

for more please visit :  
<http://articlopedia.gigcities.com>

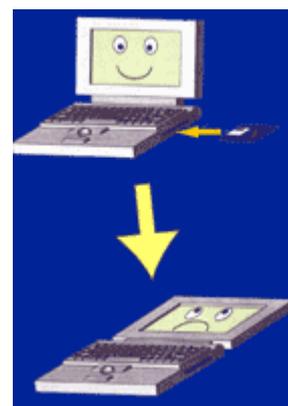
## Stephen Hawking : La Vida en el Universo



Traductor : *Michael Artime*

En esta charla, quisiera especular un poco, sobre el desarrollo de la vida en el universo, y en particular, sobre el desarrollo de la vida inteligente. Haré esto para incluir a la raza humana, aunque buena parte de su comportamiento a lo largo de la historia, ha sido bastante estúpido, y no precisamente calculado para ayudar a la supervivencia de las especies. Dos preguntas que discutiré son, '¿Cuál es la probabilidad de que la vida exista en otras partes del universo?' y, '¿Cómo podrá desarrollarse la vida en el futuro?'

Es cuestión de experiencia común, saber que las cosas tienden al desorden y al caos a medida que pasa el tiempo. Esta observación puede elevarse al estado de ley, la así llamada Segunda Ley de la Termodinámica. Esta dice que la cantidad total de desorden, o entropía, en el universo, aumenta siempre con el tiempo. Sin embargo, la ley se refiere solamente a la cantidad total de desorden. El orden en un cuerpo puede aumentar, a condición de que la cantidad de desorden a sus alrededor aumente en una cantidad mayor. Esto es lo que sucede con un ser vivo. Podríamos definir a la vida como: sistema ordenado que puede sostenerse contra la tendencia al desorden, y que puede reproducirse. Es decir, que puede formar sistemas ordenados similares, pero independientes. Para hacer estas cosas, el sistema debe poder convertir energía partiendo de una forma ordenada, (por ejemplo: alimento, luz del sol, o energía eléctrica), en energía desordenada, (en forma de calor). De esta manera, el sistema puede satisfacer el requisito de que la cantidad total de desorden aumente, mientras que, al mismo tiempo, aumenta el orden en sí mismo y en su descendencia. Un ser vivo tiene generalmente dos elementos: un sistema de instrucciones que le dicen al sistema cómo sostenerse y reproducirse, y un mecanismo para realizar estas instrucciones. En biología, estas dos piezas se llaman genes y metabolismo. Pero merece la pena acentuar que no es necesario una naturaleza biológica en ellos. Por ejemplo, un virus de ordenador es un programa que hará copias de sí mismo en la memoria de un ordenador, y se transferirá a otros ordenadores. Así, cabe en la definición de sistema vivo que yo he dado. Al igual que un virus biológico, ambos son formas algo degeneradas, porque solo contiene instrucciones o genes, y no tienen ningún metabolismo propio. En su lugar, reprograman el metabolismo del ordenador huésped o de la célula. Algunas personas se han cuestionado si deberíamos contar a los virus entre los seres vivos, ya que son parásitos, y no pueden existir independientemente de sus anfitriones. Pero entonces



la mayor parte de las formas de vida, nosotros mismos incluidos, son parásitos, ya que se alimentan y dependen para su supervivencia de otras formas de vida. Creo que los virus de ordenador deberían considerarse también como vida. Quizás esto dijera algo sobre la naturaleza humana, ya que la única forma de vida que hemos creado hasta ahora, es puramente destructiva. Dicho de otro modo, creamos vida a nuestra imagen y semejanza. Volveré sobre las formas electrónicas de vida más adelante.

