

El origen del Universo y del ser humano

**Conferencias impartidas durante la Jornada Cultural
organizada por el Aula Cultural *Veritatis Splendor***

17 Octubre 2013

Facultad Geografía e Historia

Universidad Complutense de Madrid

Edita: Aula Veritatis Splendor de Pastoral Universitaria
Arzobispado de Madrid
Bailén, 8 – 28071 Madrid

Maquetación: Natalia Dios.
Diseño portada: Queromel Productions.

Impreso en España por:
Campillo Nevado S.A. – Madrid.

ÍNDICE

1. Presentación: Sobre el origen del Universo y del ser humano – <i>Dr. Álvaro Antón Sancho</i>	5
2. Filosofía disfrazada de Ciencia – <i>Dr. Ignacio Sols Lucia</i>	21
3. El origen del hombre: reflexiones en torno a la evolución molecular de <i>Homo sapiens</i> – <i>Dr. Antonio González-Martín</i>	39
4. Evolución biológica y humanización <i>Dr. Nicolás G. Juvé de la Barreda</i>	57

1. PRESENTACIÓN: SOBRE EL ORIGEN DEL UNIVERSO Y DEL SER HUMANO

Sabemos que hay una variedad siempre cambiante de fenómenos que aparecen a nuestros sentidos. Sin embargo, creemos que, en última instancia, debería ser posible rastrearlos de algún modo hasta un único principio.

WERNER HEISENBERG

Previamente a todas las funciones destinadas a la conservación del individuo y de la especie se encuentra el simple hecho del aparecer como auto-exhibición.

ADOLF PORTMANN

Podemos afirmar sin riesgo a equivocarnos que uno de los logros científicos más destacados, mérito compartido de nuestro tiempo con toda la historia del pensamiento, es el de haber obtenido por primera vez una descripción coherente desde el punto de vista (y también las limitaciones naturales) de la ciencia, basada en certezas experimentales y desarrollos teóricos, de la totalidad del Universo¹. Se puede decir, en síntesis, que físicos y astrónomos, teoría científica y observación experimental, han ido acumulando una masa de evidencias cada vez más firme y clara que apuntan a que el Universo fue creado por una inmensa explosión o *Big Bang* hace unos trece mil setecientos millones de años como hipótesis más razonable para el origen del Universo. Resulta verdaderamente fascinante la consideración de la historia de estos descubrimientos “en parte por sus implicaciones

¹ Cf. JASTROW, J., *God and the astronomers*, New York: W.W. Norton, 1978.

teológicas y en parte por las peculiares reacciones de los científicos ante ellos”².

La historia de la especulación filosófica y científica acerca del Universo discurre en paralelo a la evolución de la cultura misma, de forma que la variedad de cosmovisiones resulta ser un reflejo de la riqueza cultural que presenta la historia de la humanidad. Esta riqueza, que abarca desde Asiria y Mesopotamia hasta Egipto, la mitología hindú o de las civilizaciones mesoamericanas y hasta la filosofía griega, adquiere un primer momento singular en la tradición bíblica, pues solamente ésta (Gn y, de modo más explícito, 2Mac) afirma de forma clara un principio único para la existencia del Universo material (en un sentido ontológico, aunque podría entenderse también en el sentido de un comienzo temporal). Para Santo Tomás, la existencia de un origen en el tiempo debe ser aceptada como una verdad de fe, aunque admitía como filosóficamente coherente la posibilidad de un mundo creado en la eternidad (entendiendo por eternidad la ausencia de un comienzo para el tiempo y nunca como eternidad en las Personas Divinas). El conocimiento científico del momento (nos situamos en la época medieval) no había alcanzado aún a vislumbrar la dificultad que plantea la consideración de procesos físicos de duración ilimitada, como sería la producción de energía de las estrellas en un Universo sin comienzo temporal, no había observación astronómica alguna sobre la evolución del Universo ni tampoco se buscaba razón física del movimiento de los astros³.

