

Publicado en: "Principia"  
Revista Cultural de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado  
Diciembre 2001. N. 18 pp.12-18

## LA ASTROBIOLOGIA, UN MARCO PARA LA DISCUSION DE LA RELACIÓN HOMBRE -UNIVERSO

**Prof. Julián Chela-Flores**

*The Abdus Salam International Centre of Theoretical Physics*  
Miramare P.O. Box 586; 34100 Trieste, Italia  
and  
*Instituto de Estudios Avanzados*  
Apartado 17606 Parque Central, Caracas 1015A, Venezuela

### Universalidad en la evolución de la vida

Una profunda apreciación del ser humano y su posición en el Universo puede ser racionalizada en termino del poder creativo de la selección natural <sup>1</sup>. En este trabajo ilustraremos la notable contribución de Charles Darwin (1809-1882) en relación a los pasos principales de la línea evolutiva que procede desde una bacteria hasta la generación de la humanidad.

El enfoque de dos movimientos filosóficos del siglo XX ha estimulado la incorporación de las ideas de Darwin dentro de un amplio ámbito cultural. En el *pragmatismo* consideramos que las ideas pueden transformarse en realidad en la medida que ellas nos ayuden a establecer relaciones satisfactorias con otras partes de nuestra experiencia. El *fisicalismo* mantiene que todas las leyes de la Naturaleza, incluyendo aquellas que son aplicables a los organismos vivientes, son consecuencias lógicas de las leyes necesarias para la explicación de los procesos inorgánicos.

Ya dentro del pragmatismo, John Dewey <sup>2</sup> discutía algunas de las consecuencias de la evolución a través de la selección natural. Willard Van Quine, quien se mantuvo bajo la influencia del pragmatismo nunca abandonó el fisicalismo, influenciado por el grupo llamado 'Círculo de Viena' (o sea, un grupo de filósofos asociados a la Universidad de Viena durante la segunda y tercera décadas del siglo pasado, quienes intentaron añadir el rigor de la lógica matemática a la tradición empírica).

Quine fue expuesto a esta doctrina en la primera etapa de su formación. De hecho, en 1960 Quine desarrolló teorías del significado las cuales tienen sus raíces firmemente en la biología<sup>3</sup>. Más recientemente Daniel Dennett, quien estuvo durante su formación bajo la influencia de Quine, ha discutido ampliamente las implicaciones culturales de la evolución biológica a través de la selección natural<sup>4</sup>.

Del punto de vista de la teología, la reciente reflexión que la evolución "es algo más que una hipótesis"<sup>5</sup> enfatiza la verdadera revolución iniciada por el descubrimiento de Darwin. Esto ilustra el hecho que las implicaciones del mecanismo de la evolución abarcan la biología y además toda la cultura contemporánea.

Darwin inicia sus explicaciones, por decirlo en términos sencillos, 'en el medio', o sea con los organismos vivientes. Sabiamente para un científico que se desenvolvía a mediados del siglo XIX, los dos extremos del problema fueron evitados: tanto *el origen de la vida en la Tierra*, así como también la posible *distribución de la vida en el Universo*.

## **La astrobiología**

A pesar que a comienzos del siglo XXI todavía la solución final a estos problemas se nos escapa, algunos de los primeros pasos para establecer la vida en la Tierra ya han sido racionalizados en el laboratorio: el área de investigación a la cual nos referimos es la evolución química. Los principales problemas y técnicas necesarias para el estudio de la distribución de la vida en el Universo ya han sido estudiados. Deseamos comentar brevemente sobre estos dos problemas, los cuales hoy son incluidos dentro de la astrobiología (la nueva ciencia del origen, evolución, distribución y destino de la vida en el Universo). En la época de la publicación del "Origen de las Especies" (1859) tales cuestiones fueron evitadas por Darwin.

Alexander Oparín estableció las bases científicas para el estudio del origen de la vida; más precisamente el químico ruso estableció las bases para la evolución química.