Lo que normalmente conocemos como ' vida ' se basa en cadenas de átomos de carbono, enlazados con algunos otros átomos, tales como nitrógeno o fósforo. Podríamos especular que se puede obtener vida a partir de otra base química, por ejemplo el silicio, pero el carbono parece el caso más favorable, porque tiene la química más rica. Que los átomos de carbono existan al fin, con las características que tienen, requiere un fino ajuste de las constantes físicas, tales como la escala QCD

(*Nota del traductor: escala cromodinámica cuántica*), la carga eléctrica, e incluso la dimensión espacio-tiempo. Si estas constantes tuvieran valores perceptiblemente distintos, o bien el núcleo del átomo de carbono se volvería inestable, o bien los electrones se colapsarían sobre el núcleo. A primera vista, parece notable que el universo esté ajustado tan finamente. Esta es quizá una evidencia, de que el universo fue diseñado especialmente para producir la raza humana. Sin

### **The Anthropic Principle**

***If the Conditions Weren't  
Suitable for Life, We  
Wouldn't Be Asking Why  
They Are As They Are***

embargo, hay que tener cuidado sobre tales discusiones, debido a lo que se conoce como el Principio Antrópico. Este se basa en la verdad, de por sí evidente, de que si el universo no hubiera sido adecuado para la vida, nosotros no estaríamos ahora preguntándonos por qué está ajustado tan finamente. Se puede aplicar el Principio Antrópico, en sus versiones fuerte, o débil. Para el principio Antrópico fuerte, suponemos que hay muchos y diversos universos, cada uno con distintos valores en sus constantes físicas. En un número

### **The Strong Anthropic Principle**

***There Exist Many Universes  
With Different Values of the  
Physical Constants***

### **The Weak Anthropic Principle**

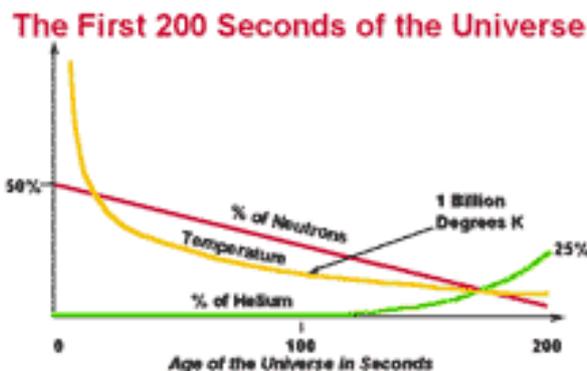
***Given the Physical  
Constants, What Can One  
Deduce From the Fact That  
Life Exists Here and Now?***

pequeño de ellos, estos valores permitirán la existencia de objetos tales como los átomos del carbono, que pueden actuar como los ladrillos para la construcción de sistemas vivos. Puesto que debemos vivir en uno de estos universos, no debemos sorprendernos de que las constantes físicas estén tan finamente ajustadas. Si no fuera así, no estaríamos aquí. La forma fuerte del

Principio Antrópico no es muy satisfactoria. ¿Qué sentido operativo podemos dar a la existencia de esos otros universos? Y si están separados y al margen de nuestro propio universo, cómo puede afectarnos lo que suceda en ellos. En su lugar, adoptaré el que se conoce como Principio Antrópico débil. Es decir, tomaré los valores de las constantes físicas, según nos vienen dados. Pero veré qué conclusiones pueden extraerse, del hecho de que la vida exista en este planeta, en esta etapa de la historia del universo.

No había carbono, cuando el universo comenzó con el Big Bang, hace

aproximadamente 15 mil millones de años. Era tan caliente, que toda la materia habría estado en forma de partículas, llamadas protones y neutrones.



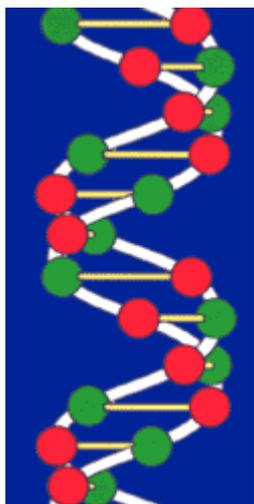
En un principio habría protones y neutrones en cantidades iguales. Sin embargo, como el universo se expandió, este se habría enfriado. Aproximadamente un minuto después del Big Bang, la temperatura habría caído a alrededor de mil millones de grados, equivalente a cientos de veces la temperatura del Sol. A esta temperatura, los neutrones comenzaron a descomponerse en más protones. Si solo hubiera sucedido esto, toda la materia en el universo habría terminado siendo como el elemento más simple, el hidrógeno, cuyo núcleo consiste en un solo protón. Sin embargo, algunos de los neutrones chocaron con los protones, y se fusionaron para formar el siguiente elemento más simple, el helio, cuyo núcleo consiste en dos protones y dos neutrones. Pero en el joven universo no se habría formado ningún elemento más pesado, como el carbono o el oxígeno. Es difícil imaginarse construir un sistema vivo, partiendo del hidrógeno y del helio, y de todos modos el universo primigenio seguía siendo demasiado caliente como para que los átomos se combinaran formando moléculas.