La hipótesis (científica) de un mundo eterno en cuanto a su desarrollo temporal, compartida por los protagonistas de la ciencia medieval y que parecía gozar de un cierto acuerdo

² *Ibid.*

³ Cf. CARREIRA, M., “Origen y futuro del Universo”. *USPablo* (2007).

teológico, fue también el supuesto común entre los científicos posteriores al florecer de la nueva ciencia tras los trabajos de Galileo y Newton. La idea de un Universo estático e inmutable en su dinamismo, infinito y homogéneo en sus dimensiones espaciales y temporal, se ajustaba perfectamente a la máxima omnipresente de que “nada se crea ni se destruye”. La condición superada de esta afirmación (por otra parte cargada de verdad en un cierto sentido) no está manifestando tanto un eventual desdecirse de la ciencia en su evolución cuanto una clara manifestación de la limitación misma que la ciencia experimental debe a sus restringidos método y objeto (las dimensiones cuantificables del movimiento de los cuerpos). El papel de Dios, explícitamente aceptado por Newton, era el de poner en marcha el dinamismo universal como un “gran reloj” y ajustar periódicamente las órbitas planetarias para que sus múltiples perturbaciones gravitatorias no terminen en un caos que desestabilice el dinamismo impreso. En síntesis, el modelo cosmológico presentado usualmente por la ciencia moderna es, en cierto sentido, bipolar, compartiendo Dios y el marco objetivo del espacio y el tiempo la condición de principio del conjunto de lo material.

Con Olbers comienzan a vislumbrarse las consecuencias paradójicas de admitir la infinitud de espacio y de masa del conjunto de los astros del Universo, probando que esta hipótesis exigiría un cielo sólidamente tachonado de estrellas y tan brillante en todos sus puntos como la superficie del sol (“¿Por qué el cielo nocturno es oscuro si existen infinitas estrellas que habrían de iluminarlo como si fuera de día?”). La *paradoja de Olbers* (1823) no tiene en cuenta la pérdida de intensidad de la luz con la distancia pero permite observar que toda línea que parta de la Tierra ha de encontrarse necesariamente con una estrella. Este

tipo de observaciones son paralelas en el tiempo a las grandes reflexiones en abstracto sobre el infinito en Lógica y Geometría⁴ y el desarrollo de las paradojas que éste plantea. Asimismo, el desarrollo de la Termodinámica con sus leyes de conservación y degradación de la energía lleva a la necesidad de explicar por qué brillan todavía las estrellas sin que por ello se gaste la reserva de su combustible. Desde la hipótesis del Universo eterno, situados bajo la ausencia de una hipótesis razonable acerca de la creación de materia, comienza a surgir en el siglo XIX la idea en el ámbito científico de un Universo originado temporalmente y suficientemente joven para que las estrellas no hayan tenido tiempo aún de agotarse.

En este contexto ha de entenderse la historia de los descubrimientos cosmológicos del siglo XX, uno de cuyos aspectos más destacados y llamativos es la animadversión con que fue recibida la idea de un Universo finito (o acotado) y un comienzo temporal por parte de los mismos protagonistas de dicha historia, llegándose a calificar de “repulsiva” (Eddington) o de “sinsentido” (Einstein) esta idea del comienzo temporal. Sin embargo, ante la fuerza de los hechos, el mismo Einstein se rindió a la evidencia. La teoría de la relatividad constituirá el triunfo de una nueva concepción del Universo que no rompe con la anterior, sino que la sitúa en su adecuado lugar, dándole, en un cierto sentido, una mayor luz porque la integra, como versión local, en una teoría mucho más fina.

⁴ Sobresalen Hilbert en Lógica y Cantor en Teoría de conjuntos. Los trabajos de Cantor son pioneros de lo que después se llamaría Geometría fractal, área desde donde se ha pretendido dar respuesta a la paradoja de Olbers manteniendo la infinitud del número de astros y que ha obligado a sucesivos desarrollos de la Física y la observación astronómica para concluir que la única solución es la finitud de la masa del Universo.