Este largo período que ha transcurrido desde que fueron tomados los primeros pasos de la evolución química no ha sido suficiente para resolver el problema de nuestros orígenes, sin embargo hay un convencimiento general que la universalidad de las leyes que hoy conocemos en las ciencias básicas pueden llevar a la eventual comprensión del origen de la vida en la Tierra hace unos 4

'millardos' de años. (El término millardo es adoptado para evitar ya sea el anglicismo 'billón', como también la frecuente repetición de la frase 'miles de millones'.) Pero, lo que es más relevante desde nuestro punto de vista, es que también conocemos los rasgos principales de la evolución biológica hasta la aparición de la inteligencia en organismos multicelulares, hecho que ocurrió sólo durante los últimos 2-3 millones de años. Los organismos en donde el fenómeno de la inteligencia ha llegado a su máxima expresión evidentemente son los seres humanos.

Los homínidos se separan de los otros primates en el Mioceno superior, hace unos 7 millones de años. Esto ocurre debido a considerables cambios geológicos en el Africa occidental. Desde el origen de los seres humanos no siempre fueron los homínidos quienes tuvieron el máximo grado de encefalización (o sea que dado un homínido y otro mamífero de equivalente tamaño, no era el homínido quien tuviese el cerebro de mayor tamaño). El caso específico de encefalizaciones equivalentes concierne a nuestro ancestro el *Australopithecus* y a algunos cetáceos (delfines y ballenas).

Por otro lado, veremos que debido al enorme progreso en el área de la ciencia y de la tecnología, en la segunda parte del siglo XX se nos imponen dos vías de investigación al segundo problema que fue evitado por Darwin: la distribución de la vida en el Universo.

En este caso dos componentes entran dentro de nuestros objetivos principales:

(a) La búsqueda de organismos multicelulares (en sistemas solares vecinos) que hayan llegado a un nivel de inteligencia similar al nuestro y que estén en capacidad de comunicarse por medio de ondas de radio, o cualquier otra frecuencia en el espectro electromagnético. Este es el programa de investigación en radio astronomía que Frank Drake inicia en los años sesenta del siglo XX <sup>6</sup>. Este esfuerzo se conoce como el proyecto SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence).

(b) En segundo lugar tenemos la detección, a través de misiones espaciales, de los primeros pasos de la evolución hacia la inteligencia dentro de nuestro propio sistema solar <sup>7</sup>. En otras palabras, el segundo aspecto que resaltaremos será la búsqueda de microorganismos que hayan sido sujetos a la transición hacia las células verdaderamente (en griego 'eu') con núcleos ('*karyon*'). Por esta razón, a las células que poseen núcleos se les llama 'eucarióticas'. Tales núcleos están compuestos de lípidos y otras biomoléculas. Hay suficiente evidencia en micropaleontología que nos induce a pensar que hace dos millardos de años la eucariogénesis ya había ocurrido en la Tierra. Este singular fenómeno es importante, ya que la célula eucariótica caracteriza a todas las especies que han

logrado un alto grado de encefalización en la Tierra.

Nuestro principal propósito es mostrar como estos dos objetivos de la astrobiología están basados respectivamente en dos ramas científicas desarrolladas en la segunda parte del siglo pasado, la radio astronomía y la biología molecular.

En resumen, deseamos poner en evidencia como la astrobiología puede conducirnos a comprender mejor, aspectos científicos, filosóficos y teológicos sobre nuestra posición en el universo.

### **Marco cultural de la relación hombre-Universo**

Deseamos distinguir dos aspectos del marco cultural de la relación hombre-Universo:

(i) El primero es que consideraremos "*marco cultural*" en su más amplio sentido, incluyendo el arte, la teología, la filosofía y la ciencia.

(ii) El segundo aspecto se refiere a la comprensión de la verdadera posición nuestra en el Universo.

