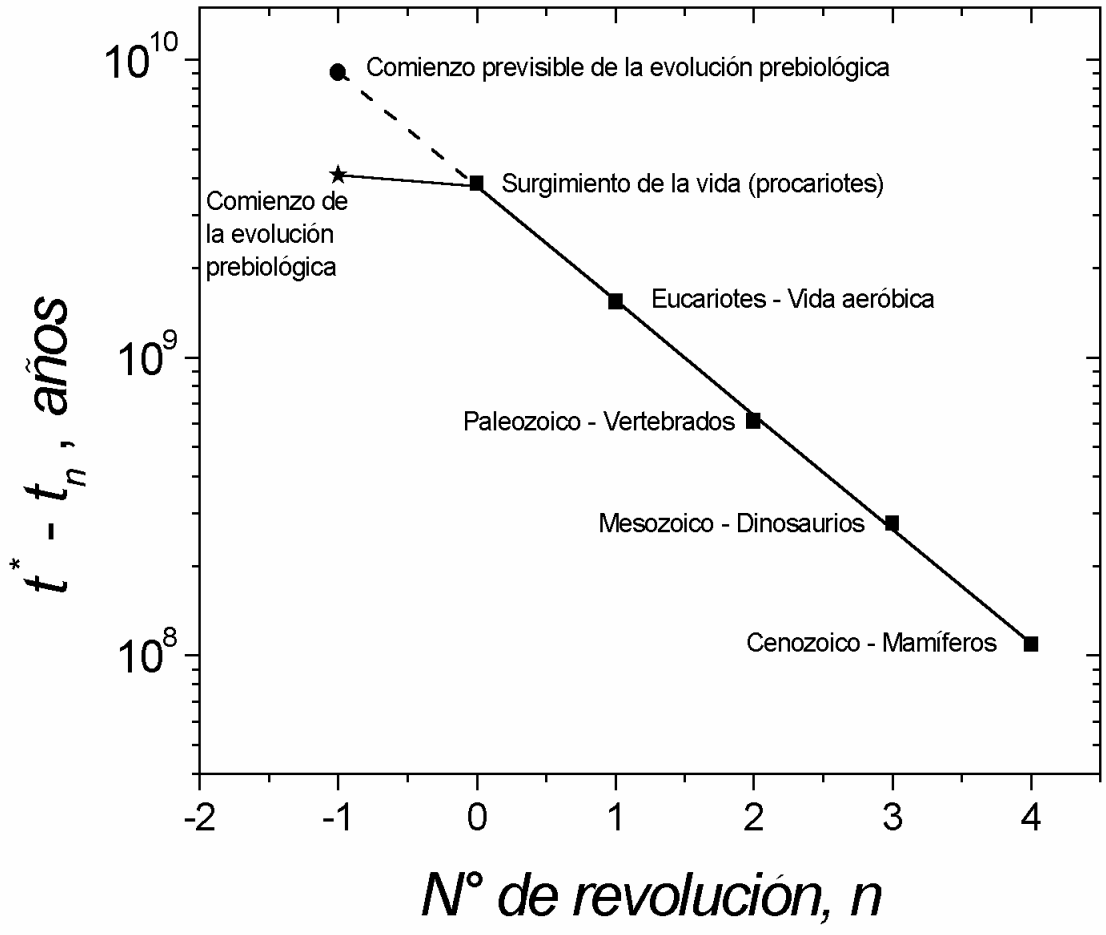
El resultado de este análisis está ilustrado en el dibujo 2. Es evidente, que si los puntos de cambio de época los consideramos puntos de crisis, entonces la automodelación tuvo lugar con admirable exactitud a lo largo de 3,8 millones de años de historia de la biosfera, incluyendo la historia de la humanidad (con dos pequeñas excepciones que no despiertan sorpresa, ya que se trata no de la exactitud de la automodelación, sino de un atractor automodelado). El mejor acercamiento se da por medio del coeficiente de automodelación = 2.67 (lo cual es sorprendentemente cercano a la cifra e = 2.718...). Para el punto de singularidad resulta el valor t= 2004 , lo cual es muy cercano al año 2027, resultante del análisis sobre la historia humana solamente.



Dib. 2 - Serie de automodelación de toda la historia socio-biológica.

Se puede decir, por supuesto, que la historia de la humanidad es una cosa tan diferente de las eras geológicas y biológicas de la Tierra, que el intento de revisarla en el encuadre de un modelo numérico único no es más que simple numerología y la automodelación resultante es solo resultado de algunas coincidencias casuales. No podemos negar que esto último no está excluido, pero la coincidencia parece demasiado poco probable. En definitiva, el efecto observado exige una explicación: ¿por qué las eras geológicas, junto con los períodos históricos de desarrollo de la civilización, conforman una única secuencia automodelada? Podría afirmarse que el resultado obtenido no es casual, que tiene un profundo sentido y toda la evolución de la biosfera y luego de la noosfera, descansa sobre un único atractor, precisamente porque este es evidentemente un mismo proceso. Aquí, por supuesto, es necesario recordar la idea de V. Vernadsky respecto de que la razón es una continuación de la historia geológica de la Tierra. Esta idea, claramente cualitativa, tiene aquí una expresión claramente cuantitativa. Y precisamente ahora, este proceso único de automodelación, ha llegado a su fin; la evolución planetaria deberá ingresar en una fase completamente nueva. Por esto la crisis actual es la crisis de un atractor histórico planetario global, y no solamente de un atractor de la historia humana.

Si queremos ser coherentes, es necesario continuar con el análisis. El surgimiento de la vida en la Tierra fue precedido por una fase de evolución pre-biológica. E. Galimov (y otros autores, ver (5) pág. 151-166) han argumentado muy convincentemente que la evolución pre-biológica y las fases iniciales de la evolución biológica integran un único proceso (6, cap. 3). Por esto es natural afirmar que el atractor de automodelación debe incluir también a la evolución pre-biológica. Pero resulta que esto no es completamente así.



Dib. 3 – Lapso extremadamente breve de la evolución prebiológica en la Tierra.

Según las teorías actuales, la vida en la Tierra surgió en un lapso extremadamente breve a escala geológica, apenas se presentaron las condiciones adecuadas. En el dibujo 3 a este hecho le corresponde un inesperado desvío de la curva evolutiva hacia abajo, en el punto de surgimiento de la Tierra.

Cómo considerar esta evidente anomalía? Podríamos decir, claro, que comprendemos tan poco la evolución prebiológica, que no podemos sorprendernos de esto. Ya que nadie puede hacer una evaluación teórica exacta de la fecha de surgimiento de la vida en la Tierra. Tal vez cuando podamos comprender mejor la evolución prebiológica, también podamos comprender esta anomalía. Sin embargo, si quisieramos adelantar nuestro estudio, deberíamos pasar de un análisis basado en hechos, como hemos hecho hasta ahora, al campo de las hipótesis.

Supongamos que la evolución prebiológica, el surgimiento de la vida y la evolución biológica posterior, conforman en algún sentido un proceso único. E. Galimov escribe que en su opinión, la evolución prebiológica debió extenderse aproximadamente 200 ó 300 millones de años. Aceptemos que es un tiempo razonable para el surgimiento de la vida. Entonces deberíamos explicar por qué, inmediatamente después del surgimiento de la vida, la evolución pareció detenerse, dormirse, por unos 2.000 millones de años. Ya que toda la historia de la biosfera muestra que cuanto más compleja es la organización de un sistema, tanto más rápido evoluciona el mismo. El marcado enlentecimiento de la evolución luego del surgimiento de la vida resulta completamente antinatural. No podemos suponer que esto

sucedió por alguna causa accidental, ya que los primeros estadios de la evolución biológica tienen una duración que encaja exactamente en la misma escala automodelada de tiempo. De otro modo, deberíamos suponer que toda la escala automodelada de tiempo es una simple coincidencia.

Supongamos entonces que la velocidad inicial de la evolución de la vida fue en algún sentido completamente normal (lo cual se comprueba con el hecho de que esta etapa inicial encaja en la misma escala automodelada de tiempo con toda la evolución posterior de la vida). Entonces la velocidad de la evolución prebiológica parece inexplicablemente superior. De este modo, en cualquier caso resulta una contradicción. La inusual brevedad de la evolución prebiológica en la Tierra exige una explicación.

¿Qué duración debió tener la evolución prebiológica según las extrapolaciones del atractor de automodelación? La extrapolación nos da aproximadamente 5.500 millones de años.¿ Cómo se puede comparar este lapso enorme con el casi instantáneo surgimiento de la vida en la Tierra? La evolución prebiológica puede haberse prolongado durante 5.500 millones de años pero no solamente en la Tierra. ¿Y entonces adónde? Evidentemente, en otros planetas. En la Tierra la vida puede haber aparecido como resultado de un proceso de *panspermia*. Sobre la posibilidad de la panspermia habla el hallazgo de meteoritos, despedidos de la superficie de Marte, y el hallazgo en ellos de sustancias orgánicas con una composición anormal de isótopos de carbono y también, posiblemente, rastros de organismos vivos extraterrestres. El análisis teórico realizado por A. Argipov (7) muestra que el proceso interestelar de panspermia puede en principio ser muy efectivo.

Precisamente la ruptura de la automodelación de la evolución por parte de esta anomalía es un fuerte argumento a favor de la hipótesis de la panspermia.

¿Pero hubo tiempo para la evolución prebiológica en la Galaxia, al menos en otros planetas? Aquí obtenemos respuestas muy interesantes. Resulta que el comienzo extrapolado de la evolución prebiológica coincide casi exactamente con el comienzo de la formación del disco de nuestra Galaxia, alrededor de 10.000 millones de años atrás. Resulta entonces que, para llegar al momento del surgimiento del Sol, la evolución prebiológica debería haber comenzado en los primeros planetas similares a la Tierra en nuestra Galaxia, casi simultáneamente con el surgimiento de la Galaxia misma. Y el Sol, por la misma razón, puede ser una de las primeras estrellas de la Galaxia, en cercanías de las cuales la evolución de automodelación alcanzó su punto de singularidad.