A comienzos del siglo XX, Silpher descubre un cierto número de *Universos islas* (lo que hoy llamamos galaxias) cercanos a la Tierra y alejándose de ella a grandes velocidades. Durante sus investigaciones encontró que dichas nebulosas tenían un corrimiento al rojo persistente en sus espectros (un objeto que se aleja del observador alarga las longitudes de onda por él emitidas desviándose hacia el rojo en el espectro estudiado)⁵. Sin embargo Silpher no encontró la explicación a su hallazgo. En 1917, Einstein publica las ecuaciones de la teoría general de la relatividad y al poco tiempo De Sitter encuentra una solución de las mismas que predice un Universo en expansión (llamado habitualmente *Universo de De Sitter*). Einstein modifica sus ecuaciones de campo, que expresan la curvatura del espacio-tiempo como proporcional al tensor de energía ($G=8\pi T$) introduciendo una constante cosmológica λ que eliminara la posibilidad de existencia de soluciones de expansión o contracción ($G=8\pi T+\lambda$). Pero algún tiempo después, entre 1928 y 1930, Hubble mide sistemáticamente la distancia y velocidad de alejamiento de las galaxias, cada vez más lejanas de la nuestra, estableciendo en la justamente conocida como *ley de Hubble* que las demás galaxias se alejan de la Vía Láctea (y en general entre sí) a una velocidad que resulta proporcional a la distancia⁶ con una constante de proporcionalidad llamada *constante de Hubble*, útil para la estimación de la edad del Universo. Independientemente, también la observación de la desviación hacia el rojo del conjunto de rayas del espectro de la luz proveniente de las estrellas de otras galaxias le sirvió a Lemaître para formular la hipótesis de un

⁵ SILPHER, V. M., "The radial velocity of the Andromeda Nebula". *Lowell Observatory Bulletin* 2 (1913): 56-57.

⁶ HUBBLE, E., "Una Relación entre la Distancia y la Velocidad Radial entre Nebulosas Extra-Galácticas". *Proceedings de la Academia Nacional de Ciencias de EEUU*, 15, Número 3 (1929): 168-173.

átomo primitivo o Big Bang, es decir, la existencia de un principio u origen del Universo, formulado en términos de la geometría relativista como una singularidad inicial en el espacio-tiempo⁷. Este momento singular daría origen a una “bola de fuego” primigenia de pura energía a partir de la cual, por expansión y enfriamiento, tendría lugar la condensación de partículas materiales y más tarde de átomos de hidrógeno y helio, materia prima para la formación de elementos más pesados, los cuales se aglutinarían bajo la acción de la gravedad en sucesivas etapas formando galaxias (como describen los modelos de Gamow y, posteriormente, de Alpher y Herman)⁸. Más tarde, en los años ‘60, este modelo es confirmado por las observaciones de Penzias y Wilson sobre radiación de fondo isotrópica de características predichas por la teoría del Big Bang. La concesión del premio Nobel a estos dos físicos estadounidenses en 1978 supuso el gran espaldarazo que consolidó la hipótesis del Big Bang dentro de la comunidad científica como la más razonable desde el punto de vista teórico y evidenciada desde el punto de vista de la observación de cuantos modelos pueden considerarse acerca del origen del Universo.

La naturaleza hipotética de una formulación como la que plantea el Big Bang resulta ser insuperable, habida cuenta de las condiciones de método y objeto que exige la ciencia experimental en su labor de descripción de las leyes de la naturaleza. Por consiguiente tiene todo su sentido pensar en que otro tipo de hipótesis científicas puedan convivir con ésta en plano de igual dignidad, salvando siempre las evidencias experimentales que

⁷ LEMAITRE, G., “Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques”. *Anales de la Sociedad Científica de Bruselas*, 47A (1927) : 41.