El universo habría continuado expandiéndose, y enfriándose. Pero algunas regiones habrían tenido densidades algo más altas que otras. La atracción gravitacional de la materia adicional en esas regiones, retrasaría su expansión, y eventualmente la pararía. En su lugar, esas regiones se colapsarían para formar galaxias y estrellas, hecho que empezó aproximadamente dos mil millones de años después del Big Bang. Algunas de aquellas estrellas tempranas habrían sido más masivas y calientes que nuestro Sol y habrían quemado el hidrógeno y helio original, transformándolo en elementos más pesados, tales como carbono, oxígeno, y hierro. Esto habría podido tomar solamente algunos cientos de millones de años. Después de eso, algunas de las estrellas habrían estallado como supernovas, y habrían dispersado los elementos pesados hacia el interior del espacio, formando la materia prima para próximas generaciones de estrellas.

Otras estrellas están demasiado lejos, como para que podamos ver directamente, si tienen planetas girando alrededor de ellas. Pero ciertas estrellas, llamadas pulsars, emiten pulsos regulares de ondas de radio. Observamos una leve variación en el índice de emisión de algunos pulsars, y esto se interpreta como un indicador de que están siendo perturbados, por la presencia de planetas del tamaño de la Tierra girando alrededor de ellas. Los planetas que giran alrededor de pulsars tienen pocas probabilidades de albergar vida, porque cualquier ser vivo habría muerto, en la explosión de la supernova que condujo a la estrella a convertirse en un pulsar. Pero,

el hecho de que se haya observado que varios pulsars tienen planetas sugiere que una fracción razonable de las cientos de miles de millones de estrellas de nuestra galaxia pueden también tener planetas. Las condiciones planetarias necesarias para nuestra forma de vida pudieron por lo tanto, haber existido a partir de cuatro mil millones de años después del Big Bang.

Nuestro Sistema Solar se formó aproximadamente hace cuatro mil quinientos millones de años, cerca de diez mil millones de años después del Big Bang, a partir



de gas contaminado con los restos de estrellas anteriores. La Tierra se formó en gran parte a partir de los elementos más pesados, incluyendo el carbono y el oxígeno. De algún modo, algunos de esos átomos llegaron a ordenarse en forma de moléculas de ADN. Este tiene la famosa forma de doble hélice, descubierta por Crick y Watson en un cuartucho situado en el Nuevo Museo, en Cambridge. Enlazando las dos cadenas en la hélice, hay pares de ácidos nucleicos. Hay cuatro tipos de ácidos nucleicos: adenina, citosina, guanina, y tiamina. Me temo que mi sintetizador del voz no es muy bueno, pronunciando sus nombres. Obviamente, no fue diseñado para biólogos moleculares. Una adenina en una cadena se empareja siempre con una tiamina en la otra cadena, y una guanina con un citosina. Así la secuencia de ácidos nucleicos en una cadena define una secuencia única y complementaria, en la otra cadena. Ambas cadenas pueden entonces separarse y cada una

actúa como una plantilla para construir otras cadenas. De este modo las moléculas de ADN pueden reproducir la información genética, cifrada en sus secuencias de ácidos nucleicos. Algunas secciones de la secuencia se pueden también utilizar para elaborar proteínas y otros productos químicos, que pueden transportar las instrucciones codificadas en secuencia, y montar la materia prima para que el propio ADN se reproduzca.