En correspondencia con el modelo de atractor de automodelación universal, vivimos cerca de un período completamente especial de la evolución de la Galaxia: en las cercanías del paso a la era de la mente. Por esto, la probabilidad de que la civilización terrestre sea la primera o una de las primeras en la Galaxia, no es extremadamente baja. Es necesario tener en cuenta esta probabilidad. No está demás recordar que probabilidad de ninguna manera significa necesidad.

Nuevamente, si queremos ser coherentes, es necesario dar un paso más. Si llegamos a la conclusión de que el proceso de panspermia de la vida puede ser muy efectivo (lo cual se muestra en el corto tiempo de surgimiento de la vida en la Tierra), puede esperarse que más efectivo aún puede ser el proceso de panspermia de los productos de la evolución prebiológica, ya que ellos deben ser menos sensibles a los factores no adecuados para el viaje cósmico: vacío, radiación cósmica, etc. Pero de aquí se desprende que la evolución prebiológica en los diferentes planetas no puede haber surgido independientemente. En cuanto en algún planeta surgió un producto prebiológico exitoso; por ejemplo, un buen sistema auto catalítico, el mismo, en un plazo cosmológicamente muy corto (del orden de algunos cientos de millones de años), por medio de la panspermia se desparramó por todos los otros planetas que también se encontraban en condiciones de evolución prebiológica. Allí este producto debe haber superado, en lucha competitiva, a los sistemas prebiológicos de ese planeta y empujado a la evolución hacia una nueva fase. Este mecanismo debe llevar a la sincronización y unificación de la evolución prebiológica en toda la Galaxia, lo que en definitiva lleva inevitablemente a que la vida en toda la Galaxia surja por primera vez de

modo masivo, sobre una misma base molecular y prácticamente en simultaneidad en todas partes, donde para ello hubiera condiciones adecuadas. Este fenómeno puede ser denominado *hipótesis del origen coherente de la vida en la Galaxia*.

Curiosamente, luego del surgimiento de la vida en la Galaxia, la formación de vida en proceso de evolución natural prebiológica se vuelve muy poco probable. En cada planeta, apto para la vida, la evolución prebiológica natural, aunque comienza, no puede competir con el proceso mucho más acelerado de panspermia. Es posible que esto mismo haya sucedido en la Tierra. La hipótesis del origen coherente de la vida casi exactamente se corresponde con la hipótesis de V. Trotsky sobre el surgimiento simultáneo de la vida en la Galaxia (8), que fuera propuesta por él, en verdad, como alternativa a la hipótesis sobre el continuo surgimiento de la vida y sobre la base de una analogía: que otros procesos del tipo de la recombinación del hidrógeno, el comienzo de la formación de las estrellas, etc. surgieron sincrónicamente en todo el Universo.

El origen galáctico de la vida tiene una analogía muy próxima en la historia. Un proceso similar está a la base del fenómeno del tiempo axial, cuando en tres centros de la civilización muy poco relacionados entre sí (a primera vista): el Mediterráneo, la India y el Lejano Oriente, el siglo del hierro y la revolución del tiempo axial irrumpieron prácticamente al mismo tiempo (1). En verdad, las relaciones fueron pocas pero suficientes para la trasmisión de los logros culturales más elevados, de una civilización a la otra, y para la casi completa sincronización en el desarrollo de estas civilizaciones. Es posible que en este caso haya jugado un rol fundamental la difusión de la tecnología de producción del hierro.

De este modo, la crisis que vive en el momento actual la civilización, en el caso más simple significa el fin de un atractor automodélico de la historia humana de 4 millones de años de antigüedad; pero puede también significar el fin de un atractor de casi 4 millones de años de desarrollo de la biosfera terrestre. O incluso puede ser una especie de punto final planetario de un proceso de toda la Galaxia, que hunde sus raíces en una fase inestable de transición galáctica, relacionada con el surgimiento de la vida y, más allá aún, con la formación de la Galaxia. Sobre esto nos habla la escala única de tiempo, automodelada, que abarca a todos estos procesos.

Por esto, los acontecimientos que vivimos en estos momentos significan el paso a una trayectoria completamente nueva en el desarrollo histórico, en una escala que llega hasta lo galáctico. Es claro que, si la civilización está en condiciones de sobrevivir y atravesar este punto de singularidad del atractor automodélico, esta será ya una civilización que se encuentre en un estado principialmente diferente, en una trayectoria histórica completamente diferente.

En esto consiste la diferencia cualitativa que caracteriza a una civilización cosmotecnológica altamente desarrollada.

Así como esa fase cosmotecnológica del desarrollo de una civilización que ha concluido el atractor automodélico tiene el carácter de una explosión y se prolonga no más que un instante a escala cósmica, también la probabilidad de encontrar a otra civilización en el mismo estado es nula. Consecuentemente, podemos esperar encontrar solo una civilización que haya atravesado el punto de singularidad del atractor histórico. Llamaremos a tal civilización *postsingular*. Como ya hemos visto, esto deberá significar la salida hacia una trayecoria histórica completamente nueva y, consecuentemente, una muy profunda transformación de la civilización humana. Es claro que en el programa SETI el tema central deberá ser precisamente la búsqueda de civilizaciones postsingulares.

¿Qué puede caracterizar a una civilización así? Más adelante en este informe revisaremos algunas posibilidades.

Como conclusión de este capítulo hacemos notar que el análisis realizado nos lleva a plantearnos una larga serie de cuestiones para nada triviales. Algunas de ellas las enumeraremos a continuación sin mayores aclaraciones:

1. Es necesario un análisis crítico de la ubicación de los puntos experimentales elegidos en relación con las revoluciones en la historia humana. ¿Por qué precisamente estos puntos conforman una serie de automodelación? ¿Qué hay en ellos de común?
2. ¿Por qué cada crisis lleva a una severa aceleración del tiempo histórico? Con qué características cuantitativas de la crisis está relacionado esto?
3. ¿Representa la caída del campo socialista y el fin de la guerra fría en 1991 una crisis evolutiva típica? En principio este punto encaja idealmente en el atractor de automodelación.
4. ¿En qué se diferencia concretamente el mecanismo de crisis del atractor del mecanismo de las anteriores crisis civilizatorias?
5. ¿Cuán efectivo es el mecanismo de panspermia prebiológica? ¿Cuáles son los tiempos característicos de este proceso?
6. ¿Tiene la vida en la Galaxia una base molecular común?
7. Por cuanto el proceso del origen coherente de la vida en la Galaxia es en esencia una fase inestable de transición, se requiere el desarrollo de una teoría *no lineal* de poblamiento de la Galaxia. Las variantes desarrolladas anteriormente, basadas en la fórmula de Drake y sus generalizaciones, tales como la teoría de Creifeldt-Guindilis (9), han sido teorías lineales.
8. ¿Es universal el atractor automodélico de evolución? Dicho de otro modo: ¿determina dicho atractor una escala de tiempos evolutivos que puede ser aplicada también en otros planetas?

Tabla 1: ***Crisis evolutivas y revoluciones correspondientes en la historia de la biosfera y la civilización humana***.

n – historia de la civilización	**n – historia de la biosfera**	**Año**	**Crisis**
-	0	$-3.8 * 10^9$	Surgimiento de la vida (procariotes)
-	1	$-1.5 * 10^9$	Catástrofe del oxígeno (eucariotes)
-	2	$-570 * 10^6$	Paleozoico (explosión cámbrica, vertebrados)
-	3	$-235 * 10^6$	Mesozoico (dinosaurios)
-	4	$-66 * 10^6$	Cenozoico (mamíferos)
-	5	$-24 * 10^6$	Neogeno (primates, fauna contemporánea)
0	6	$-4.4 * 10^6$	Período cuaternario (primeros homínidas)
1	7	$-1.6 * 10^6$	Olduvay, Homo Habilis, Revolución Paleolítica.
2	8	$-0.6 * 10^6$	Shell. Poblamiento de Europa.
3	9	$-0.22 * 10^6$	Ashell. Homo Sapiens
4	10	-80000	Musteriense
5	11	-29000	Revolución del paleolítico superior
6	12	-9000	Revolución neolítica
7	13	-3000	Revolución de las ciudades
8	14	-500	Revolución axial
9	15	600	Comienzo de la Edad Media
10	16	1500	Revolución industrial
11	17	1840	Producción masiva (máquina de vapor)
12	18	1950	Revolución informática
13	19	1991	Crack del sistema socialista, superación de la división del mundo, fin de la guerra fría (¿?)

3. Camino intensivo de desarrollo de las civilizaciones cosmotecnológicas.

Antes de pasar a discutir las particularidades de las civilizaciones postsingulares, es necesario hacer algunas observaciones de carácter metodológico. En primer lugar, todas las reflexiones que siguen tienen carácter especulativo; están basadas en extrapolaciones más o menos acertadas de algunas tendencias que pueden ser observadas en la dinámica de la civilización humana. En verdad, no se puede denominar lineal a esta extrapolación, sino más bien lo contrario. Con este análisis se puede estar de acuerdo o no.

En segundo lugar, algunos rasgos de la civilización postsingular serán presentados como factores esencialmente formadores de sistemas, mientras que ellos en la práctica tal vez sólo se manifiesten como tendencias más o menos definidas. Y más aún, en opinión del autor, estos factores se manifiestan ya en el momento actual, en la forma de tendencias. Es mejor revisar estos factores de un modo idealizado y tal vez hipertrofiado, para no sobrecargar el desarrollo con detalles innecesarios. Además, refiriéndonos a la Tierra y a la civilización terrestre, en todo momento daremos por sentado que procesos similares deben suceder también en otras civilizaciones cosmotecnológicas, por lo menos en algunas.