⁸ Cf. KRANE, K., *Introductory Nuclear Physics*, John Wiley 1988.

hemos explicado. Cuestión diferente se plantea cuando la discusión sobre la razonabilidad de una u otra hipótesis científica se realiza en base a una cierta predisposición filosófica. Filosofar es lícito y necesario, más aún, el horizonte del debate crece significativamente. Pero exige de quien participa de él un cuidado especial para no forzar a la ciencia a expresarse fuera del ámbito que le es propio.

En este sentido, tanto la hipótesis de la existencia de un origen temporal para el Universo como la hipótesis contraria han sido no pocas veces utilizadas por los científicos para imprimir la idea, mediante un recurso al azar, de un Universo auto-explicado en su origen causal: por azar surgiría una explosión inicial de características adecuadas a la proliferación del Universo que conocemos, como por azar existe un sinfín de pares explosión-implosión, uno de los cuales, por azar, prolifera sin implosión, o como por azar ocurren las mutaciones que dan origen, por selección natural, a la evolución de las especies vivas, según manifestaría la biología. Pues bien, el azar no puede estar integrado en una teoría científica bien formulada acerca del origen del Universo como otras a las que estamos acostumbrados porque no cumple el principio de Popper de falsabilidad (si la teoría del azar como causa fuera refutable en el sentido de Popper, entonces se podría determinar científicamente la causa del ser mismo del Universo, lo que convertiría en falsa directamente tal teoría y violaría, además, la indeterminación). Teniendo esto en cuenta, hay que señalar que siempre es lícito, advirtiendo el cambio de objeto y método, que el científico traslade la pregunta por el origen del mundo objeto de su deseo del ámbito cronológico al ontológico, en el mundo de las causas. Persiste aún, por tanto, la pregunta sobre la existencia del ser de lo material desde su origen común en el Big Bang. En palabras de

Jastrow, el Big Bang constituiría una suerte de milagroso comienzo para el Universo⁹. Es esta condición milagrosa la que permanece abierta a la discusión, ya sea desde la hipótesis científica del Big Bang, ya sea desde cualquier otro modelo, ninguno de los cuales (ya hemos explicado que el azar no es integrable en una eventual explicación científica sobre el origen del Universo) es capaz de dar por sí sólo razón suficiente de la existencia misma del Universo.

Inesperadamente la pregunta por el origen del Universo ha devenido, según la concepción actual del cosmos, fruto de toda la reflexión descrita, en la necesidad de explicar la creación *ex nihilo* desde un punto de vista material, lo que constituye una novedad respecto de la reflexión cosmológica anterior, a excepción de aquella que brota de la tradición bíblica. En esta línea se sitúa el desarrollo de la mecánica cuántica que, mediante la introducción de la función de densidad de probabilidad como objeto propio e intrínseco para la descripción de los fenómenos de la física, permite abrir la mente científica a la consideración de procesos libres.

Es claro, además, que nuestro Universo se organiza como un cosmos en el que descubrimos espontáneamente una jerarquía entre los seres: minerales, vegetales y animales, entre los cuales el hombre parece figurar en un lugar singular. Los diversos estados en que se presenta la materia y su infinidad de propiedades físico-químicas, hacen posible la multiplicidad y armonía que encontramos a nuestro alrededor. Los átomos se combinan para formar moléculas y agregados cada vez más complejos que son el sustrato material y forman parte de lo que será la vida (en primer lugar aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos). A partir de esta observación se ha conjeturado la posibilidad de síntesis a partir de

⁹ Cf. DUTTON, D., "Genesis and the Big Bang". *Sky and Telescope* (1979): 66-67.

materia inorgánica de las primeras moléculas orgánicas que darían lugar sucesivamente a la presencia de la vida en la Tierra. Surge entonces de modo natural la pregunta acerca de la manera en que esta transición tiene lugar. Wallace¹⁰ sugirió que hubo tres etapas en el desarrollo del mundo orgánico en las que cierta causa nueva (de carácter necesariamente inmaterial) debió entrar en acción. La primera de ellas, cuando fue creada la primera célula viviente, la segunda cuando el reino animal se separó del vegetal y la tercera cuando fue creado el hombre¹¹. En este sentido, creía que la razón de ser del Universo es el desarrollo de la vida y en último término del espíritu humano, anticipándose de alguna manera a las tesis del moderno *principio antrópico* que la física viene desarrollando desde el siglo XX a partir del análisis del número creciente de constantes que surge del conocimiento profundo del átomo y también de la observación astronómica. Sirva este ejemplo para ilustrar el modo en que la pregunta por el origen de la vida y del hombre termina exigiendo un posicionamiento sobre la condición finalista o a-finalista del Universo mismo.