Tres grandes barreras se han interpuesto al progreso. Dos de ellas ya han sido eliminadas: el geocentrismo y el antropomorfismo. Sin embargo, queda por lo menos otra barrera: el *biocentrismo* (o sea, la suposición que la vida sólo se originó en la Tierra). Podemos abordar el tema central de nuestro interés con una pregunta que a primera vista no parece estar relacionada con nuestro tema:

*¿Cuáles condiciones causan que una nación produzca grandes hombres?*

Para apreciar la cultura en su amplio sentido, en la próxima sección ilustraremos los estrechos vínculos que ya existen entre las diversas ramas de la cultura. En primer lugar, Bertrand Russell (1872-1970), en una singular entrevista

<sup>8</sup>, propone una respuesta que nos permite ilustrar los dos aspectos principales de la relación hombre-Universo, a los cuales ya hemos aludido. Según este filósofo revisando la historia apreciamos que países que han sido poderosos políticamente y luego cesan de serlo, pierden culturalmente; por consiguiente, seres que podrían ser culturalmente grandes, cesan de tener la confianza en sí mismos necesaria para hacer cualquier cosa grande. Russell enfatiza que hombres de pensamiento original siempre han sido expuestos a persecuciones.

Dos personajes ligados a la potentísima República Veneciana, la cual mantuvo su poder por un milenio, se ajustan a la respuesta russelliana sobre la prosperidad de las naciones y su relación a la producción de las grandes contribuciones a la cultura universal.

### **Vínculos entre las culturas**

En 1840 el pintor inglés Joseph Mallord William Turner (1775-1851), inspirado por la Ciudad de San Marco anticipa en las artes plásticas a todos sus contemporáneos, como, por ejemplo al pintor James Holland (1799-1870), quien cedió a la tentación figurativa de reproducir la belleza del Canal Grande en su obra "*El Canal Grande*", conservada en la Galería Tate de Londres.

Turner más bien transforma todo en puro color. Tanto la luz como los sentimientos son expresados a través del color. Su "*Vista de Venecia: Atardecer*", también conservada en la Galería Tate, se aleja radicalmente de sus contemporáneos al evitar el énfasis de la espléndida arquitectura bizantina, ya evidente en la obra de Holland. Críticos de arte de su época solían referirse con desprecio a estos avances del solitario pionero inglés <sup>9</sup>.

Medio siglo más tarde llega a Venecia una notable pareja francesa: en el mes de Octubre de 1908 Alice y Claude Monet comienzan una permanencia de dos meses. Esta ciudad de nuevo inspira obras magistrales. En "*Góndolas en Venecia*", actualmente en el Museo de Bellas Artes de Nantes (Francia), Monet (1840-1926) ya al final del período impresionista no sólo busca la abstracción de la realidad inspirada en la luz, lo cual había caracterizado a los impresionistas. Más bien Monet lleva la abstracción impresionista también hacia el color, camino señalado por Turner medio siglo antes.

Ya sea Turner, o Monet, por medio del arte buscan la esencia de las imágenes percibidas por el ojo humano. David Hume (1711-1776) en su "*Tratado de la Naturaleza Humana*" había distinguido las percepciones de la mente en impresiones e ideas. El crítico de arte, Kenneth Clark <sup>10</sup> sugiere una asociación entre la abstracción artística y la filosofía de Hume que buscaba sustento en la ciencia de Isaac Newton (1642-1727). Ya Newton en su "*Opticks*"

había estudiado la naturaleza de luz y color.

No deseo profundizar en estas reflexiones. Sirvan ellas sólo como un esbozo de las íntimas relaciones que se pueden establecer entre las diversas manifestaciones de la cultura. Con Turner y Monet, inspirados por la irrepetible grandeza de la República Veneciana, podemos sugerir relaciones estrechas entre el arte, la filosofía y la ciencia.

En la Capilla de los Scrovegni (en Padua) tenemos otro ejemplo de una interacción entre la ciencia y el arte. Giotto (1267-1337), de quien no conocemos su nombre completo, trabajó entre 1304 y 1306 en la decoración de la Capilla patavina. La pintura mural del nacimiento de Jesús incluye un cometa para representar la estrella de Belén. Se cree que Giotto haya usado una de las apariciones del cometa Halley como modelo. Cuatro siglos más tarde, la regularidad de su órbita será propuesta por la teoría universal de la gravedad.