El difundido punto de vista de que el problema de la explosión tecnológica extensiva y el agotamiento de recursos no renovables pueden ser superados merced a su continuación en el cosmos, carece evidentemente de fundamento. No lo tiene principalmente porque el tiempo para la preparación de tan grandiosa salida al cosmos, en el curso mismo de la explosión tecnológica, evidentemente no es suficiente (10). Otro conocido argumento en contra de una salida al cosmos solamente extensiva es que en cualquier régimen razonable de crecimiento extensivo, tampoco los recursos galácticos serán suficientes dentro de algunos miles de años de expansión (11,10). Es posible también que existan causas más sutiles, que pueden dificultar una expansión cósmica masiva, en las que nos detendremos más adelante. De uno u otro modo, en algún tiempo, tal vez muy largo, luego de superar el punto de singularidad del atractor histórico, la civilización deberá asegurarse una existencia estable en la Tierra sin esperanzas en la expansión cósmica. No se excluye que la expansión cósmica sea posible. Pero no será esta una continuación de la explosión tecnológica con que finalizó el atractor automodélico, sino que se producirá sobre una base evolutiva completamente diferente, en el ciclo postsingular de la historia. Por esto resta suponer que el desarrollo extensivo de la civilización que permitió desplegar el atractor automodélico, debe ser reemplazada por alguna forma de desarrollo intensivo, de desarrollo en profundidad. De tal modo, llegamos a la hipótesis que la civilización al menos durante algún tiempo, deberá pasar a un régimen intensivo de desarrollo. En principio, para simplificar, vamos a suponer que la existencia de la civilización cosmotecnológica en la época posterior a la superación del atractor automodélico, es posible sólo en régimen intensivo. Algunas posibilidades alternativas serán revisadas brevemente al final de este informe.

L. Leskov dio una clasificación muy bien elaborada de los posibles caminos de desarrollo de las civilizaciones cósmicas (12,13). Una visión reciente de este problema puede encontrarse en el artículo de L. Guindilis (10). Ahora quisiéramos considerar un escenario más. En la clasificación de Leskov esta es una de las variantes del modelo ortodoxo de evolución heteronómica: la evolución conjunta de algunas civilizaciones, basada en la utilización de medios de comunicación ya conocidos, del tipo de las señales ópticas o de ondas de radio. Pero este modelo contiene algunas particularidades. Mientras que Leskov, en la base de su clasificación ubicó diversos aspectos tecnológicos de la evolución de las civilizaciones, en el escenario que nos proponemos discutir juegan un rol definido y esencial los momentos éticos. Y adquiere un significado excluyente un tipo especial de conocimiento humanitario, o más precisamente, un tipo de conocimiento no relacionado con ciencias fundamentales como la física, las matemáticas o la astronomía.

El análisis de las tendencias que se advierten en el desarrollo de la civilización terrestre actual nos permite configurar una imagen respecto de la realización específica de la fase intensiva.

4. El humanismo de la civilización postsingular como reacción de autoconservación.

Está claro que el paso a través del punto de singularidad del atractor histórico planetario significa la superación de toda una serie de crisis profundas de la humanidad; por lo cual, la civilización postsingular, durante el proceso de superación de estas crisis deberá elaborar los correspondientes mecanismos de adaptación como reacción de autoconservación y, en adelante, utilizarlos para el sostenimiento de su homeóstasis. No es difícil imaginar algunos de tales mecanismos.

En primer lugar, la civilización deberá elaborar mecanismos muy perfeccionados de contención de la agresividad interna, en caso contrario se autodestruirá como resultado de los conflictos internos, significativamente antes de alcanzar la fase postsingular. En segundo lugar, la civilización deberá superar en su interior el egoísmo de tipo corporativo, o el egoísmo estatal, ya que los procesos de crisis planetarios pueden ser superados sólo con el esfuerzo conjunto de todos, mediante la búsqueda incesante de compromisos y consenso. El tercer tipo de reacción de autoconservación debe ser, evidentemente, el crecimiento de la conciencia ecológica de la civilización.

Por lo visto, los tres tipos de reacciones de autoconservación deberán completar un salto gigante al momento de superar el punto de singularidad del atractor global. Este fenómeno tan específico puede ser denominado *humanización postsingular de la civilización.*

La idea acerca de que el humanismo y los principios éticos tienen un origen natural no es nueva. Es posible encontrar ya elementos de este tipo en Sócrates y Espinoza; un análisis muy interesante de este tema fue realizado recientemente en un artículo de Umberto Ecco (14). Respecto de que una civilización altamente desarrollada deberá ser altamente humanista, escribieron K. Tsiolkovsky e I. Efremov; también fue expresado muy claramente esto en el reciente artículo de L. Guindilis (15). Pero con todos los semitonos posibles, este círculo de cuestiones fue investigado por A. Nazaretian en el contexto del modelo sinergético de la historia; y la esencia del fenómeno está resumida en la hipótesis del *balance tecno-humanitario* (1, párrafo 2.6).

La humanización postsingular de la civilización es un reflejo particular del principio de balance tecno-humanitario. Nazaretian expuso tal cantidad de ejemplos de humanización de la civilización, en la medida de la superación de las crisis evolutivas, que ello exime al autor de este informe de la necesidad de argumentar detalladamente el hecho que la humanización de la civilización humana, en el curso del desarrollo histórico, realmente tiene su lugar. En cambio, nos detendremos en algunos fenómenos y acontecimientos que pueden parecer contraejemplos de la humanización; y luego pasaremos a considerar algunas particularidades del proceso de humanización que serán de importancia para el análisis posterior.

En el siglo XX tuvieron lugar estallidos de violencia nunca antes vistos por la humanidad en toda su historia: los campos de concentración hitlerianos, la colectivización forzada y la represión stalinianas, la "revolución cultural" en la China, el régimen de Pol Pot en Camboya. Esto, aparentemente, habla en contra de la humanización de la civilización. Pero, ¿dónde están ahora estos regímenes que practicaban semejante violencia? Ellos se han mostrado incapaces de sobrevivir y, o bien desaparecieron de la faz de la Tierra, o bien se vieron forzados a transformarse radicalmente. Concretamente, tenemos a la vista el mecanismo de selección natural en acción, que descarta de la civilización humana los subsistemas agresivos y mantiene a los humanistas. Este es justamente el mecanismo de elaboración de reguladores culturales que resiste la acción destructiva de las nuevas tecnologías en desarrollo, según propone la hipótesis del balance tecno-humanitario.

Otro contraejemplo posible es el de Hiroshima y Nagasaki. Aquí es importante comprender la naturaleza de este acontecimiento. Hiroshima fue el pico de una crisis de balance tecno-humanitario, que incluyó también las dos últimas guerras mundiales. La respuesta de la civilización fue el paso a la fase de guerra fría, lo cual coincidió, evidentemente no de modo casual, con la revolución informática. La guerra fría fue un progreso indudable en el nivel de balance tecno-humanitario, ya que las guerras reales entre estados desarrollados tecnológicamente fueron trasladadas al campo virtual. Una consecuencia de la experiencia de Hiroshima fue la clara comprensión de que la utilización de armamento nuclear es absolutamente inadmisible. No por nada en la conciencia de la gente el nombre "Hiroshima" se convirtió en algo negativo, en el símbolo de una pesadilla que no se debe repetir. En tiempos de la crisis del Caribe, cuando hubo más motivos que en Hiroshima para la utilización de armamento nuclear, este no fue utilizado. Más aún, fue necesario resolver el conflicto (y se logró resolver) sin utilización directa de la violencia, lo cual habla a las claras de la toma de conciencia respecto de la no conveniencia del uso de la violencia, en cualquiera de sus formas, al momento de resolver conflictos entre estados con un alto potencial científico-tecnológico. La humanidad sabe (¡) aprender de sus errores, lo cual contradice la visión habitual y sienta algunas bases para el optimismo.

Los dos contraejemplos anteriores fueron en todo caso aparentes, pero tomemos un contraejemplo real de humanización. Al tiempo que el modelo occidental de economía de mercado representó la base de la explosión científico-tecnológica, su contracara es el modelo de "sociedad de consumo". En esencia, se trata de un modelo antialtruista, ya que evidentemente toda la población de la Tierra no puede utilizarlo, debido al excesivamente alto nivel de consumo que ello implicaría. En consecuencia, en su base está una de las variedades del egoísmo corporativista. Además, el modelo está basado en la creación de necesidades artificiales de consumo y en el crecimiento artificial del consumo, lo que es absolutamente inadmisible en vista del agotamiento de los recursos no renovables de la Tierra. El modelo es antiecológico en sentido planetario. *Lamentablemente, hay que reconocer que aún no fue propuesta ninguna alternativa razonable a la sociedad de consumo.* Pero, evidentemente, en la superación del egoísmo corporativista de la sociedad de consumo, consistirá en gran medida la superación de la crisis del atractor global. Por cuanto la crisis no ha sido superada aún, la sociedad de consumo existe todavía. Sin duda, la elaboración de un modelo alternativo será fundamental.

El crecimiento de la conciencia ecológica es un hecho que ya nadie puede negar, basta recordar el movimiento Greenpeace y muchos otros que crecen hoy en día. Lo importante es que la conciencia ecológica crece a velocidad muy acelerada y va penetrando en la conciencia cotidiana. Daremos sólo un pequeño pero significativo ejemplo. Hace 30 o 40 años atrás el hecho de que los adolescentes dispararan a los pájaros con sus hondas se consideraba un juego, podríamos decir, casi habitual. Si algo similar sucediera ahora sería fuertemente reprendido y considerado una patología.