Esta teoría de Wallace convive con la hipótesis del evolucionismo global que, desde las mismas observaciones empíricas, apuesta por la inmanencia del dinamismo natural en base a la concepción de que la aparición y evolución de la vida debió realizarse sin violencia contra la naturaleza, es decir, desde las mismas potencias naturales. Ciertamente esta hipótesis difiere de la de Wallace, pero no existe una contradicción tan profunda como aparentemente pudiera parecer. De esta última postura, cuya tendencia es más materialista, hay que deducir que la

¹⁰ Wallace es coautor con Darwin (aunque con ciertas diferencias) de la teoría de la selección natural como agente evolutivo.

¹¹ WALLACE, A.R., *Darwinism*: 477.

potencialidad de estructurarse en organismos vivos ya había sido de alguna manera encerrada en las partículas elementales y en su capacidad de interacción. En caso contrario faltaría respuesta a la pregunta por el ser más complejo, que no puede explicarse exclusivamente desde el ser más simple. No escapa, por tanto, esta postura, como tampoco lo hace una perspectiva intervencionista tipo Wallace, a la necesidad de dar razón suficiente de la vida, aunque una visión superficial de esta última posición pudiera hacer pensar que da tal razón suficiente sin salir de la inmanencia de lo material.

Y finalmente el hombre. Es evidente que el hombre es un ser vivo entre muchos seres vivos, que tiene en común con los mamíferos superiores no sólo su organización atómica y fisiológica a grandes rasgos, sino sus sentidos y sus instintos. Pero sería tremendamente falto de rigor el no ver las diferencias radicales que lo distinguen de ellos. Es clásico señalar que el hombre es el único entre los animales capaz de experimentar, construir, componer, expresarse artísticamente o manifestar sentido del humor. Pero, muy particularmente, el hombre es el único capaz de elaborar ciencia, de escribir su propia historia y de buscar un sentido trascendente para su vida, lo que manifiesta su capacidad para inteligir el mundo como algo externo y distinto de él, que es condición para estudiarlo y dominarlo y, en último término, para remontarse por encima del mismo. El hombre se muestra de esta forma como un ser vivo, sometido a la misma dinámica física y biológica que los demás seres vivos y con extraordinarios parecidos genómicos con no pocas especies animales, lo que permite establecer relaciones de familiaridad entre nuestra especie y muchas otras. Pero el hombre se presenta también en un cierto sentido desligado del mundo natural a través de la conciencia y el conocimiento. Todos estos aspectos conducen

inmediatamente a la pregunta por una suerte de condición libre y espiritual para el hombre y, sobre todo, por si esta condición manifiesta una discontinuidad esencial que singulariza al hombre dentro del mundo animal (y en qué sentido se manifiesta esta discontinuidad)¹² o si, por el contrario, es necesario situar tal condición como un carácter que no es esencialmente diverso del resto de cualidades sometidas al dinamismo evolutivo-material¹³. Podemos discutir también si ambas perspectivas, de corte más trascendentalista o más inmanentista, son mutuamente excluyentes o si la verdad del hombre responde en el fondo a algo más complejo fruto de una correcta integración de ambas, es decir, una realidad espiritual que acontece según un dinamismo material. Es en este último punto en el que verdaderamente se sitúa el centro de la discusión. Parece que la capacidad de elección, por ejemplo, está en el hombre ligada a un sustrato material (muy complejo, pero material) dado por determinada zona del cerebro como la vista lo está al ojo. Sin embargo, persiste la inquietud acerca de si la mera materialidad puede ser principio exclusivo de esa capacidad de elección. La ciencia biológica no ha sido en absoluto ajena a esta discusión, que se manifiesta trascendental y que nuevamente exige un posicionamiento filosófico por parte del científico, situado esta vez en el campo de la antropología.

