

# MITOS, RELIGIÓN Y BIOLOGÍA MODERNA

Aurelio Serrano. Universidad de Sevilla

**Resumen:** Los progresos recientes en las llamadas Ciencias Experimentales tienen, en muchos casos, implicaciones que trascienden a la propia naturaleza del saber científico. En el ámbito de las Ciencias Biológicas esto es particularmente claro con ciertas disciplinas jóvenes como la Biología Molecular y la Ingeniería Genética que han experimentado un vertiginoso desarrollo en los últimos años. Estas tecnologías, de enorme potencial económico y terapéutico, permiten una manipulación activa, consciente y premeditada de los mecanismos básicos del proceso vital que conlleva una virtual actividad *creadora* del experimentador. Por otro lado, la moderna Biología ha vuelto a plantear una serie de antiguos mitos e ideas religiosas (el Jardín del Edén, la Eva bíblica) aunque despojándolos de la aureola de lo sobrenatural. En opinión del autor sería necesario un análisis profundo de las implicaciones humanísticas y filosóficas de los vertiginosos avances científico-tecnológicos que han experimentado las Ciencias Biológicas en las últimas décadas -y que son considerados por algunos como una auténtica revolución conceptual- algo necesario por lo demás para un desarrollo armónico del propio conocimiento científico.

**Summary:** The recent developments of the so-called Experimental Sciences have in many cases implications that overcome the true essence of the scientific knowledge. In the field of modern Biological Sciences this is particularly clear with Molecular Biology and Genetic Engineering, both being disciplines of a recent and vertiginous development. These technologies, of a huge economical and medical potential, allow a deliberate and active manipulation of the basic mechanisms of the life processes. Therefore, the scientific work should have in some aspects the true characteristics of a *creator-like* activity. Besides, modern Biology provided new information on some old myths and religious ideas -i.e., the Garden of Eden, the Eve of the Bible- giving them some scientific basis although without any over natural character. It should be necessary a through analysis of the humanistic and philosophic implications of the vertiginous scientific and technical advances of Biological Sciences in the last decades, which are considered by many as a true conceptual revolution. This analysis should be also necessary for a harmonic development of the scientific knowledge itself.

Los enormes avances que las Ciencias Experimentales han tenido en las últimas décadas están afectando a todas las facetas de la actividad

humana. Aunque es indudable su repercusión en nuestra actividad cotidiana también están cambiando de forma sutil, pero implacable, la concepción del mundo que nos rodea y la idea de la posición del ser humano en ese mundo. Así las modernas teorías cosmológicas han alterado dramáticamente nuestra concepción del Universo. A escala macroscópica, la idea de un Universo eterno, infinito e inmóvil en el espacio-tiempo, generadas por la teoría «newtoniana» de la *Gravitación Universal*, parece hoy descartada. El cambio cualitativo que la *teoría de la Relatividad General* ha tenido sobre la investigación del Universo y el reciente desarrollo de nuevas ideas como la *teoría del Big Bang* (Gran Explosión) o el descubrimiento de los agujeros negros, que son consecuencia de aquella, han sido de enorme relevancia a este respecto<sup>1</sup>. Este es sólo un ejemplo de como los modernos descubrimientos científicos vuelven en muchas ocasiones a reivindicar, aunque de forma muy matizada y despojada de lo sobrenatural, algunos viejos mitos y creencias religiosas que son una constante en la cultura humana, en este caso la idea de la Creación del Mundo reflejada tanto en la Biblia como en muchos otros relatos de carácter religioso.

Un fenómeno parecido se puede constatar también en el caso de las Ciencias Biológicas cuyo vertiginoso desarrollo en las últimas décadas las ha cambiado tanto a ellas mismas como disciplinas científicas como a la visión que nos proporcionan del mundo viviente. En efecto, haciendo un análisis histórico se pueden apreciar los drásticos cambios ocurridos. Así, a partir de disciplinas que estudiaban de forma puramente descriptiva la materia viviente a distintos niveles -ya sea de organismo (Zoología y Botánica), tejidos (Histología) o células (Citología y Microbiología)- se pasó en primer lugar a estudiar la respuestas de estos sistemas a cambios controlados del medio. Surgieron así, según los distintos niveles de organización contemplados, la Fisiología (animal, vegetal y microbiana) y la Biología Celular, pero en cualquier caso considerando a las unidades vivientes (células eucarióticas y bacterias) como virtuales «cajas negras» de contenido prácticamente idescifrable. El gran desarrollo a partir de la segunda mitad de este siglo de la *Bioquímica* y la *Biofísica* comenzó a cambiar esta visión crítica del proceso vital, estableciendo claramente la estructuración de la materia viviente en *macromoléculas altamente organizadas* pero formadas por determinados elementos químicos, los llamados *bioelementos fundamentales*, que se encuentran también en la materia inerte, a saber, hidrógeno (H), oxígeno (O), carbono (C), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S), citados en el orden de su importancia cuantitativa<sup>2</sup>. Hoy sabemos que, salvo el H, estos elementos se formaron como conse-