Ahora nos detendremos en otra particularidad del proceso de humanización, muy importante para lo que vendrá. Curiosamente, la humanización de la civilización terrestre encuentra ya en estos momentos un reflejo directo en la relación con el cosmos. Un punto de vista muy difundido considera que apenas la humanidad alcance otros planetas, intentará someter a las formas locales de vida extraterrestre y rehacer todo a su modo, como fue hecho en la historia, por ejemplo, en la colonización de América. Esta visión fue claramente reflejada en las antiutopías de Ray Bradbury. He encontrado más de una vez tales visiones en los sitios de Internet dedicados a la vida inteligente extraterrestre. Este es el reflejo de cierta conciencia cotidiana que habla de una caída general de los valores morales, sin embargo los hechos nos muestran lo contrario. Veamos un ejemplo. Si en Marte hay vida es claro que será en las formas más primitivas. Pareciera que según la ley del más fuerte deberíamos sólo pensar si esta vida no representa un peligro para nosotros, y en el caso de la más mínima duda, simplemente destruirla. En la práctica, ya desde los primeros programas marcianos, todos los aparatos enviados a Marte son esterilizados concienzudamente, para eliminar todo peligro de que pueda ser afectada la vida en aquel planeta. Ya es casi evidente que si se encuentra vida

en Marte uno de los principales problemas para la posible colonización del planeta será, no cómo defenderse de esta vida, sino cómo conservarla. Más aún, el problema puede resultar completamente irresoluble y, en tal caso, la colonización de Marte se volverá problemática por razones éticas. Esto no es pura fantasía, sino simplemente una extrapolación de lo que ya hoy sucede.

El último ejemplo muestra que la humanización de la civilización postsingular debe contar con una cualidad muy importante. El humanismo no podrá existir sólo para "consumo interno" de la civilización. La civilización postsingular deberá manifestar esta cualidad también en relación con el mundo exterior, en cualquier forma que se establezcan estas relaciones: contacto con formas inteligentes o no inteligentes de vida en otros planetas, ingeniería cósmica, etc. De tal modo, puede esperarse que la civilización postsingular deberá ser no sólo humanista sino exohumanista: humanista en sentido cósmico.

No sabemos si el proceso de humanización de la civilización terrestre es suficientemente rápido y profundo para lograr superar la crisis del atractor global. Pero si las civilizaciones cósmicas postsingulares existen, siendo además cosmotecnológicas, el proceso de su humanización en el período de superación del atractor automodélico *debió ser* suficientemente intensivo y profundo, de otro modo la crisis no podría haber sido superada y tal civilización hubiera desaparecido. Las civilizaciones postsingulares deben ser exohumanistas en alto grado. Ahora debemos revisar otra particularidad de las civilizaciones postsingulares, que luego relacionaremos con su carácter exohumanista.

5. La crisis sistémica de la ciencia.

Seremos optimistas y supondremos que el crecimiento explosivo de los indicadores aditivos del desarrollo de la civilización, como el consumo de recursos y energía y la crisis ecológica, de algún modo puede ser superado sin desintegración de la civilización. Como ya fue dicho, para esta superación de la crisis hay algunos fundamentos. Vamos a concentrarnos en otro problema. La ciencia y el desarrollo tecnológico relacionado con la ciencia también se encuentran en estado de crecimiento exponencial, en período de explosión tecnológica. A propósito, el tiempo de aplicación de una nueva tecnología se reduce a no más de 10-12 años (11). Los tempos de crecimiento de la ciencia no pueden prolongarse mucho más, como puede deducirse por una aritmética elemental. El exponencial es algo terrible... Pero ¿puede existir la ciencia sin multiplicación del volumen de información? ¿Y qué es lo que puede frenar el desarrollo de la ciencia?

El desarrollo de la ciencia puede ser frenado por causas contenidas en la naturaleza misma de la ciencia. Tales causas pueden ser llamadas sistémicas; aquí podemos mencionar por los menos tres grupos de causas.

Primer grupo. Tarde o temprano la ciencia deberá chocarse con limitaciones principiales en el nivel de consumo energético y material, sobre lo cual escribió G. Idlis (11). Estas tendencias ya tienen lugar hoy, es suficiente recordar la construcción suspendida del supercolaider en EEUU, el recorte de los programas espaciales, etc. En perspectiva, los gastos en ciencia *en el mejor de los casos* podrán ser estabilizados en un determinado nivel, al igual que el volumen de cualquier otro gasto material, considerando el carácter intensivo del desarrollo de una civilización postsingular. Pero esto significará la reducción progresiva del flujo de nuevos datos científicos, ya que el costo de resolución de una tarea científica con el tiempo aumenta debido al aumento de la complejidad de las investigaciones científicas. El creciente perfeccionamiento y efectividad de los métodos científicos, de la informática científica, compensa en parte la complejidad de las tareas científicas, pero evidentemente no resuelven el problema en su totalidad. Más aún, la disminución de la recuperación de recursos de la ciencia, no permite sostener los gastos en ciencia aún en el nivel permanente. Un ejemplo característico es la experiencia en la resolución de los problemas de síntesis termonuclear dirigida con sostenimiento magnético del plasma. Luego de lograr los primeros resultados

esperanzadores, que estaban “en la superficie”, la complejidad de los problemas a resolver creció bruscamente, y el flujo de problemas principales resueltos disminuyó, a pesar de que la financiación de este tema se sostuvo durante mucho tiempo en un nivel muy alto. En esta situación, el flujo de artículos científicos por mucho tiempo no sólo no disminuyó, sino que incluso creció, aunque el valor individual de cada artículo cayó. Luego fue incluida una realimentación negativa: la disminución de la recuperación de recursos provocó la disminución del nivel de interés hacia el problema por parte de la sociedad y la disminución del nivel de financiación. Las investigaciones se frenaron bruscamente, a pesar de la importancia vital evidente del problema. Una evolución similar lleva el problema de la superconductividad en altas temperaturas y, al parecer, el tema de las computadoras cuánticas. Y esto, nuevamente, a pesar de la gran actualidad de estos temas. A esto se podría contraponer que siempre un nuevo adelanto científico atrae un interés mayor y mayor financiación, pero luego tanto interés como financiación inevitablemente caen. Esto es así, pero el precio de cada adelanto científico crece permanentemente y frente a un nivel permanente de gastos en ciencia los adelantos se sucederán cada vez menos frecuentemente. Por ello, la disminución del interés medio en la ciencia parece ser inevitable, lo cual apenas si da posibilidad de financiación al menos en un nivel fijo. Ya ahora se puede notar que en los países desarrollados de occidente los gastos en ciencia son mucho menores que los que podría permitirse la sociedad. Y esta es una situación extremadamente significativa, la cual muestra que los factores que frenan a la ciencia, ya están actuando. Un financiamiento prioritario reciben los campos de investigación práctica, orientados directamente al mercado. Pero difícilmente las ciencias prácticas vayan a subsistir normalmente sin las investigaciones fundamentales.

Segundo grupo de causas. Ya es claro que la ciencia puede encontrarse con limitaciones éticas que posean carácter fundamental. Un ejemplo de ello es la muy fuerte oposición a los experimentos sobre clonación humana, o las limitaciones a las investigaciones de los planetas poblados por vidas primitivas, sobre lo cual hemos conversado anteriormente.

Tercer grupo de causas. Consiste en que a nivel fundamental la complejidad de la naturaleza puede resultar en algún sentido finita y por ello la naturaleza puede ser simplemente “eliminada” para el conocimiento. Sobre este tema, en relación con el programa SETI han escrito L Leskov (13) y V. Lipunov (16). Ahora los físicos intentan construir una teoría cuántica única, que reúna todos los tipos conocidos de interacción. De ningún modo puede inferirse que tal teoría científica pueda ser definitiva, una teoría global abarcativa, ya que todo el resto de la física debería reformularse como resoluciones parciales de igualdades generales. Una crítica conocida sobre este punto es la que habla de que el final de la ciencia se ha producido ya más de una vez. Es necesario decir que la situación con una teoría cuántica única en muchos parámetros se diferencia fuertemente de todo lo que ha habido hasta ahora. Aquí es oportuna una analogía. La revolución científica de una teoría cuántica única también se vincula con las revoluciones científicas ya producidas del mismo modo que las crisis evolutivas habituales se relacionan con la crisis del atractor global. La perfección de la física fundamental, por supuesto, no anula la posibilidad de investigar fenómenos en los niveles superiores, sistémicos, pero esto limita fuertemente la posibilidad de adelantos científicos importantes, en los cuales, propiamente, descansa el interés de la sociedad hacia la ciencia.

Para esclarecer el meollo del problema se puede utilizar la igualación imaginaria. G. M. Idlis escribió (11) que la solución de cada problema científico no trivial engendra como mínimo dos nuevos problemas no triviales. El viejo problema desaparece y surgen dos nuevos. La fe en la infinitud de la ciencia está basada en consideraciones similares. Pero imaginemos una bacteria. Cada bacteria, al dividirse engendra dos nuevas bacterias: la vieja desaparece, surgen dos nuevas. Del mismo modo que la multiplicación de los problemas científicos. Pongamos la bacteria en un vaso con un medio alimenticio y démosle posibilidades de multiplicarse. La cantidad de bacterias va a crecer exponencialmente hasta el momento que, o bien se agota el medio alimenticio, o bien se completa el volumen del vaso, o bien las bacterias envenenan dicho medio con los productos de su actividad vital. Luego de esto, la

colonia muere, o bien pasa a otro régimen evolutivo. Algo similar puede suceder también con la ciencia. Las limitaciones posibles fueron enumeradas más arriba.