¹² “De todas las criaturas visibles sólo el hombre es ‘capaz de conocer y amar a su Creador’ (GS 12,3); es la ‘única criatura en la tierra a la que Dios ha amado por sí misma’ (GS 24,3); sólo él está llamado a participar, por el conocimiento y el amor, en la vida de Dios. Para este fin ha sido creado y ésta es la razón fundamental de su dignidad.” (CIC 356).

¹³ “La unidad del alma y el cuerpo es tan profunda que se debe considerar al alma la forma del cuerpo; es decir, gracias al alma espiritual la materia que integra el cuerpo es un cuerpo humano y viviente; en el hombre el espíritu y la materia no son dos naturalezas unidas sino que su unión constituyen una única naturaleza.” (CIC 365).

En convivencia con la visión más materialista del evolucionismo, no son pocos los trabajos que hay en la actualidad acerca de las dimensiones biológicas que en el hombre postulan el alma espiritual¹⁴, estudios que han ido apareciendo en paralelo al desarrollo de la mecánica cuántica, con la correspondiente introducción de los procesos de azar en la vida de la física, lo que permite dejar la puerta abierta a la existencia de actos libres. Son teorías que sintetizan la visión evolucionista (creo que incontestable, como hemos dicho, desde el punto de vista de los datos de que dispone la ciencia) y la consideración de una dimensión espiritual para el hombre y nacen cobijadas por la hipótesis filosófica que deniega a la evolución material la capacidad de dar lugar por sí sola a dimensión inmaterial alguna porque nadie da lo que no tiene. Estas corrientes científicas retoman nuevamente una antropología de inspiración bíblica¹⁵.

En la misma época en que en Europa empezaba a gestarse la corriente racionalista, que desembocaría en la gran riada materialista de la que el mundo contemporáneo es deudor, el

¹⁴ En este sentido son particularmente interesantes las aportaciones de Adolf Portmann, quien a partir del estudio de los caracteres morfológicos del niño recién nacido y de su desarrollo, así como de la adquisición de la posición erecta, la actividad inteligente y el lenguaje, concluye la realidad de una cierta "excentricidad" en el ser biológico del hombre, físicamente destinado, dice él, al aprendizaje y la comunicación lingüística. De esta forma intuye Portmann una cierta orientación física del hombre al espíritu.

¹⁵ En Gn 2,7 leemos: "Entonces Dios formó al hombre con polvo del suelo e insufló en sus narices aliento de vida, y resultó el hombre un ser viviente". Aquí se puede intuir la doble dimensión, biológica y espiritual, del hombre, orientadas justamente a la inteligencia sobre la bondad y la belleza (Gn 2,9a: "Dios hizo brotar del suelo toda clase de árboles deleitosos a la vista y buenos para comer"), al mandato de dominio (y en consecuencia de conocimiento, elaboración de ciencia y técnica) sobre la creación (Gn 2,15: "Tomó, pues, Dios al hombre y lo dejó en el jardín de Edén para que lo labrase y cuidase") y a la libertad y responsabilidad (Gn 2,17: "mas del árbol de la ciencia del bien y del mal no comerás, porque el día que comieres de él morirás sin remedio").

gran pensador cristiano, eminente matemático y físico, Blaise Pascal, supo expresar con precisión esta posición antropológica:

“Es peligroso hacer que el hombre vea demasiado claramente su igualdad con los brutos sin mostrarle al mismo tiempo su grandeza. Es también peligroso hacerle ver su grandeza demasiado claramente, apartándole de su vil condición. Es todavía más peligroso dejarle en la ignorancia de ambas. El hombre no debe pensar que está al mismo nivel con los brutos o con los ángeles ni debe ignorar ambos lados de su naturaleza, sino que debe conocer los dos”¹⁶.