cuencia de reacciones termonucleares en el polvo estelar despedido al espacio por tremendas explosiones de supernovas hace unos 5.000 millones de años. En sentido estricto, se podría decir que estamos básicamente formados por «polvo de estrellas» que fué generado paradójicamente por procesos que, una vez «domesticados» por el hombre, pueden ser capaces de destruir toda forma de vida en nuestro planeta.

De las macromoléculas biológicas pronto se advirtió la importancia cualitativa de ciertas proteínas, conocidas como *enzimas*, y del *ácido desoxirribonucleico (ADN)* entre los ácidos nucleicos. El ADN, que constituye la base material del *mensaje genético* (conjunto de genes que determinan los caracteres de un individuo), es una macromolécula relativamente sencilla desde el punto de vista estructural, bioquímicamente es un polinucleótido, y se caracteriza por su gran longitud. Por ejemplo, la molécula de ADN humano tiene alrededor de un metro de longitud y 2 nanómetros (milmillonésima de metro) de diámetro<sup>4</sup>. Es precisamente esta característica la que le permite contener una gran cantidad de información en forma de un alfabeto de cuatro caracteres con palabras de tres en múltiples combinaciones, el *código genético*, que codifica toda la información necesaria para el desarrollo de los procesos vitales

Del mismo modo que la materia de los seres vivos, otro tanto se puede decir de la energía que mueve en última instancia todos los procesos vitales de la Biosfera: su origen es también estelar -el Sol, la estrella más próxima a nuestro planeta- y nuclear, pues se genera por la *reacción termonuclear de fusión del hidrógeno en helio* que tiene lugar a temperaturas del orden de cinco millones de grados en el interior de esta estrella. En efecto, prácticamente toda la *energía radiante* (rayos gamma, X y ultravioleta; luz visible; radiación infrarroja; microondas y ondas de radio) que llega a la Tierra en cantidades ingentes -alrededor de dos megavatios por hectárea, referida a unidades de superficie- procede del Sol<sup>2</sup>. No es probablemente un accidente de la evolución que una estrecha franja del espectro electromagnético de longitudes de onda comprendidas entre los 400 y 700 nanómetros, la *luz visible*, sea donde la luz del Sol que llega a la biosfera presente su máxima intensidad. Aunque extremadamente pequeña dentro del espectro electromagnético, la banda visible es, sin embargo, la más importante para la vida en la Tierra ya que es captada por las plantas, y en menor medida también por algunos microorganismos (algas y bacterias), mediante la *Fotosíntesis*, el único mecanismo para captar la energía solar y almacenarla, en forma de energía química, en biomasa vegetal (unos 200.000 millones de toneladas por año) y oxígeno<sup>2</sup>.