### **The Four Nucleic Acids Found in DNA, Shown in Their Pairs**

**Thymine – Adenine**

**Cytosine – Guanine**

No sabemos cómo aparecieron las primeras moléculas de ADN. La probabilidad de que una molécula de ADN se forme por fluctuaciones al azar es muy pequeña. Algunas personas, por lo tanto, han sugerido que la vida llegó a la Tierra desde alguna otra parte, y que hay semillas de vida flotando por los alrededores de la galaxia. Sin embargo, parece inverosímil que el ADN pudiera sobrevivir durante mucho tiempo a la radiación en el espacio. E incluso si pudiera, esto realmente no ayudaría a explicar el origen de la vida, porque el tiempo que necesitó el universo para lograr la formación del carbono es sólo un poco más del doble que la edad de la Tierra.

La posibilidad de formación de algo parecido al ADN, que pudiera reproducirse, es

extremadamente inverosímil. Sin embargo, en un universo con un número muy grande, o infinito, de estrellas, cabría esperar que esto ocurriera en algunos sistemas estelares, pero estarían tremendamente separados unos de otros. El hecho de que la vida llegara a suceder en la Tierra, no es sin embargo algo que nos sorprenda o inverosímil. Es solo una aplicación del Principio Antrópico Débil: si en su lugar, la vida hubiera aparecido en otro planeta, estaríamos preguntándonos por qué había ocurrido allí.

Si la aparición de vida en un planeta dado era muy inverosímil, se podía haber esperado que el proceso se alargase en el tiempo. Más exactamente, se podía haber esperado de la vida que apareciese justo a tiempo para la evolución subsiguiente de seres inteligentes, como nosotros antes del apagón, es decir antes del fin del proceso vital del Sol. Este es de cerca de diez mil millones de años, tras lo cual el Sol se expandirá y engullirá a la Tierra. Una forma inteligente de vida, podría haber dominado el viaje espacial, y podría por tanto ser capaz de escaparse a otra estrella. Pero de otro modo, la vida en la Tierra estaría condenada.

Hay evidencia fósil, de que existían ciertas formas de vida en la Tierra, hace aproximadamente tres mil quinientos millones de años. Esto pudo haber sido apenas 500 millones de años después de que la Tierra llegase a estabilizarse y a enfriarse lo bastante como para que la vida apareciera. Pero la vida habría podido tardar siete mil millones de años en desarrollarse, y todavía le sobraría tiempo para el desarrollo de seres que como nosotros, podrían preguntarse sobre el origen de la vida. Si la probabilidad del desarrollo de vida en un planeta dado, es muy pequeña, por qué sucedió en la Tierra, en tan solo 1/14 del tiempo total disponible.

La temprana aparición de vida en la Tierra sugiere que hay buenas opciones para la generación espontánea de vida, en condiciones convenientes. Quizás existieran ciertas formas más simple de organización, las cuales llegaron a construir el ADN. Una vez que apareció el ADN, este habría tenido tanto éxito, que puede ser que hubiera substituido totalmente las formas anteriores. No sabemos cuáles habrían sido estas formas anteriores. Una posibilidad es el ARN. Este es como el ADN, pero algo más simple, y sin la estructura de doble hélice. Las cortas longitudes del ARN, podían reproducirse como el ADN, y pudieron eventualmente transformarse en ADN. No se pueden crear ácidos nucleicos en el laboratorio a partir de material no-vivo, ni siquiera ARN. Pero transcurridos 500 millones de años, y contando con los océanos que cubrían la mayor parte de la Tierra, pudo haber una probabilidad razonable de que el ARN, se formase por casualidad.

Mientras el ADN se reprodujo, habrían sucedido errores al azar. Muchos de estos errores habrían sido dañinos, y habrían muerto. Otros habrían sido neutrales. Lo cual significa que no habrían afectado la función de los genes. Tales errores contribuirían a una deriva genética gradual, lo cual parece ocurrir en todas las poblaciones. Y otros errores habrían sido favorables para la supervivencia de la especie. Estos habrían sido escogidos por la selección natural Darwiniana. El proceso de la evolución biológica fue muy lento al principio. Llevó dos mil quinientos millones de años, desarrollar animales multicelulares a partir de las células más tempranas, y otros mil millones de años más el desarrollo, a través de peces y reptiles, de los mamíferos. Pero entonces la evolución pareció pegar un acelerón. En solo unos cientos de millones de años, los primeros mamíferos evolucionaron hasta nosotros. La razón es,

que los peces ya contienen una gran parte de los órganos importantes de los humanos, y los mamíferos, prácticamente todos. Es decir, todo lo que se requería para el desarrollo humano a partir de los primeros mamíferos, como los lemurs, era un poco de afinación y ajuste.