Entendemos, pues, que la conveniencia de tratar todas estas cuestiones seriamente en el ámbito académico brota de su actualidad en la discusión intelectual, el interés de muchas de las preguntas que se suscitan, fronteras algunas de ellas entre la ciencia, la filosofía y la religión y la dificultad con que expertos y profanos nos encontramos a la hora de darle respuesta. En efecto, creemos que el ámbito de pensamiento moderno, en que impera el escepticismo sobre la existencia o el conocimiento de toda verdad acerca incluso de nosotros mismos o el mundo y el materialismo que sitúa toda realidad en el campo de lo material-mensurable, consagra el dinamismo natural estudiado por las ciencias experimentales como dimensión exclusiva de la realidad y que todo ello sustenta una antropología pesimista acerca del origen, naturaleza y destino del hombre. Pero también entendemos, en base a lo expuesto, que estos dogmas impiden la discusión y deben ser superados para poder abordar a la luz de una razón sana y limpia cuantas cuestiones están abiertas hoy más que nunca en el ámbito intelectual y que surgen de modo natural al considerar la pregunta por el Universo y el ser humano

¹⁶ PASCAL, B.: *Pensées sur la religion et sur quelques autres sujets*, n. 418.

en sus orígenes y evolución. Confiamos firmemente en que a través de la sincera comunicación de ideas y el debate de posturas todos podemos avanzar por estas sendas para muchos inhóspitas, convencidos de que *“el esplendor de la verdad brilla en todas las obras del Creador y, de modo particular, en el hombre, creado a imagen y semejanza de Dios (...)”* (VS).

Con el fin de materializar el tratamiento de estas cuestiones según lo que hemos dicho, propusimos desde el Aula de profesores *Veritatis Splendor* la celebración de una Jornada cultural que conste de dos actividades: la presentación sistemática de las ideas fundamentales acerca del origen del Universo, la vida y el hombre según el modo de charlas y la puesta en común según la forma de una mesa redonda. Las conferencias, impartidas por significados expertos en cada materia (Dr. Ignacio Sols, Dr. Antonio González y Dr. Nicolás Jouve) y que reproducimos en esta edición, permitieron aportar una visión general sobre la doctrina acerca de los temas tratados y presentar el estado actual de la cuestión. Por su parte, la mesa redonda tiene la virtud de poner al descubierto la realidad del debate intelectual y presentar las razones de unos y otros según los diferentes puntos de vista, presentados previamente en las charlas.

Creemos que ha resultado muy positivo que la celebración de tal encuentro se haya realizado en la Facultad de Geografía e Historia de la UCM. De hecho éste ha sido el lugar desde el que surgió la propuesta a raíz de una actividad promovida por su capellán, P. Javier Carralón, durante el curso académico 2012/2013 y que ha supuesto un alimento importante para la inquietud intelectual y de fe de sus participantes, habitualmente estudiantes de diferentes áreas que reciben en las aulas información y doctrina parciales, insuficientes o que muy precariamente pueden ser calificadas de estimulantes. Además,

creemos que el ámbito de la Historia no sólo no le es ajeno, sino, al contrario, muy adecuado al tema que proponemos, pues tiene mucho más que ver con una visión diacrónica de la evolución del pensamiento científico en su íntima interrelación con el pensamiento filosófico que con cuestiones del estricto lenguaje científico y ayuda, asimismo, a sintetizar campos del conocimiento habitualmente (y desgraciadamente) desconexos.

Sólo resta agradecer a los ponentes su contribución, adecuada a su prestigio y reconocimiento, y su siempre generosa disposición a participar de esta Jornada desde el primer instante en que se les ofreció; a la capellanía de la Facultad de Geografía e Historia de la UCM por su acogida; a D. Fernando Rodamilans y al Aula de profesores *Veritatis Splendor* por su esfuerzo organizativo; a la delegación de Pastoral Universitaria de Madrid y a su máximo representante, P. Feliciano Rodríguez, por su apoyo y confianza y a todos los asistentes por su presencia.