Más recientemente, en nuestros días el artista Jon Lomberg, quien colabora con la Sociedad Planetaria en California, ha ilustrado el papel del artista en la comunicación de la ciencia. Con sus hermosas ilustraciones sobre cuerpos dentro y fuera del Sistema Solar, Lomberg sugiere la importancia de la frontera ciencia y arte. Queda plasmada en algunas de sus pinturas el origen del DNA como consecuencia de traer a la Tierra primitiva los elementos químicos, de los cuales está formada la molécula básica de nuestros genes.

Vínculos entre el arte y la religión fueron abundantes durante el Renacimiento. Un ilustre pintor veneciano, Jacopo Robusti 'el Tintoretto' (1519-1594) en su obra "*La creación de los animales*", conservada en la Galería de la Academia, nos presenta un Dios antropomórfico generando la creación de los animales. El origen de la vida fue dominio exclusivo de la teología hasta el advenimiento e las revolucionarias teorías de Darwin y Oparín.

### **¿Cuál es la real posición de la humanidad en el Universo?**

Por otro lado, la respuesta de Russell puede ser ilustrada con un ejemplo más contundente. La Serenissima República Veneciana ofreció libertad de expresión, investigación y desarrollo de técnicas, así como también estímulo material para quienes contribuyeran por medio de la vida académica a incrementar el conocimiento. La antiquísima Universidad de Padua acoge a Galileo Galilei (1564-1642) por 18 años. El telescopio ya había sido descrito por Giovan Battista Porta <sup>11</sup> en la edición de 1589 de su libro "*Magia naturale*"; pero en manos de Galileo el novedoso instrumento mejora considerablemente.

El genio de Galileo, actuando en la libertad ofrecida por la poderosa

Venecia, consiste en implementar un debate en base de precisas observaciones sobre las teorías ya conocidas, como la rotación de la Tierra sobre su eje y alrededor del Sol, es decir la teoría heliocéntrica de Nicolás Copérnico (1473-1543). De esta manera se elimina la necesidad de apelar a la revelación para la comprensión de un aspecto de nuestra posición en el Universo.

Galileo, hombre de pensamiento original, no se escapa a las persecuciones mencionadas por Russell. Al dejar su posición en la Universidad de Padua, Galileo pierde la protección ofrecida por la República Veneciana<sup>12</sup>. El pontífice Urbano VIII (1623-1644) permitió el proceso de Galileo en 1633. Era previsible. Ya el Papa Gregorio IX (1227-1241) instauraba la Inquisición en 1233, hacía más de 3 siglos. Con el tiempo ese instrumento fue usado para combatir herejía, brujería, alquimia y otras nefastas desviaciones, entre las cuales se suponía entonces estaba incluida la teoría de Copérnico. Hubo que esperar hasta el 30 de Octubre, 1992 para la rehabilitación del matemático patavino por parte del actual pontífice.

Este segundo ejemplo nos da la base para introducir la parte principal de nuestro trabajo: En nuestra búsqueda de la posición de la humanidad, dos etapas son cruciales: la caída del geocentrismo con las observaciones de Galileo y la posterior caída del antropocentrismo con el trabajo de Darwin. Hay que resaltar que la plena desaparición del antropocentrismo, como ya enfatizamos al comienzo de este trabajo, tuvo que esperar hasta 1996, cuando Juan Pablo II declara que se podría considerar la teoría de la evolución algo más que una hipótesis.

Dos temas, por consiguiente, dominan nuestro pensamiento: en primer lugar, la estrecha unidad de las diferentes manifestaciones de la cultura. En segundo lugar, debemos considerar la posibilidad de la eventual caída del 'biocentrismo'. Esta es la última barrera que no ha sido aún superada en nuestro permanente ascenso hacia el reconocimiento de la real posición de la humanidad en el Universo.

La mayor parte de los científicos no argumentaríamos que la vida terrestre está sola en el Universo. Sin embargo, a pesar de notables esfuerzos ya mencionados, nadie ha logrado elaborar exitosamente las bases científicas para el repudio del biocentrismo. Tal progreso deberá estar basado sobre las sólidas bases de la tradición científica iniciada por Galileo, es decir, claras hipótesis apoyadas por observaciones precisas y que puedan ser repetidas.