La importancia que la *Bioconversión de la energía solar* tiene y ha tenido en el pasado se puede apreciar en toda su magnitud si se piensa que los combustibles fósiles (carbón y petróleo), actualmente utilizados por el hombre como fuentes mayoritarias de energía, son en última instancia el resultado de una serie de complejas transformaciones químicas que tuvieron lugar en el subsuelo sobre la biomasa vegetal generada fotosintéticamente por las plantas primitivas del Terciario. A este respecto hay que citar unas frases sencillas pero admirables del profesor Daniel Arnon, uno de los científicos más eminentes en el campo de la Fotosíntesis: *In a fundamental sense, life runs on the energy of nuclear fusion, supplied by a solar reactor positioned about ninety-three million miles away, safety distant from human interference and folly. We live in an age that has seen the first utilization of nuclear energy artificially released on earth. More fundamental is the realization that life has always run on nuclear energy: liberated in the sun; transmitted to earth as radiant energy; converted to chemical energy by Photosynthesis; and used as chemical energy by all living creatures*<sup>3</sup>. No puede sorprender, por tanto, que la idea subyacente en muchas religiones primitivas del Sol como *Fuente de Vida* -cuyo ejemplo paradigmático puede ser el dios solar egipcio Atón considerado precursor del monoteísmo- sea estrictamente cierta desde la perspectiva del pensamiento científico actual. Para mejor entender los aspectos energéticos y alimentarios de la Humanidad y su relación con la radiación que nos llega del Sol es interesante considerar conjuntamente la evolución de la población humana. Aparentemente, el hombre ha sufrido tres grandes explosiones demográficas, cada una resultante de algún descubrimiento importante. A partir del Paleolítico inferior, y durante el periodo de alrededor del millón de años que duró la Edad de Piedra, la población humana pasó de medio millón a cinco millones. El segundo salto fue debido al desarrollo de la agricultura en el Neolítico y empezó hace unos diez mil años; en consecuencia la población creció de nuevo hasta alcanzar los 500 millones hace unos 300 años. Entonces una nueva era comienza con la revolución científica e industrial y la agricultura moderna, que permiten un crecimiento explosivo durante este último periodo. En la actualidad existen unos 5.000 millones de hombres sobre la Tierra, más de la mitad mal alimentados y en regiones superpobladas. Es preocupante el constatar que las reservas de combustibles fósiles, cuyo uso generalizado empezó hacia la mitad del siglo XVIII, se prevé están agotadas antes de 100 años; es decir, la población humana devorará, en tan sólo unos tres siglos, todos

los combustibles fósiles sintetizados por el Reino Vegetal a expensas de la radiación solar a lo largo de muchos millones de años.

Aún con la visión más completa de los procesos vitales que han proporcionado la Bioquímica y la Biofísica, no dejan de ser en cierto sentido disciplinas basadas en meras observaciones, aunque realizadas a nivel molecular. Sin embargo, una auténtica revolución conceptual ha tenido lugar a este respecto en las últimas décadas como consecuencia del conocimiento de la base molecular del mecanismo de transmisión de la herencia genética -la replicación del ADN en el núcleo celular- obtenido, todo hay que decirlo, gracias a metodologías bioquímicas. El desarrollo de la *Biología Molecular*, de la *Genética Molecular* y de una disciplina derivada de ésta llamada *Ingeniería Genética*, ha permitido poder manipular o alterar de forma premeditada y consciente el mensaje genético, o *genoma*, contenido en el ADN celular de un organismo determinado. Este objetivo se consigue mediante sencillas técnicas enzimológicas, disponibles en muchos laboratorios con una infraestructura básica, utilizando enzimas específicos conocidos como *enzimas de restricción*. La estrategia es conceptualmente muy sencilla, pues consiste literalmente en *cortar* la secuencia lineal de ADN, *insertar* secuencias de ADN extrañas y volver a *pegar*, aunque tiene como veremos unas enormes implicaciones. Técnicas como la *clonación de genes* (amplificación controlada), *mutagénesis dirigida*, *quimeras moleculares*, y *fusión génica*, por citar solo algunas utilizadas de forma rutinaria en muchos laboratorios, forman parte de las llamadas *técnicas de diseño molecular*. De esta forma es posible hoy día la «creación artificial» de nuevas estirpes de organismos unicelulares (bacterias, algas y hongos), algo cotidiano en un gran número laboratorios, y el desarrollo de los llamados *plantas y animales transgénicos* (que contienen uno o varios genes exógenos). Las aplicaciones prácticas de todos estos avances son cada vez más evidentes. De hecho, la *Biotecnología* se ha convertido en una nada desdeñable fuente de ingresos para grandes empresas multinacionales. Por ejemplo, el uso de microorganismos generados por manipulación génica es hoy día algo común en la industria farmacéutica, lo que ha ocasionado en muchos casos problemas legales sobre la prioridad de uso y los límites éticos de patentar estas estirpes artificiales conteniendo ADN de origen humano. A este respecto, un caso extremo que tiene enormes implicaciones morales surge con el llamado Proyecto Genoma Humano. Este ambicioso proyecto, que se realiza a nivel mundial, tiene como fin último la secuenciación total del ADN de los cromosomas humanos que contiene una ingente cantidad de información (equivalente a la contenida

en la Enciclopedia Británica completa). Debido al enorme interés médico--farmacológico de esta información, algunos laboratorios han realizado ya intentos de «patentar» secuencias de ADN de ciertas zonas del genoma humano. Una cuestión surge de forma inmediata de este hecho ¿quién tiene derecho a patentar o regular el uso de algo que es evidentemente patrimonio de toda la Humanidad?