Independientemente del mecanismo concreto, se puede hablar sobre la posibilidad de la posterior fase de "saturación" del método científico empírico en el desarrollo de la civilización. El paso completo desde la fase extensiva de desarrollo tecnológico de la civilización hacia la fase intensiva (postsingular) puede significar también un fuerte enlentecimiento o incluso cancelación de las investigaciones científicas. Este fenómeno lo llamaremos crisis sistémica de la ciencia. En verdad, es necesario notar que, a diferencia de la crisis ecológica y algunos otros fenómenos de crisis, la crisis sistémica de la ciencia, en todo caso, no es una cuestión del día de mañana para la civilización terrestre. Sin embargo, puede definir sustancialmente el perfil de las civilizaciones que figuran en el problema SETI. ¿Es la crisis sistémica de la ciencia peligrosa para la civilización? Esta respuesta no es fácil.

El reconocimiento de la actividad humana como autónoma y con valor propio, fue realizado por primera vez por los griegos antiguos (Tales de Mileto). Precisamente entonces el ser humano tomó conciencia de la función del conocimiento y, desde entonces, fue desarrollada intencionalmente y se convirtió en una de las funciones fundamentales de la razón. La ciencia es el principal modo contemporáneo de realización de la función conocimiento. La cancelación del desarrollo de la ciencia significa, en esencia, la terminación de la mayor parte de una de las funciones principales de la razón: la función del conocimiento. En todo caso, esto es extremadamente peligroso para la civilización, ya que la razón, que alguna vez tomó conciencia de la función del conocimiento, y luego perdió la mayor parte de ella, difícilmente pueda existir normalmente.

Pero la ciencia es solo un método específico de recepción de conocimientos que garantizan el logro de resultados. Aunque precisamente con el surgimiento de la ciencia están relacionadas las particularidades principales de la civilización actual, no corresponde olvidar que la ciencia experimental no es el único modo de realización de la función del conocimiento.

La matemática pura, aunque es una ciencia, no es una ciencia empírica. El método de las matemáticas es, en esencia, racionalmente transparente, no necesita recurrir permanentemente a la experimentación. Se puede decir, que las matemáticas estudian una capa semántica de la realidad, que es objetiva en el sentido que el conocimiento de ella es reproducible y de significación general. A diferencia de la ciencia experimental, las matemáticas no podrán desaparecer en ningún sentido, ya que es posible la construcción y estudio de los más complejos sistemas matemáticos, y además, esto no requiere grandes recursos materiales.

Otra forma de conocimiento es el conocimiento filosófico. La filosofía no es una ciencia, ya que el conocimiento filosófico no cuenta con la cualidad de que pueda ser reproducido y porque no cumple con los criterios de rigurosidad científica (17).

Hasta el surgimiento de la ciencia y la filosofía, existía una forma de conocimiento mitológico y religioso, así como también el referido al arte. Todas estas formas de reflejo del mundo existen simultáneamente con la ciencia también ahora.

Al tiempo que la ciencia empírica está en gran medida basada en el análisis de información externa respecto del ser humano, la filosofía, la mitología y otros métodos no empíricos de conocimiento, incluidas las matemáticas, apelan más a los recursos internos del ser humano: la adivinación, la inspiración, la intuición, la experiencia religiosa. ¿Podrán tales métodos no empíricos de conocimiento, relacionados al interior humano, reemplazar a la ciencia empírica en el sentido del apoyo a la función del conocimiento y la estabilización de la civilización tecnológica? Puede ser que sí o puede ser que no, más bien parecería que no. Esto significaría la vuelta a un pasado pre-científico, lo cual difícilmente sea posible. Para el efectivo recambio de la ciencia empírica es necesaria una fuente de información cualitativamente nueva.

Actualmente, en los más amplios círculos científicos se discute la concepción de la metaciencia, llamada a unir el conocimiento científico y el no científico (18). El autor no se

siente lo suficientemente seguro en esta cuestión, pero la misma tiene una relación tan directa con el problema tratado que sería impropio esquivarla con el silencio. Se afirma que la metaciencia debería resolver algunas crisis características para la ciencia empírica. Sin embargo, al autor de este informe no le resulta claro todavía cómo debería suceder esto y en qué consiste la unión no trivial del conocimiento científico y no científico. El conocimiento científico es conocimiento reproducible, el conocimiento no científico es no reproducible (por definición). Si unimos el conocimiento reproducible con el no reproducible, el resultado será no reproducible, por ello, no se comprende cuál sea su validez. Este es un ejemplo trivial (puede ser incluso un tanto vulgar). Una típica afirmación no científica es: "Dios existe". Una tífica afirmación científica: "el movimiento de los planetas está regulado por la ley de gravitación universal". La síntesis de ambas podría resultar algo así: "a Dios le conviene que el movimiento de los planetas sea regulado por la ley de gravitación universal". Al tiempo que la validez de las dos afirmaciones iniciales es evidente, en qué consiste la validez de semejante "síntesis" no queda claro. También es evidente que el resultado de la síntesis da un conocimiento no reproducible. La cuestión de si puede la metaciencia, sea del modo que sea, posibilitar de algún modo sustancial la resolución de la crisis sistémica de la ciencia, debemos dejarla sin respuesta.

Entonces, sintetizando. La civilización que supera el estadio postsingular de su desarrollo puede llegar a chocar con un fuerte enlentecimiento de las investigaciones científicas – crisis sistémica de la ciencia – lo cual, evidentemente, deberá ser un gran problema para la existencia estable de la civilización. El modo de resolución de este problema influirá sustancialmente en el perfil de la civilización postsingular.

6. Relación de la crisis sistémica de la ciencia con la humanización: comunicabilidad de la civilización postsingular

A partir de la hipótesis que la civilización postsingular deberá ser humanista en sentido cósmico y, simultáneamente, sobrevivir a la crisis sistémica de la ciencia, podemos desprender algunas consecuencias.

La primera consecuencia hace al carácter de la exploración del espacio cósmico por cuenta de la civilización postsingular. Ya nos hemos referido al hecho que el camino extensivo de desarrollo de la civilización, relacionado con una expansión cósmica y actividad astro-ingenieril a gran escala, en principio no resuelve el problema del crecimiento exponencial. Más aún, no está excluido que semejante camino extensivo de desarrollo cósmico, para una civilización altamente desarrollada, esté inclusive principialmente cerrado. El problema puede consistir en su exohumanismo. Ya hemos hablado del posible problema de la colonización de Marte, si en el planeta fuera encontrada aún la forma de vida más primitiva. En general, cualquier actividad de gran escala en el cosmos (en el nivel de civilización tipo II según Kardashev) puede resultar muy probablemente, en algún sentido, ecológicamente perjudicial y antihumana. Ya que dicha actividad va a destruir creaciones únicas de naturaleza inorgánica que tienen derecho a existir no menos que nosotros mismos; a dificultar la corriente natural de la vida, en aquellos lugares en donde haya vida; contaminar el cosmos con basura energética de alta entropía, etc. Es perfectamente posible que una civilización altamente desarrollada se vea necesitada de limitar su consumo energético a escala planetaria, no tanto por razones técnicas como éticas, o, más específicamente, ecológicas. Este pensamiento no es nuevo y fue expresado en parte por L. Guindilis (15). Dicho de otro modo, hay razones para afirmar que una civilización postsingular deberá ser una civilización no superior al tipo I. Supongamos que esto es exactamente así. La civilización postsingular no puede realizar actividad astro-ingenieril, no puede construir naves interestelares sub-lumínicas, que requerirían de un consumo energético monstruoso, ya que el uso de energía a escala super planetaria estaría prohibido por imperativos de naturaleza ética. ¿Significa todo esto que la civilización se encuentra en un callejón sin salida, que está recluida en su propio

sistema planetario? En general, no, y aquí deberíamos repasar otras dos consecuencias de la humanización de la civilización y la crisis sistémica de la ciencia.

Cada civilización que alcance un estado cercano a la crisis sistémica de la ciencia, deberá comprender que para la conservación de la homeóstasis es necesario lograr el acceso a alguna fuente de conocimiento cualitativamente diferente al estudio tradicional de la naturaleza por métodos científicos. Más aún, semejante fuente de conocimientos será vitalmente imprescindible.

Una fuente de tal tipo, evidentemente, podría ser la información respecto de otras civilizaciones, en el caso de que dicha información sea suficiente y variada. Sin embargo, esa información puede ser recibida solo si otras civilizaciones la trasmiten hacia otros sistemas planetarios. De tal modo, la transmisión al cosmos es un acto altruista: una acción vitalmente importante para otras civilizaciones. Una civilización postsingular, siendo altamente altruista y exohumanista, no puede negarse a realizar una acción que sea de importancia vital para otras civilizaciones. Estamos hablando de información como: una completa descripción de las especies vivas del planeta, la historia de la civilización, etc. Sencillamente, una civilización humanista no puede dejar de hacer para otros aquello que considera vitalmente importante para sí misma. Aquí recordamos el categórico imperativo de Kant, sobre lo cual, en el contexto de las relaciones interestelares, habló en parte A. Zaisev. De tal modo, corresponde esperar que la transmisión al cosmos deberá ser una práctica habitual para las civilizaciones altruistas postsingulares.

La tercera consecuencia consiste en lo siguiente. Supongamos que alguna civilización postsingular pudiera recibir la señal desde el cosmos desde otra civilización. Esa civilización comprenderá que cuanto más información se incluya en las propias transmisiones, tanto mejor para quienes las reciban, ya que tales trasmisiones mejor cumplirán la función de fuente exterior de información. Por ello la civilización, en sus trasmisiones deberá retrasmitir toda la información que ella misma recibe. Esto está dictado por el altruismo de la civilización. Hay otra razón para la retrasmisión. Una civilización humanista deberá pensar que la información sobre civilizaciones que ya no existen, y el conocimiento sobre ellas con que se cuente, deberán conservarse luego de su propia desaparición. Esto recuerda la actual actitud hacia la memoria de los antepasados. Uno de los modos de conservar el conocimiento de otras civilizaciones consiste en retrasmitir la información recibida para que ella luego sea nuevamente retrasmitida y así siguiendo.