Pero con la raza humana, la evolución alcanzó un nivel crítico, comparable en importancia con el desarrollo del ADN. Este hito fue el desarrollo del lenguaje, y particularmente el del lenguaje escrito. Ello significó que existía otro tipo de información que se podía pasar de generación en generación, además de la genética a través del ADN. No ha habido cambios perceptibles en el ADN humano, causados por la evolución biológica, en los diez mil años de historia registrada. Pero la cantidad de conocimiento manejado de generación en generación ha crecido enormemente. El ADN en los seres humanos contiene cerca de tres mil millones de ácidos nucleicos. Sin embargo, mucha de la información cifrada en esta secuencia, es redundante, o está inactiva. Por tanto la cantidad total de información útil en nuestros genes, es probablemente algo que ocupa unos cientos de millones de bits. Un bit de información es la respuesta a una pregunta de rango: sí ó no. Por el contrario, una novela impresa en papel puede contener dos millones de bits de información.

**DNA**  
**100,000,000 bits**

**University Library**  
**10,000,000,000,000 bits**

Así que un ser humano es el equivalente a 50 novelas románticas de Mills & Boon (*Nota del traductor: Arlequín Mills & Boon es la empresa líder mundial en edición de novelas rosa*). Una biblioteca nacional importante puede contener cerca de cinco millones de libros, lo cual equivale a cerca de diez billones de bits. Por lo que la cantidad de información recogida en los libros, es cientos de miles de veces superior a la contenida en el ADN.

Aún más importante, es el hecho de que la información en los libros, puede cambiarse y actualizarse, mucho más rápidamente. Hemos tardado varios millones de años en desarrollarnos a partir de los monos. Durante ese tiempo, la información útil en nuestra ADN, ha cambiado probablemente en solo algunos millones de bits. De modo que el índice de evolución biológica en los seres humanos, es aproximadamente de un bit por año. Por contra, se publican cerca de 50.000 nuevos libros en lengua inglesa cada año, conteniendo del orden de cientos de miles de millones de bits de información. Por supuesto, la gran mayoría de esta información es basura, y de ninguna utilidad para cualquier forma de vida. Pero, incluso así, el ratio en el cual se puede agregar información útil es de millones, si no miles de millones, más alto que el del ADN.

Esto ha significado que hemos entrado en una nueva fase de la evolución. Al principio, la evolución procedió por obra de la selección natural, a través de mutaciones al azar. Esta fase Darwiniana, duró cerca de tres mil quinientos millones

de años, y nos produjo a nosotros, seres que desarrollaron el lenguaje para intercambiar información. Pero en los últimos diez mil años, más o menos, hemos atravesado lo que podemos llamar, una fase de transmisión externa. Durante esta, el registro interno de información, manejado por las generaciones que tuvieron éxito reproductivo, no ha cambiado perceptiblemente al ADN. Pero el registro externo, mediante libros y otras formas duraderas de almacenaje, ha crecido enormemente. Algunas personas utilizarían el término, evolución, sólo para el material genético internamente transmitido, y se opondría a que dicho término fuese aplicado a la información manejada externamente. Pero creo que esto es también un problema de estrechez de miras. Somos más que simplemente nuestros genes. Podemos no ser más fuertes, o intrínsecamente más inteligentes, que nuestros antepasados los hombre de las cavernas. Pero lo que nos distingue de ellos, es el conocimiento que hemos acumulado durante los últimos diez mil años, y particularmente, durante los últimos trescientos. Pienso que es legítimo tomar una visión de conjunto, e incluir la información transmitida externamente, tanto como al ADN, en la evolución de la raza humana.