En definitiva, en el ámbito de las Ciencias Biológicas, ciencia, tecnología, economía y cultura han estrechado sus relaciones en las últimas décadas, con progresos vertiginosos e importantes expectativas e implicaciones que desbordan al estricto pensamiento científico. Al científico se le plantean muchas cuestiones e interrogantes a las que no puede mantenerse insensible a menos que entienda a la ciencia moderna como la mera aplicación de una serie de tecnologías desprovistas de perspectiva. De hecho, como consecuencia de la aplicación de estas nuevas tecnologías en Biología han surgido varios ejemplos de resultados experimentales que han dado cierta base científica a antiguos mitos, pensamientos e ideas de carácter religioso que se creían destinadas para siempre a no ser asumidas por el pensamiento científico organizado. Resulta curioso que, como se expuso anteriormente, hechos parecidos estén ocurriendo también en otros campos científicos. Se van a considerar aquí dos ejemplos elegidos por el autor de entre la bibliografía reciente dentro del ámbito de las Ciencias Biológicas y que han tenido una cierta resonancia tanto en los medios especializados como en la opinión pública.

### *El Jardín del Edén o el Paraíso Perdido y Reencontrado*

Según recientes teorías paleoantropológicas podría ser cierta la existencia de una mítica *Edad de Oro* de la primitiva humanidad, uno de los mitos más antiguos de la cultura europea. La existencia de un primitivo mundo paradisíaco, el *Jardín del Edén*, donde los antepasados del hombre vivían en perfecto equilibrio con su entorno parece ser cierta<sup>5</sup>. Habrían sido precisamente las drásticas variaciones climáticas ocurridas al comienzo del Cuaternario las que, con el aumento de las glaciaciones y la consiguiente destrucción de grandes extensiones de bosques, contribuyeron en gran medida al desarrollo de la singularidad de la especie humana. En efecto, expulsados de sus protectoras y generosas selvas tropicales por cataclismos ecológico-geológicos, los antepasados del hombre tuvieron que enfrentarse súbitamente a peligros, al hambre y a las amenazas de nuevos depredadores en un ambiente hostil. Basándose a lo que se sabe

actualmente sobre el comportamiento de las poblaciones de grandes primates no arborícolas de la savana africana, los investigadores creen que la presión de los depredadores carnívoros sobre los homínidos primitivos no debió de ser muy intensa, lo que evitó una extinción inexorable si éste hubiera sido el caso y permitió una adaptación a las nuevas condiciones ambientales. Una de las consecuencias de esta adaptación habría sido el desarrollo de la cultura. La cultura humana habría surgido, por tanto, como consecuencia de un cambio hacia una vida de dificultades y privaciones. De hecho, los restos fósiles de los primeros homínidos permiten pensar más bien en un ambiente hostil y árido, muy parecido al de las actuales savanas africanas, más que en exuberantes selvas tropicales. Aquí la ciencia remeda al mito y a la religión; pensemos en el *Génesis* judeo-cristiano, o los relatos míticos de la antigua cultura mediterránea reflejados en la *Metamorfosis* de Ovidio y las *Geórgicas* de Virgilio. Sin embargo, la ciencia moderna coloca al *cambio climático*, que destruyó la armonía estática original anemazando a nuestros ancestros, como la causa de su forzosa emigración a una nueva tierra maldita, reemplazando así al Arcángel de espada llameante o al irritado y omnipotente Júpiter. Algo de razón tendría, pues, la afirmación de Platón de que los mitos encierran siempre una parte de la verdad. Hoy podemos decir que las analogías entre ciertas teorías paleoantropológicas y ciertas concepciones antiguas vienen del hecho de que *la Ciencia moderna ha confirmado efectivamente los mitos pero ha eliminado lo sobrenatural* de sus teorías. La moderna Antropología ha dado una explicación naturalista a fenómenos antes atribuidos a una intervención sobrenatural; en definitiva, los dioses han desaparecido reemplazados por el clima.