### **¿Tiene la humanidad una posición especial entre los organismos vivientes?**

Algunas interpretaciones de la Teoría de la Evolución parecerían favorecer una

posición diferente a la de los radio astrónomos que se han dedicado a la búsqueda de la vida inteligente. Las razones que han conducido a esta dicotomía se radican en argumentos basados en la taxonomía.

Los seres humanos representan sólo una especie entre 4 mil especies de mamíferos. Los mamíferos, por su parte, son un pequeño grupo de unas 20 mil especies de vertebrados. A su vez los vertebrados resultan una pequeña fracción cuando se comparan con el millón de especies de insectos. Eso nos da una perspectiva real de la posición de la humanidad dentro de la totalidad de los organismos vivientes.

Podemos aceptar que existe una evidente complejidad reflejada en el número de neuronas que observamos en los humanos en comparación con, por ejemplo, *Caenorhabditis elegans*. Este anélido tiene sólo unas 300 neuronas! Sin embargo, insistir que la posición de los humanos en el Universo es especial está en bases inseguras.

La conclusión de esta línea de argumentación es que ninguna tendencia podría ser seleccionada como *el indicador* de una posición especial de una especie entre los 30 millones en que se estima la totalidad de las especies que actualmente existen en la Tierra.

Por otro lado, la evolución de la inteligencia en los humanos introduce un factor adicional, *la evolución cultural*, la cual es particularmente difícil de estudiar sobre una escala geológica del tiempo. La cultura en los humanos es un fenómeno reciente, debido a que su evolución no va más allá de 2 millones de años antes del presente.

Indicadores claros de cultura datan desde los magdalenios, cuya antigüedad podemos medir en miles de años, más bien que en millones, o millardos de años. *Homo sapiens* es capaz de dar respuestas flexibles a cambios ambientales. La cultura podría ser finalmente un indicador para diferenciar al *H. sapiens* de otras especies.

Sin embargo, debemos resaltar que hay un acuerdo general que en un ambiente extraterrestre la evolución no reproduciría a la humanidad de nuevo.

Por otro lado, no podemos evitar la consideración de que un nivel de inteligencia equivalente al de los humanos (por ejemplo en relación a un comportamiento inteligente análogo al nuestro) podría ser logrado como consecuencia de los factores evolutivos que ya hemos identificado en la Tierra. Esta posibilidad es independiente de los detalles particulares del árbol de la vida<sup>13</sup> que en otros mundos ya hayan elevado microorganismos hasta organismos de comportamiento inteligente. Podemos ilustrar con un ejemplo que la aparente imposibilidad de repetir el proceso que condujo a la emergencia de la humanidad, no sea el punto central en nuestra búsqueda del apropiado marco cultural para la relación hombre-universo.

Para lograr este objetivo es útil recordar lo que dijimos anteriormente:



decimos que los organismos con el mismo tamaño de cuerpo, pero con cerebros más grandes, son organismos más 'encefalizados'<sup>14</sup>.

El nivel de encefalización se correlaciona bastante bien con algunos indicadores de inteligencia, tales como capacidad de resolver problemas. El caso del chimpancé no es muy útil, ya que su grado de encefalización es sólo un tercio del nuestro. Además, su evolución es muy cercana al *Homo sapiens*, ya que la totalidad de sus genes - sus correspondientes 'genomas' - coinciden en un 90%. Hasta hace unos 7 millones de años antes del presente nuestros ancestros todavía no se habían separado de otros primates en líneas evolutivas independientes.

Resulta mucho más útil establecer una comparación entre humanos y cetáceos (delfines y ballenas). Algunas especies de delfines tienen un grado de encefalización de un 65% del *H. sapiens*. Además, por ser mamíferos que tienen 60 millones de años de evolución en un medio acuático, su cerebro es considerablemente diferente al del chimpancé. Por otro lado, si observamos la evolución de los delfines, salta a la vista el hecho que su grado de encefalización es superior al del *Australopithecus*. También es superior a nuestros ancestros homínidos, como el *H. habilis*. Lo que es aún más notable es que el grado de encefalización de nuestro ancestro más cercano, el *H. erectus* no era apreciablemente superior al de algunos delfines.