Así, el análisis nos lleva a tres conclusiones: una civilización postsingular deberá ser una civilización del tipo I, deberá trasmitir su información al cosmos y deberá retrasmitir la información recibida.

7. Campo cultural galáctico

Ante todo, vamos a partir de la suposición que la civilización terrestre no es la única civilización cosmotecnológica en la Galaxia. Luego, presuponemos que la probabilidad que, al menos un mensaje de una civilización postsingular enviado a lo largo de su vida, será recibido y retrasmitido al menos por otra civilización, es cercana al uno. A tal estado de la Galaxia le llamamos “estado de saturación de contactos”. Tal situación en la Galaxia surge de modo natural como resultado de un proceso de transición de fase con existencia de realimentación positiva, donde la comunicación entre civilizaciones aumenta la estabilidad de ambas. Vemos que precisamente se trata de tal realimentación positiva: la información exterior alimenta la agonizante función de conocimiento de la civilización. Esta transición de algún modo recuerda a la fase final de surgimiento de la vida en la Galaxia. En el estado de saturación de contactos, la información sobre civilizaciones desaparecidas puede ser conservada un tiempo indefinido luego de su final, reenviada de una civilización a otra, por esto la cantidad de información en la Galaxia comienza a crecer aceleradamente, y toda la Galaxia se convierte

en un único campo cultural galáctico. Notemos que la existencia del campo cultura en general no presupone relaciones bipartitas entre civilizaciones.

Difícilmente el proceso de acumulación de información en el campo cultural galáctico sea solamente pasivo. Más bien, la información comienza a estructurarse y en el sistema surgen procesos de autoorganización: el sistema comienza a evolucionar como una unidad. En la práctica, el campo cultural galáctico representa un nivel de organización de la materia que supera cualitativamente el nivel de organización de la materia correspondiente a cada civilización inteligente por separado. Más aún, el tiempo de vida del campo cultural galáctico puede superar en muchas veces el tiempo de vida de cada civilización inteligente, y la cantidad de información, procesada por el campo cultural, supera largamente aquella que puede procesar cualquiera de las civilizaciones por separado; el campo cultural galáctico cuenta con una cualidad específica de irrepresentabilidad respecto de las civilizaciones inteligentes. Esto significa que ninguna civilización, a causa del límite de velocidad de la luz y el gran tamaño de la Galaxia, no puede saber el estado general del campo cultural galáctico en un momento dado y comprender el contenido de los procesos informativos globales coherentes en los que ella participa. Aquí no vamos a discutir los posibles caminos de autoorganización del campo cultural y otras de sus curiosas cualidades. Esta discusión puede ser hallada en los artículos (19, 20, 21, 22). Pero quisiéramos hacer una observación. El campo cultural galáctico nos recuerda aquello que a veces se denomina metacivilización (12, 10). Sin embargo, desde nuestro punto de vista, dicha terminología en este caso llevaría a confusión. Una civilización está basada en el efectivo intercambio de información entre sus representantes. Esto significa que el tiempo característico de intercambio deberá ser mucho menor al tiempo de vida de un representante de la civilización. En el campo cultural galáctico esto no es así, prácticamente toda comunicación puede ser unilateral. Cada civilización "vuelca" su información al campo cultural y esta información es procesada allí por medios desconocidos para ella. Y, al mismo tiempo, la civilización "toma" desde el campo cultural información que es el resultado de toda la evolución precedente del campo. El mecanismo de funcionamiento del campo cultural tiene muy poco en común con el mecanismo de funcionamiento de una civilización. En el término metacivilización se pierde la diferencia cualitativa del campo cultural respecto de cualquier civilización en particular. Civilización y campo cultural galáctico deberán ser descriptos por conceptos completamente diferentes.

La existencia del campo cultural galáctico presupone la existencia simultánea en la Galaxia de un número suficientemente grande de civilizaciones altamente desarrolladas: como mínimo algunas decenas. Esto no contradice al silencio del cosmos. Si en la Galaxia hay 10.000 civilizaciones, hasta la más cercana hay aproximadamente 750 años luz, si su número es 10^6 la distancia es del orden de los 150 años luz. En la suposición que las civilizaciones postsingulares pueden disponer de energía para la transmisión de señales al cosmos sólo en el orden planetario, los faros omnidireccionales y las maravillas cósmicas están excluidas, por eso encontrar al menos una civilización es una *tarea extraordinariamente compleja*. Su resolución puede requerir una cantidad de recursos equivalente a una significativa parte del total de recursos con que cuenta la civilización postsingular. No hay que sorprenderse que, por el momento, nosotros no percibamos nada.

La civilización terrestre, evidentemente, no está dispuesta por el momento a gastar semejantes recursos en la búsqueda de otras civilizaciones (y en general muestra bastante poco interés en esta cuestión). ¿Y cuándo estará predispuesta? Cuando se acerque a la desaparición de la ciencia y la información exterior se convierta para ella en vital para la supervivencia. Precisamente en dicho momento la civilización puede volverse comunicativa en el *sentido pleno de la palabra*, en el sentido de estar preparada para gastar una parte sustantiva de sus recursos en la solución del problema de la comunicación interestelar. Por eso es claro que los trasmisores de mensajes cósmicos deberán ser preponderantemente civilizaciones postsingulares, y ellos deberán estar dirigidos, principalmente, a civilizaciones postsingulares. Claro, no se puede excluir la posibilidad de que la transmisión sea recibida por una civilización que se encuentre todavía en el estadio anterior de explosión tecnológica,

similar a la civilización terrestre en la actualidad, pero la probabilidad de tal acontecimiento, es extremadamente baja. Esto puede suceder solo accidentalmente. Lo cual no significa que buscar otras civilizaciones en el momento actual no tenga sentido. Por lo contrario, solo ocupándose activamente de esta cuestión ahora, se puede esperar contar con el juego necesario de metodologías y la necesaria información, al momento en que esto sea de importancia vital. Desde el punto de vista del modelo sinergético de la historia, el programa SETI puede ser aquella variedad excedente que será requerida, al momento de la crisis sistémica, para la transición a un nivel superior de equilibrio inestable.

8. Carácter de la información del campo cultural galáctico y el problema de su comprensión

Si el modelo de campo cultural es correcto, entonces la transmisión cósmica típica de una civilización postsingular contendrá información no sólo desde (y sobre) la civilización que la emitiera, sino desde (y sobre) muchas (o muchísimas) otras. No está excluido que una civilización pueda, a partir del momento de conformación del campo cultural, trasmitir información sobre millones de civilizaciones y miles de millones de años de evolución de la Galaxia. Propiamente, tal tipo de mensaje ya no puede ser algo unitario, sino que deberá ser un complejo y multifacético sistema informativo. El término "mensaje" o "trasmisión" puede resultar inadecuado. Más apropiado puede ser, por ejemplo: *exobanco de conocimientos*. La trasmisión de tan grande cantidad de información, por medio de un rayo láser modulado o una señal de radio de banda ancha pero direccionable con alta precisión, no es una tarea técnicamente irresoluble. Puede ser incluso que, para una civilización postsingular, haya otros medios de comunicación disponibles.

No es difícil imaginarse el posible carácter de la información en un exobanco de conocimientos. Recordemos que un exobanco tal deberá estar dirigido principalmente desde una civilización postsingular a otras, que se hayan confrontado ya con el problema de la crisis sistémica de la ciencia. Por esto las ciencias fundamentales del tipo de la física, matemáticas, astronomía, no serán las más interesantes en los exobancos, ya que las civilizaciones postsingulares, que se encuentren en un estado próximo al agotamiento del método científico, deberán contar con aproximadamente los mismos conocimientos en el campo de las ciencias naturales fundamentales. Más bien, la información correspondiente al campo de las ciencias fundamentales va a jugar un rol suplementario, siendo la base para la convergencia del pensamiento de diferentes civilizaciones inteligentes, de lo cual deberá comenzar el descifrado de los datos del exobanco. La parte más importante e interesante de los conocimientos será más bien aquello que en todos es diferente: biología, historia, sociología, literatura, arte, religión. Por eso, corresponde esperar que la parte más grande y valiosa de información vaya a tener carácter "humanitario". La cantidad de información "humanitaria" puede ser fantásticamente grande y precisamente esto puede dar nuevo alimento para la función de conocimiento de la civilización, en lugar del conocimiento en la forma de ciencias naturales. A una civilización tecnológica, que haya estabilizado su existencia gracias al procesamiento de información exterior de carácter preponderantemente humanitario, la llamaremos *civilización exohumanitaria*. En lugar de una expansión extensiva real en el Universo, una civilización exohumanitaria realiza una inserción virtual, informativa. Gracias a esto, tal civilización no resulta recluida en el propio sistema planetario, a pesar de pertenecer al tipo I según Kardashov.

Nosotros por ahora presuponíamos que las trasmisiones cósmicas pueden en principio ser descifradas y comprendidas. ¿Pero pueden serlo en realidad? ¿Sí o no? A partir del modelo del campo cultural y el exobanco de conocimientos, se deduce que la pregunta, en esencia, no está correctamente planteada. El descifrado de la información del exobanco no puede ser una acción que se realice durante determinado lapso de tiempo, luego del cual será posible decir: "aquí está la información descifrada"; o, por el contrario: "no, no es posible descifrar y comprender esta información".