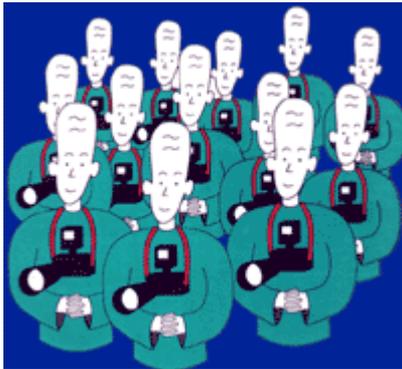
La escala de tiempo para la evolución de la información, durante el período de transmisión externo, es la de la tasa de acumulación. Esta fase solía ser de centenares, o aún de millares de años. Pero ahora esta escala de tiempo se ha reducido a cerca de 50 años, o menos. Por otro lado, los cerebros con los cuales procesamos esa información se han desarrollado solamente en la escala de tiempo Darwiniana, de cientos de miles de años. Esto está comenzando a causar problemas. En el siglo XVIII, se decía que había un hombre que había leído cada uno de los libros escritos. Pero hoy en día, si usted leyera un libro al día, le llevaría cerca de 15.000 años leer todos los libros de una biblioteca nacional. Y para cuando acabase, muchos más libros habrían sido escritos.

Esto ha significado que nadie puede ser maestro en más que una pequeña esquina del conocimiento humano. La gente tiene que especializarse, en campos más y más reducidos. Esto es probable que sea una limitación importante en el futuro. No podemos continuar ciertamente, durante mucho tiempo, con el índice de crecimiento exponencial de conocimiento que hemos tenido en los últimos trescientos años. Una limitación y un peligro aún mayor para las generaciones futuras, es que todavía conservamos los instintos, y en particular, los impulsos agresivos, que teníamos en los días del hombre de las cavernas. Las agresiones, tales como la subyugación o el asesinato de otros hombres para tomar sus mujeres y su alimento, ha representado una ventaja definitiva para la supervivencia, hasta el presente. Pero ahora podría destruir a la raza humana entera, y a gran parte del resto de seres vivos de la Tierra. Una guerra nuclear, sigue representando el peligro más inmediato, pero existen otros, tales como el lanzamiento de virus rediseñados por ingeniería genética. O que el efecto invernadero llegue a tornarse inestable.

No queda tiempo, para esperar a que la evolución Darwiniana, nos haga más inteligentes, y mejore nuestra naturaleza. Pero ahora estamos entrando en una nueva fase, que podría ser llamada, evolución de auto-diseño, en la cual podremos cambiar y mejorar nuestra ADN. Existe un proyecto en marcha hoy en día para trazar la secuencia entera del ADN humano. **(Nota del traductor: La charla es anterior a 1993, y el proyecto Genoma Humano empezó en 1990 y acabó en el 2000)** Costará algunos miles de millones de dólares, pero eso es pecata minuta, para un

proyecto de esta importancia. Una vez que hayamos leído el libro de la vida, comenzaremos a escribir las correcciones. Al principio, estos cambios estarán confinados a la reparación de defectos genéticos, como la fibrosis quística, y la distrofia muscular. Estas son controladas por genes sencillos, así que son bastante fáciles de identificar, y de corregir. Otras cualidades, tales como la inteligencia, son probablemente controladas por una gran cantidad de genes. Será mucho más difícil encontrarlos, y descubrir las relaciones entre ellos. Sin embargo, estoy seguro de que durante el próximo siglo, la gente descubrirá cómo modificar tanto la inteligencia, como los instintos agresivos.

Se aprobarán leyes contrarias a la ingeniería genética en seres humanos. Pero algunas



personas no podrán resistirse a la tentación, de mejorar ciertas características humanas, tales como el tamaño de la memoria, la resistencia a las enfermedades, y el alargamiento de la vida. Una vez que aparezcan semejantes super-seres humanos, va a haber problemas políticos importantes, con el resto de seres humanos no mejorados, que no podrán competir. Probablemente, estos últimos morirán, o perderán importancia. En su lugar, habrá una raza de seres auto-diseñados, que irán mejorándose en un porcentaje cada vez mayor.