## Discusión

Estamos viviendo un momento de expansión del número de personas que se interesan en el problema del origen de la vida. Por lo general algunos teólogos han evitado informarse sobre nuestro fascinante campo de investigación, principalmente debido a algunas dificultades que han persistido por un largo período. En particular, para mencionar sólo un punto difícil de común interés, podemos recordar el origen de la humanidad. Una de los principales escollos para un diálogo sobre esta cuestión podría ser como leer los libros sagrados de las diversas tradiciones religiosas.

Esta actitud ha perdurado por casi dos milenios, a pesar de la muy clara posición adoptada por San Agustín en su obra *La Ciudad de Dios*<sup>15</sup>, cuando recomendaba optar por una interpretación alegórica del texto sagrado, cuando hubiese una contradicción con la ciencia. Una reciente posición análoga corresponde a algunos aspectos del mensaje que Juan Pablo II leyese a los miembros de la Academia Pontificia de Ciencias el 22 de Octubre de 1996. El motivo de la reunión fue debido a la discusión en el seno de la Academia del origen y evolución de la vida. En dicho mensaje fue definido el tema que

nosotros hemos escogido para este trabajo (el origen de la vida en el universo), el cual interesa a la Iglesia, ya que la Revelación contiene enseñanzas concernientes a la naturaleza y orígenes del hombre <sup>16</sup>. Estimamos que esta posición ha abierto un fructífero diálogo entre científicos, filósofos y teólogos. Como hemos tratado de demostrar en este trabajo, independiente de la rama de la cultura que practiquemos, todos nosotros estudiamos cuestiones relativamente vecinas.

Estos pasos recientes de acercamiento entre las culturas, las cuales una vez estuvieron aparentemente muy alejadas, sólo puede reforzar el ya considerable florecimiento del estudio integrado del origen, evolución distribución y destino de la vida en el Universo, temas ya reunidos en la nueva ciencia de la astrobiología; ella invita a un diálogo constructivo e interdisciplinario entre las ciencias y las humanidades.

Podemos concluir diciendo que no tenemos respuesta para la pregunta:

*¿Existen otros mundos habitados?*

Pero por lo dicho anteriormente podemos ser optimistas sobre la obtención de una respuesta positiva. Es más, esperamos que nuestra propia generación pueda dar respuesta a una de las más importantes preguntas que se han podido formular hasta el presente:

*¿Cuál es la relación entre nuestra propia evolución, la cual ha llevado un organismo unicelular primordial hasta la génesis de la humanidad, y otra evolución independiente, ya sea dentro del Sistema Solar, o en otros sistemas solares?*

Quisiéramos concluir con una observación. Ya Mayz Vallenilla <sup>17</sup> ha analizado algunas de las consecuencias de haber superado las visiones restringidas del geocentrismo y antropocentrismo. El rechazo del geocentrismo es evidente debido al binomio de Copérnico y Galileo. El antropocentrismo, suponía que el hombre era el centro de todas las cosas, lo cual fue descartado en vista de la revolución darwiniana.

La revolución actual que estamos atravesando con la nueva ciencia de la astrobiología nos induce a pensar que no es prematuro reflexionar sobre lo que significaría el abandono del punto de vista del *biocentrismo*.

Como hemos repetido en el pasado, la posible restricción de la vida sólo en la Tierra, es una suposición que ha sido mantenida elocuentemente por el

ilustre biólogo francés Jacques Monod, quien opinó que el hombre sabe al fin que él está solo en la inmensidad del insensible Universo, en el cual él ha emergido sólo por casualidad <sup>18</sup>.