En vista de la enorme cantidad y diversidad de información contenida en el exobanco, el mismo debe contar con una estructura jerárquica y de diferentes procedencias. Inclusive, para la transmisión de diferentes partes del exobanco puedes ser utilizados diferentes canales físicos de comunicación: radiocanales con diferentes frecuencias y diferentes anchos de banda, diversos canales ópticos de comunicación, pueden ser incluso formas aún completamente desconocidas. Podría ser que, para lograr interferir la emisión láser más cercana, sea necesario enviar al espacio una sonda cósmica. Algo parecido a la estructura en árbol de los catálogos en el disco duro de un ordenador, y con innumerables hipervínculos a drives de información externos. Es de esperar que en el exobanco habrá una comunicación básica, conteniendo una señal que llame la atención e instrucciones para la búsqueda posterior de la información. O varios de estos mensajes básicos, al estilo de los grandes sitios o portales de la Internet. Esta parte del exobanco posiblemente sea fácilmente descifrable (por ejemplo, sobre la base de la convergencia en los conceptos científicos o matemáticos generales, como ya se mencionó antes).

Pero para el avance posterior hacia la profundidad del exobanco, seguramente se encontrarán dificultades. Aquí es necesario tener en cuenta los trabajos de B. Panovkin sobre las dificultades de comprensión mutua entre diferentes civilizaciones cósmicas. B. Panovkin planteó la tarea de la comprensión mutua como una tarea de definición de correspondencias entre sistemas conceptuales de estas civilizaciones (tesauros), y demostró que esta tarea, en general, no es soluble por medio de algoritmos; esto es, no puede ser resuelta por aparatos automáticos (23). Este resultado es completamente correcto, pero no significa que la información del exobanco de conocimientos sea completamente inaccesible e incomprensible. El asunto es que, ni un ser inteligente individual, ni menos aún, la mente colectiva de una civilización son aparatos automáticos (24). En la etapa inicial de estudio del material del exobanco, la correspondencia entre tesauros de las diferentes inteligencias puede estar ausente (excepto un estrecho campo de convergencia hacia conceptos matemáticos o científicos simples), pero esta correspondencia puede construirse progresivamente en la medida del estudio del exobanco, y este proceso tendrá un carácter esencialmente no algorítmico. A la razón le es accesible aquello que no lo es a las máquinas automáticas. Se puede aclarar esta idea con la siguiente analogía.

Cuando el hombre se abocó al estudio de la Naturaleza, no contaba en absoluto con un tesauro que le facilitara su comprensión. El concepto de campo cuántico y la geometría de Rimanov eran desconocidos para el hombre de las cavernas, incluso para los griegos antiguos. Sin embargo, ahora la humanidad cuenta con ese sistema conceptual. Se podría decir que el hombre establece una “comprensión mutua” con la naturaleza. ¿De dónde surgió este sistema conceptual? Esto ha sido posible gracias al ciclo científico, que pasa a través de la continuidad y coherencia en la creación y experimentación de modelos conceptuales. Los modelos que no soportan la prueba experimental son descartados, los que se corresponden con las observaciones son adoptados y constituyen la base del tesauro, necesario para la descripción de la naturaleza. Esto no es otra cosa que el mecanismo de selección natural. En esta coherencia, la generación de nuevos modelos es el elemento no algorítmico. Los nuevos modelos surgen como resultado de un acto de inspiración: no es posible describir con ningún algoritmo cómo Newton comprendió que la causa de la caída de la manzana y del movimiento de la Luna alrededor de la Tierra era exactamente la misma. El acto de inspiración es un análogo de la mutación en la evolución biológica; pero, a diferencia de la mutación, no es completamente accidental.

El sistema conceptual de la ciencia no es definitivo, continuamente es perfeccionado y de tiempo en tiempo es sustancialmente revisado. Esto no nos impide considerar que nos acercamos a la comprensión completa de la naturaleza. Y precisamente este puede ser el carácter de la penetración en el exobanco de conocimientos. Luego del análisis de algunos materiales del exobanco se proponen modelos que puedan servir para su interpretación, los modelos construidos se prueban en otros materiales del exobanco para su autoverificación, etc. Progresivamente se va decantando el modelo de tal inteligencia, o tal civilización inteligente, que es fuente de esta información, y al mismo tiempo se conforma el

correspondiente tesauro. Difícilmente tal modelo de tesauro podrá alguna vez ser considerado completo y definitivo. El concepto de exobanco de conocimientos es alcanzado en el contexto de la gnoseología de modelos, y no en el contexto de la gnoseología de la verdad.

El estudio del exobanco deberá ser un complejo proceso iterativo, que no cuente con un final fijado en el tiempo, y similar en sus rasgos básicos al estudio de la naturaleza por el método científico. El proceso de comprensión de los exobancos de conocimientos, por tal motivo, puede ser denominado exociencia. La exociencia es una fuente alternativa de información para la realización de la función del conocimiento, cualitativamente diferente de la ciencia empírica tradicional y de diversos métodos no empíricos de conocimiento. Se puede decir, claro, que la exociencia es una continuación de la ciencia habitual. Formalmente esto es así. Pero la exociencia tiene un objeto muy diferente de la ciencia tradicional, por lo que es correcto considerarla como un tipo de conocimiento autónomo y cualitativamente nuevo. La exociencia general, en parte, deberá incluir exociencias particulares, del tipo de la exobiología comparada, la exohistoria comparada, la exolinguística comparada (lo cual es especialmente importante para la lectura e interpretación del exobanco de datos), y también exociencias que no tengan análogos en la ciencia tradicional, que estudien por ejemplo diferentes aspectos de la estructura global y la dinámica del campo cultural galáctico.

Recalcamos que el contenido de conocimientos que puede dar el exobanco es menos importante que la posibilidad misma de organizar un largo proceso de recepción de estos conocimientos. El proceso de conocimiento exocientífico puede prolongarse durante miles e incluso millones de años. Pero precisamente esto se requiere de los exobancos de conocimientos de otras civilizaciones cósmicas para la renovación de la función de conocimiento de una civilización inteligente. Precisamente esto puede posibilitar un largo período de existencia estable de una civilización en la fase postsingular de su desarrollo.

Aquí es oportuno responder a una pregunta formulada frecuentemente: ¿el conocimiento "preelaborado", recibido de las trasmisiones cósmicas de civilizaciones altamente desarrolladas, no puede resultar peligroso para civilizaciones menos desarrolladas? En el sentido de que esto las lleve a ellas a esquivar las dificultades de obtener estos conocimientos por sus propios medios, y al mismo tiempo, se pierdan las oportunidades de obtener resultados complementarios, que frecuentemente resultan más importantes que el objetivo declarado de las investigaciones. La respuesta a esta pregunta a la luz de las consideraciones sobre la exociencia y los exobancos de conocimientos es casi evidente. *No es posible encontrar ninguna información "preelaborada" en las trasmisiones cósmicas*. La recepción de este conocimiento implicará un arduo trabajo, que tendrá resultados complementarios, en tanta o mayor medida que las investigaciones científicas habituales.

¿No alcanzará el conocimiento exocientífico un límite, similar a lo que puede suceder con la ciencia habitual? ya que la cantidad de información en el campo cultural galáctico es finita. Para la respuesta a esta pregunta es necesario comprender que el campo cultural no es simplemente una suma de información sobre muchas civilizaciones separadas. Es un complejo sistema, que lleva su propio proceso de evolución. Un rol preponderante en esta evolución lo cumple la influencia mutua de las civilizaciones entre sí a través del campo cultural, o sea la cantidad de información en el campo se determina no sólo por la cantidad de civilizaciones que hagan su aporte a él, sino también por la cantidad y complejidad de las relaciones entre civilizaciones. Así como las relaciones pueden no sólo ser duales, la cantidad de vínculos crecerá *exponencialmente* con el crecimiento de la cantidad de civilizaciones que aportan al campo cultural. Por esto el objeto de investigación no será un objeto estacionario, sino un objeto cuya complejidad crece exponencialmente en el tiempo. Correspondientemente, el conocimiento de tal objeto no entra en saturación por causa de la desaparición del objeto mismo.

Sin embargo, nuevamente obtenemos un exponente que crece en el tiempo, ahora ya para la complejidad del campo cultural galáctico. Como cualquier crecimiento exponencial, tarde o temprano debe saturarse. Así es que, evidentemente, el campo cultural galáctico deberá atravesar la fase de crisis en su desarrollo (y puede ser que ya la haya atravesado?). Sin

embargo, para el campo cultural galáctico la permanencia del tiempo de crecimiento exponencial puede ser cosmológicamente grande, lo que da posibilidad de no profundizar aquí en esta pregunta. La discusión del carácter de las crisis del campo galáctico y los caminos de su superación salen fuera de los márgenes de esta discusión.

9. Resumen. Estrategia de búsqueda y posibles conclusiones

De modo que la conclusión es la siguiente. Luego de la desaparición completa de los recursos internos del crecimiento extensivo, entre ellos los recursos del crecimiento extensivo de la información científica, la civilización puede estabilizar su existencia a partir del consumo de información externa de carácter preponderantemente humanitario. A una civilización de tal fase de desarrollo tecnológico la llamamos civilización exohumanitaria. Más aún, una civilización exohumanitaria deberá ser portadora de un objeto propio de un grado más alto de evolución que la razón y la civilización. Tal objeto es el campo cultural galáctico. Dado el hecho que el campo cultural galáctico representa un nivel de organización de la materia diferente del civilizatorio, las civilizaciones exohumanitarias y el campo cultural son una unidad indivisible.