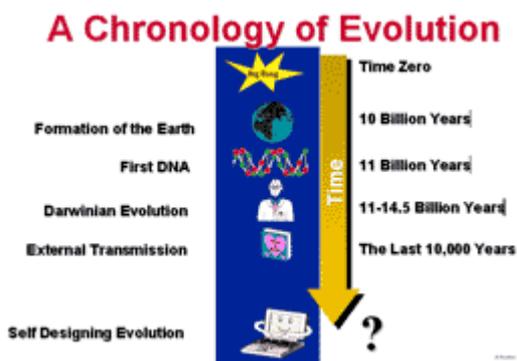
Si esta raza consigue reajustarse, hasta reducir o eliminar el riesgo de autodestrucción, probablemente se expandirá, y colonizará otros planetas y estrellas. Sin embargo, los viajes espaciales a través de grandes distancias, serán difíciles para las formas de vida con base química, como el ADN. El curso de vida natural para tales seres es muy breve, comparado con el tiempo del viaje. Según la teoría de la relatividad, nada puede viajar más rápidamente que luz. Por lo que el viaje de ida y vuelta a la estrella más cercana tomaría por lo menos 8 años, y al centro de la galaxia, alrededor de cien mil años. En la ciencia ficción, se superan estas dificultades, mediante deformaciones del espacio, o viajando a través de otras dimensiones. Pero no creo que esto sea posible jamás, no importa lo inteligentes que se vuelvan. En la teoría de la relatividad, si algo puede viajar más rápidamente que luz, también puede viajar hacia atrás en el tiempo. Esto nos conduciría a problemas con la gente que vuelve desde el futuro, para cambiar el pasado. Cabría esperar además, haber visto a una gran cantidad de turistas llegando desde el futuro, curiosos por observar nuestras costumbres pintorescas y pasadas de moda. Puede que sea posible utilizar la ingeniería genética, para hacer que la vida basada en ADN sobreviva indefinidamente, o por lo menos durante cien mil años. Pero hay una forma más sencilla, y que ya casi está dentro de nuestras posibilidades, que sería la de enviar máquinas. Estas se podrían diseñar para que durasen el tiempo suficiente para soportar el recorrido interestelar. Cuando llegasen a una nueva estrella, podrían aterrizar en un planeta conveniente, y extraer material de las minas para producir más máquinas, las cuales podrían ser enviadas hacia otras estrellas. Estas máquinas serían una nueva forma de vida, basada en componentes mecánicos y electrónicos, en lugar de macromoléculas. Podrían eventualmente sustituir a la vida basada en ADN, tal y como el ADN pudo haber sustituido a otras formas anteriores de vida.

Esta vida mecánica podría también ser auto-diseñada. Por ello, parece que el período de transmisión externa de la evolución, habría sido solo un corto interludio, entre la fase Darwiniana, y la fase (biológica o mecánica) de auto-diseño. Esto se muestra en el diagrama siguiente, que no es a escala, porque no hay forma alguna de representar un período de diez mil años en una escala de miles de millones de años.

Cuánto tiempo durará la fase de auto-diseño, es algo discutible. Puede ser inestable, y la vida podría destruirse a si misma, o llegar a un callejón sin salida. Si no lo hace, debería poder sobrevivir a la muerte del Sol, aproximadamente dentro de 5 mil millones de años, moviéndose a planetas situados alrededor de otras estrellas. La mayoría de las estrellas se habrán quemado dentro de otros 15 mil millones de años, más o menos, y el universo se acercará a un estado de completo desorden, según la Segunda Ley de la Termodinámica. Pero Freeman Dyson ha demostrado que, a pesar de esto, la vida podría adaptarse a la fuente siempre decreciente de energía ordenada, y por lo tanto podría, en principio, continuar su existencia para siempre.

¿Qué oportunidades tenemos de encontrar alguna forma de vida alienígena, mientras exploramos la galaxia?. Si la discusión sobre la escala de tiempo para la aparición de vida en la Tierra es correcta, debe haber muchas otras estrellas, cuyos planetas alberguen vida. Algunos de estos sistemas estelares podrían haberse formado cinco mil millones de años antes que la Tierra. Luego, ¿por qué la galaxia no está bullendo de formas de vida auto-diseñadas, mecánicas o biológicas? ¿Por qué la Tierra no ha sido visitada, o incluso colonizada?. No tendré en cuenta las sugerencias de que los OVNIS transportan a seres del espacio exterior. Creo que cualquier visita alienígena, sería mucho más obvia, y probablemente también, mucho más desagradable.