### *La vieja y la nueva Eva*

La aplicación a la Paleontología de las modernas técnicas de Genética Molecular ha revelado recientemente datos sorprendentes sobre el origen africano reciente de todos los humanos vivientes<sup>6</sup>. En concreto, se ha utilizado el análisis de las secuencias del ADN de los orgánulos celulares llamados *mitocondrias* (encargados de proporcionar energía a la célula) de individuos humanos pertenecientes a diferentes razas y zonas geográficas. Se sabe que al contrario que el ADN nuclear que se hereda paritariamente de ambos progenitores, el ADN mitocondrial solo se hereda de la madre, constituyendo la llamada *herencia citoplásmica o materna*, esto es todas las mitocondrias de un individuo provienen de las contenidas en

el citoplasma del óvulo. El ADN mitocondrial, que contiene muy pocos genes en comparación con el nuclear (37 frente a más de 100.000), acumula mutaciones (cambios en el mensaje genético) neutras, que no alteran la función de los genes, de forma bastante rápida. Esto hace que se puedan utilizar como un auténtico *reloj genético* de rápido tic-tac que resulta fundamental para identificar cambios genéticos recientes. La comparación de estos genes que mutan muy deprisa es la única forma adecuada de estudiar secuencias de ADN de seres de la misma especie y deducir parentescos evolutivos. Las secuencias de ADN nuclear no son útiles para este propósito ya que se parecerían tanto que no observaríamos diferencias. Pues bien, estos estudios han revelado que todo el ADN mitocondrial humano debe haber tenido una última antecesora común africana que vivió hace unos 200.000 años y a la que los autores de este estudio han llamado «Eva»<sup>6</sup>. Estos cálculos de antigüedad coinciden con al menos una línea fósil de restos humanos que aparecen primero en Africa y con datos obtenidos de estudios que correlacionan evolución biológica y cultural (lenguajes)<sup>7</sup>. Se supone que la transición de humanos antropológicamente arcaicos a modernos ocurrió en Africa oriental hace no más de 130.000 años. Esto no quiere decir, sin embargo, que esta «nueva» Eva fuera como la Eva bíblica la única de su linaje, ya que se han estimado en unos 10.000 los homínidos que podrían vivir alrededor de esa fecha. Los datos evolutivos obtenidos de la secuencia de ADN mitocondrial indican más bien que fué precisamente *el linaje originado por esta «madre común»* de toda la Humanidad el que prevaleció sobre los linajes maternos de las otras congéneres contemporáneas. El proceso se puede describir considerando que a lo largo de sucesivas generaciones proliferaron unos linajes maternos y otros se extinguieron. De esta forma con el tiempo sólo un linaje materno ha acabado sustituyendo a todos los demás. La posibilidad de realizar este tipo de estudios también en restos fósiles va a permitir saber cuando tuvo lugar este hecho. Aunque no se sabe la causa última de este sorprendente resultado, todavía en discusión, y aún reconociendo las indudables diferencias conceptuales resulta sorprendente que Ciencia y Religión coincidan en señalar a una única progenitora como la antecesora común de toda la Humanidad.

Para finalizar, parafraseando a lord Marley<sup>8</sup>, no se puede decir que la próxima tarea de la Ciencia sea crear una Religión para la Humanidad. Para el desarrollo de la actividad científica en una Humanidad armónica y pacificadora sería necesaria más bien una gestión humanística y completa de la Ciencia, la cual no debería limitarse a una mera serie de

aplicaciones tecnológicas, algo que es considerado por muchos como uno de los problemas más importantes de la cultura contemporánea.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Fundación Alexander von Humboldt (Bonn, RFA) la ayuda recibida durante los últimos cinco años de actividad investigadora en Alemania y España.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Steven Hawking. *Historia del Tiempo*. Madrid, Círculo de Lectores. 1990.
2. Miguel A. De la Rosa, Manuel Hervás, Aurelio Serrano y Manuel Losada. *Fotobioquímica*. Madrid, Editorial Síntesis. 1990.
3. Daniel I. Arnon. *Discurso de Investidura como Doctor Honoris Causa de la Universidad de Sevilla*. Sevilla, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. 1992.
4. Lubert Stryer. *Biochemistry*. Nueva York, W. H. Freeman and Company. 1988.
5. Wiktor Stoczkowski «Origines de l'homme: quand la science répète le mythe» *La Recherche*, 23 (1992) 746-750.
6. Allan C. Wilson y Rebecca L. Cann «Origen africano reciente de los humanos» *Investigación y Ciencia* 189 (1992), 8-13.
7. Luigi Luca Cavalli-Sforza «Genes, Peoples and Languages» *Scientific American*, Noviembre 1991, 72-78.
8. Julián Huxley. *Ensayos de un Biólogo*. Buenos Aires, Editorial Suramericana. 1967.