El modelo de civilizaciones exohumanitarias y campo cultural galáctico vinculado con ellas tiene un significado práctico, ya que del mismo se desprende un modelo muy definido del carácter de las relaciones entre civilizaciones cósmicas y la correspondiente estrategia de búsqueda y transmisión de conocimientos. Si la comunicación se establece por medio de una radio señal o una señal óptica, tanto el transmisor como el receptor deberán necesariamente estar direccionados ajustadamente, ya que los recursos energéticos de las civilizaciones exohumanitarias son limitados y la señal no puede ser muy fuerte. Ya los medios técnicos actuales permiten realizar la transmisión de una gran cantidad de información a una distancia del orden de varios miles de años luz. Toda la cuestión radica en cómo encontrarse el transmisor y el receptor entre sí. Si la distancia entre civilizaciones es del orden de 1.000 años luz, el trasmisor necesita encontrar un receptor entre aproximadamente 10^8 estrellas. Un problema análogo se presenta en la búsqueda de un trasmisor. Rastrear una transmisión en cada una de 10^8 estrellas y mantenerlas en observación ininterrumpida con ayuda de antenas altamente direccionales sería excesivamente complicado. La estrategia podría ser en principio la siguiente. En primer lugar se requiere, por métodos astronómicos, no sólo descubrir sino también investigar detalladamente los sistemas planetarios de estrellas cada vez más lejanas. El método debe permitir, por medio de observaciones directas, localizar planetas similares a la Tierra y todas las estrellas de clases K y G a una distancia del orden de miles de años luz. Esto deberá ser implementado con la ayuda de grandes interferómetros ópticos (o infrarrojos). Hacemos notar que la observación directa de exoplanetas del tipo de Júpiter en las estrellas cercanas ya se está realizando con ayuda de aparatos muy modestos (25): apertura de objetivo no mayor a 0,5 m, base 12,5 m. La construcción de interferómetros ópticos con diámetro de espejos de 10-20 m y base del orden de cientos de metros no deberá transgredir el imperativo ecológico, pero permitiría observar planetas similares a la Tierra a una distancia de varios cientos de años luz. El desarrollo de tales aparatos astronómicos resultará también extremadamente útil independientemente del programa SETI. En segundo lugar, en la medida de la recepción de información planetaria detallada, se deberá seleccionar las estrellas más aptas para la existencia de civilizaciones, luego de lo cual se deberá iniciar la observación permanente de las mismas, con el objetivo de localizar señales de origen artificial; y hacia las mismas estrellas se deberán emitir trasmisiones con ayuda de antenas altamente direccionales. Esto permitirá disminuir el número de candidatos, al menos en 10^1, y tal vez hasta en 10^2 o 10^3 . De tal modo, adquiere un significado excluyente el desarrollo de instrumentos astronómicos exoplanetarios.

Para la transmisión de información y la recepción de señales no es imprescindible contar con una antena para cada estrella considerada apropiada. Si la antena representa un enrejado de fases, puede simultáneamente escanear una gran cantidad de estrellas. La construcción de tal

cantidad de instrumentos de transmisión-recepción con base cósmica, que alcanzara para el monitoreo ininterrumpido de 10^6 – 10^7 estrellas, en principio es posible si la civilización realmente estuviera dispuesta a gastar una cantidad significativa de sus recursos en la resolución del problema de las relaciones interestelares. Y esta disposición puede esperarse en la fase de crisis sistémica de la ciencia, como ya fue dicho anteriormente.

Como ya notáramos al comienzo del capítulo 3, la concepción de civilización exohumanitaria fue presentada aquí de un modo un tanto idealizado. Las tesis sobre la crisis sistémica de la ciencia y la humanización de las civilizaciones en la transición a la fase postsingular de su desarrollo han sido planteadas en forma extremadamente tosca. Los vuelos interestelares no han jugado prácticamente ningún rol en este escenario, pero es perfectamente posible que tales vuelos, con velocidades de milésimos o hasta centésimos de la velocidad de la luz, no contradigan el imperativo ecológico de una civilización humanista. Por esto, es posible un espectro completo de escenarios exohumanitarios "suaves", o bien, la línea exohumanitaria de desarrollo puede ser parte fundamental de un escenario más amplio. Además, incluso si el escenario de una civilización exohumanitaria se realiza, en la mayoría de los casos son posibles importantes diferenciaciones con el mismo. Por ejemplo, si en algún sistema planetario aparecen simultáneamente dos civilizaciones en diferentes planetas, o en dos estrellas vecinas muy próximas, puede resultar muy significativo el desarrollo de medios de transportes cósmicos y, en general, la navegación y exploración del espacio cósmico. Tales civilizaciones pueden perfectamente tomar el camino de la actividad astroingenieril a gran escala, acompañada por la creación de "maravillas cósmicas", más allá de los imperativos ecológicos y éticos. Por esto, incluso adoptando la concepción de civilizaciones exohumanitarias, campo cultural galáctico y la correspondiente estrategia de búsqueda de señales, en ningún caso se debe excluir la búsqueda de "maravillas cósmicas".

Finalmente notamos que el planteamiento de la cuestión respecto de la búsqueda de fuentes no tradicionales de información, luego del agotamiento de los recursos del desarrollo extensivo de la ciencia, no es nuevo. Fue planteada por G. Idlis (11), y en calidad de solución del problema se consideró la posibilidad de penetración de información en otros universos a través de orificios tipo, como nosotros denominamos, madrigueras de topo (él utilizó otra terminología), localizados en objetos particulares del tipo de las partículas elementales. Esto fue denominado por Idlis "expansión hacia adentro".

Este escenario recuerda en mucho al considerado en este informe como escenario de estabilización de la civilización gracias a la recepción de información exohumanitaria. La diferencia está principalmente en que la posibilidad de penetración en otros universos es por ahora una posibilidad hipotética, al tiempo que la transmisión de información por canales de comunicación es completamente real. Obviamente también es posible, en principio, la realización de escenarios híbridos en los que tenga lugar la "expansión hacia adentro", la realización del campo cultural galáctico y alguna forma de civilización con maravillas cósmicas.

Bibliografía

(1) Nazaretian, A.P. – *Crisis civilizatorias en el contexto de la Historia Universal*. Ed. Per Se, Moscú, 2001.

(2) Kapitsa, S.P., Kurdiumov S.P., Malinetsky. *Sinergética y pronósticos del futuro*. URSS, Moscú, 2003.

(3) Diakonov I.M.. *Caminos de la historia. Desde el hombre antiguo hasta nuestros días*. Literatura oriental, Moscú, 1995.

(4) Ebeling B., Engel A., Faistel P.. *Física de los procesos de evolución*. URSS, Moscú, 2001.

(5) Yakhnin E.D.. *Gente! Adelante el abismo*. Taidex Ko, Moscú 2002.

(6) Galimov E.M. *Fenómeno de la vida: entre el equilibrio y la no linealidad. Origen y principios de la evolución*. Ed. URSS, Moscú, 2001.

(7) Arkhipov A.V.. Componente tecnogénico del espacio interestelar. En *Trabajos del Instituto Estatal de Astronomía P. Sternberg*. T. 67, pág 163-171. Yanus-K, MGU, 2001.

(8) Troitsky V.S.. Contribuciones sobre el doblamiento de la Galaxia. *Revista de Astronomía,* 58 (5): 1121-1130, 1981.

(9) Guindilis L.M. Metódica de valoración del número de civilizaciones en la Galáctica. En *Problemas de la búsqueda de civilizaciones extraterrestres,* p. 126-148. Ed. Ciencia, Moscù, 1981.

(10) Guindilis L.M.. Modelos de civilización en el problema SETI. *Ciencias sociales y actualidad,* (11): 115-123, 2000.

(11) Idlis G.M., Leyes del desarrollo de las civilizaciones cósmicas. En *Problemas de la búsqueda de civilizaciones extraterrestres* (5): 59-63, 1983.

(12) Leskov L.V. Modelos de evolución de las civilizaciones cósmicas. *Tierra y Universo,* (5): 59-63, 1983.

(13) Leskov L.V. *Civilizaciones cósmicas: problemas de la evolución*. Ed. Znanie, Moscú, 1985.

(14) Ecco Umberto. Cuando en la escena entra Otro. En *Cinco esse sobre el tema de la ética*, pág. 9-24. Ed. Symposium, San Petersburgo, 2002.

(15) Guindilis L.M. Búsqueda de civilizaciones extraterrestres – son ellas necesarias? *Cultura y tiempo*, (2): 174-183, 2003.

(16) Lipunov V.M. El dios que descubre la ciencia. *UNF,* 171 (10): 1155-1160, 2001.

(17) Kaziutinsky V.V. ¿Es necesaria hoy la filosofía? *Tierra y Universo,* (3): 65-67, 2003.

(18) Shaposhnikova L.V. Filosofía de la realidad cósmica. *Cultura y tiempo,* (2): 5-20, 2003.

(19) Panov A.D. La razón como eslabón intermedio de la evolución. http://www.astronet.ru/db/msg/117354, 2002.

(20) Panov A.D. Coevolución de las civilizaciones cósmicas en las grandes galaxias. La razón como eslabón intermedio en la evolución de la materia en el universo y programa SETI. http://lnfn1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/panov.html , 2002.

(21) Panov. A.D. La "supermente" galáctica y el programa SETI. *Tierra y Universo,* (3): 88-93, 2003.

(22) Panov A.D. Evolucionismo cosmológico estructural y programa SETI. *Vestnik SETI,* (4/21): 3-15, 2003.

(23) Panovkin B.N. Intercambio de información entre diferentes sistemas altamente organizados. En *Problemas de la búsqueda de civilizaciones extraterrestres*, pág. 186-196. Nauka, Moscú, 1981.

(24) Penrose P. *La nueva mente del rey*. URSS, Moscú, 2003.

(25) Danchi W.C., Deming D., Kuchner M.J. and Seager S. Detection of close-in extrasolar giant planets using the Fourier-Kelvin stellar interferometer. Archive: astroph/0309361, 2003.