¿Cuál es la explicación del por qué no nos han visitado? Una posibilidad es que la discusión, sobre la aparición de vida en la Tierra, es incorrecta. Tal vez la probabilidad de que la vida aparezca espontáneamente es tan baja, que la Tierra es el único planeta en la galaxia, o en el universo observable, en el cual sucedió. Otra posibilidad es que exista una probabilidad razonable para que se formen sistemas de auto reproducción, como las células, pero que la mayoría de estas formas de vida no desarrollaron la inteligencia. Solemos creer en la vida inteligente, como una consecuencia inevitable de la evolución. Pero el Principio Antrópico debería advertirnos para que fuéramos cuidadosos con tales argumentos. Es más probable que la evolución sea un proceso al azar, donde la inteligencia es simplemente uno más entre una gran cantidad de resultados posibles. No está claro que la inteligencia tenga un valor de supervivencia a largo plazo. Las bacterias, y otros organismos unicelulares, seguirán viviendo, aún cuando el resto de la vida en la Tierra fuese barrida por nuestras acciones. Hay por tanto apoyos para la visión de que la inteligencia, es un desarrollo poco probable de la vida en la Tierra, desde la cronología de la evolución. Tomó un tiempo muy largo, dos mil quinientos millones de años, llegar a partir de las células hasta los seres



multicelulares, los cuales son precursores necesarios para la inteligencia. Esta es una buena fracción del tiempo total disponible, antes de que el sol se destruya. Lo cual daría consistencia a la hipótesis, de que la probabilidad para que la vida inteligente se desarrolle, es baja. En ese caso, cabe esperar que encontremos muchas otras formas de vida en la galaxia, pero es poco probable encontrar vida inteligente. Otro modo, mediante el cual la vida podría fracasar en su intento de desarrollarse hasta un escenario de inteligencia, sería la de que un asteroide o cometa colisionase con el planeta. Acabamos de observar la colisión de un cometa, el Schumacher-Levi, con Júpiter. Esto produjo una serie de bolas de fuego enormes. Se cree que la colisión de un cuerpo algo más pequeño, con la Tierra, hace cerca de 70 millones de años, fue responsable de la extinción de los dinosaurios. Algunos pequeños mamíferos tempranos sobrevivieron, pero cualquier cosa tan grande como un humano habría sido aniquilada casi con toda certeza. Es difícil decir cuan a menudo ocurren tales colisiones, pero una conjetura razonable sobre este promedio, puede ser cada veinte millones de años. Si esta cifra es correcta, significaría que la vida inteligente en la tierra ha aparecido, únicamente gracias al hecho afortunado de que no ha habido colisiones importantes en los últimos 70 millones de años. Otros planetas en la galaxia, en los cuales la vida hubiera aparecido, pudieron no haber tenido un período libre de colisiones lo suficientemente largo como para desarrollar seres inteligentes.

Una tercera posibilidad es que durante la fase de transmisión externa haya una probabilidad razonable para que la vida se forme, y se desarrollen los seres inteligentes. Pero en ese punto, el sistema llega a ser inestable, y la vida inteligente se destruye. Esta sería una conclusión muy pesimista. Y en verdad deseo mucho que

#### Why Have We Not Been Visited?

1. The probability of life appearing is very low
2. The probability of life is reasonable but the probability of intelligence is low
3. The probability of evolving to our present state is reasonable, but then civilization destroys itself
4. There is other intelligent life in the galaxy, but it has not bothered to come here

no sea así. Prefiero una cuarta posibilidad: la de que hay otras formas de vida inteligente ahí fuera, pero que se nos han pasado por alto. Existía un proyecto llamado SETI, la búsqueda de inteligencia extra-terrestre. Este implicaba la exploración de radiofrecuencias, para ver si podríamos captar señales emitidas por civilizaciones extraterrestres. Creo que merecía la pena apoyar este proyecto, aunque fue cancelado debido a una carencia de fondos.

Pero deberíamos ser cuidadosos y no contestar, hasta que nos hayamos desarrollado un poquito más. Descubrir una civilización más avanzada, en nuestra actual etapa, puede ser un poco como cuando los habitantes originales de América se encontraron con Colón. Creo que estaban mejor antes de ello.

Eso es todo lo que tengo que decir. Gracias por escuchar.