Considero que este trabajo le demuestre al lector de "Principia" que uno de los más grandes logros en la historia de la ciencia, y de la cultura en general, sería el abandono del biocentrismo por razones puramente científicas, ya sea a través de misiones espaciales exitosas <sup>7</sup>, o por el eventual éxito del proyecto SETI <sup>19</sup>.

### **Bibliografía General**

Los temas tratados en el presente trabajo pueden ser ampliados con la lectura de los siguientes libros:

Julián Chela-Flores (2001). *The New Science of Astrobiology From Genesis of the Living Cell to Evolution of Intelligent Behavior in the Universe*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands.

Julián Chela-Flores, Guillermo A. Lemarchand, and Juan Oro (2000). *Astrobiology: Origins from the Big Bang to Civilisation*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands.

Julián Chela-Flores, Tobias Owen, and François Raulin (2001). *The First Steps of Life in the Universe*. Proceedings of the Sixth Trieste Conference on Chemical Evolution. Trieste, Italy, 18-22 September, 2000. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands.

### **Referencias bibliográficas**

1. Charles Darwin (1859). *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life*. London: John Murray.

2. John Dewey (1910). *The influence of Darwin on Philosophy*. New York: Holt. [Reprinted by Bloomington: Indiana University Press, 1965.]

3. Willard Van Orman Quine (1960). *Word and Object*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

4. Daniel C. Dennett (1995). *Darwin's Dangerous Idea*. Penguin: London.
  
5. John Paul II (1996). *Papal Message to the Pontifical Academy of Sciences of 22 October 1996* : Commentarii 4, N.3. Vatican City 1997. pp. 15-20.
  
6. Frank Drake and Dava Sobel (1992). *Is there anyone out there? The scientific search for Extraterrestrial Intelligence*. D. Delacorte Press: New York.
  
7. Joan Horvath, Frank Carsey, James Cutts, Jack Jones, Elizabeth Johnson, Bridget Landry, Lonnie Lane, Gindi Lynch, Julian Chela-Flores, Tzyy-Wen Jeng and Albert Bradley (1997). *Searching for ice and ocean biogenic activity on Europa and Earth*. Proceedings of Optical Science, Engineering, and Instrumentation SD 97 Symposium: Instruments, Methods and Missions for Investigation of Extraterrestrial Microorganisms. The International Society for Optical Engineering, Bellingham, WA, USA. pp. 490-500.
  
8. Bertrand Russell (1961). *Entrevista*. John Chandos, productor y editor. Grabación distribuída por Pye Records: Londres. Sección: "Background to National Greatness".
  
9. Fondazione Giorgio Cini (1997). *Venezia da Stato a Mito*. Marsilio Editori: Venezia.
  
10. Kenneth Clark (1969). *Civilisation*. Harper: Londres.
  
11. Piero Bianucci (1997). *Stella per Stella. Guida Turistica del Universo*. Giunti: Firenze.
  
12. Francesco Bertola(1992). *Da Galileo alle Stelle*. Biblos Edizioni: Padova.
  
13. Christian De Duve (1995). *Vital dust: Life as a cosmic imperative*. Basic Books.
  
14. Lori Marino (1997). *Our search for "Intelligent Life" Its evolution on Earth can inform the possibilities of its emergence elsewhere*. Bioastronomy News **9**, Number 3, pp.1-2
  
15. St. Augustine (1984). *City of God*. Penguin Classics: London.
  
16. John Paul II (1996). *Papal Message to the Pontifical Academy of Sciences of 22 October 1996*. L'Osservatore Romano Edición N. 44; 30 Octubre. p.3 y p. 7 Recomendamos el texto en su

versión original (Francés): *Commentarii* 4, N.3. Vatican City 1997. pp. 15-20.

17. Ernesto Mayz Vallenilla (2000). *Astrofísica y Metatecnica*. Principia 14, 3-7.

18. Jacques Monod (1972). *Chance and Necessity*. Collins: London. pp. 187.

19. Julián Chela-Flores (2001). *Search for microorganisms on Europa and Mars in relation with the*

*evolution of intelligent behavior on other worlds*. Informe Especial de la Agencia Espacial Europea ESA SP **496**. (En prensa.)