Álvaro Antón Sancho
Aula Cultural Veritatis Splendor
Organizador de la Jornada

2. FILOSOFÍA DISFRAZADA DE CIENCIA

Ignacio Sols Lucia

Dpto. Álgebra.

Fac. CC. Matemáticas, UCM

El propósito de esta reflexión es examinar si es la ciencia establecida problemática para la fe. Parece que no debiera serlo, puesto que la fe nos abre a la verdad revelada por Dios en su único Hijo, y la ciencia a esa otra revelación suya que es la Creación. Sin embargo se oyen a veces voces contrarias, como aquella famosa de Laplace -época de la revolución francesa y posterior- quien veía razón para no creer en un Dios providente ni en la libertad humana en la imagen determinista del mundo que le parecía presentaba la física newtoniana (ciencia que se tomaba como definitiva), o quienes creyeron que la ciencia física presentaba una imagen eterna del mundo. Pero ya no se mantienen en ciencia esas imágenes del mundo después que se encontró que el universo está en expansión y después que la mecánica cuántica -con todo su bagaje de indeterminismo- fue inaugurada. Incluso sabemos que la mecánica del tiempo de Laplace, la mecánica clásica, no es determinista, pero los matemáticos hubieron de tardar un siglo en darse cuenta de ello (teoría del caos). También ahora se alzan voces, aunque con argumentos distintos, en el sentido de contraponer la ciencia a la religión, por lo que quisiera proporcionar un criterio para contestar a esta cuestión. Aunque quizá vendrán a la mente del lector autores de mayor actualidad, creo que esas voces actuales

quedan bien representadas en tres autores de innegable altura científica: Alan Turing, Jacques Monod, Stephen Hawking. En efecto, creo que las objeciones a la fe que se han puesto desde la ciencia en el pasado y en la actualidad, y probablemente sean puestas en el futuro, vienen a ser variaciones o análogos de las tres objeciones que aquí vamos a tratar, poniéndolas en boca de tres científicos de indudable prestigio.

Consideremos la pregunta que titula el famoso artículo de Alan Turing en 1950 [Turing, 1976]: “¿Pueden las máquinas pensar?”. Él considera que esta pregunta equivale a si pueden las máquinas llegar algún día a pasar con éxito el hoy llamado “test de Turing”: que conociendo una persona tan sólo sus respuestas -sin ver la máquina- no pueda distinguir si proceden de otra persona o de una máquina (yo personalmente estimo que no es equivalente parecer persona y ser persona, como no es equivalente parecer alegre y estar alegre -la imagen paradigmática del payaso triste). Turing profetiza que eso habrá sucedido para final de siglo -pero no ha sucedido-, y afirma que cuando eso ocurra, al ser entonces las personas indistinguibles de las máquinas y ser el comportamiento de las máquinas determinista, habrá que deducir que nuestro comportamiento es en realidad determinista, en contradicción con la creencia en la libertad que está en la base de la doctrina moral de las religiones.

Otra voz viene de Jacques Monod, premio Nobel de Medicina de 1965 por sus trabajos sobre regulación enzimática. El mundo vivo que antes de Darwin habíamos entendido como preñado de finalidad, algo en que veíamos la mano de Dios, aparece ahora, en su famosa obra “El azar y la necesidad” [Monod, 1970] como mero fruto del azar -mutaciones fortuitas- y de la necesidad de la lucha de los seres vivos por sobrevivir. Nos vemos ahora solos, no como objeto final de un gran plan, sino rodeados de seres

inferiores que son, como nosotros, mero producto del azar y de la necesidad. La finalidad en el mundo y del mundo fue pues una imagen religiosa que se ha desvanecido ante la imagen de la naturaleza que nos ha presentado la ciencia. Aunque Monod ya falleció, en 1976, algún biólogo actual ha vuelto a presentar el darwinismo como visión del mundo cerrada a la transcendencia.

La tercera voz, más actual, nos llega de Stephen Hawking en sus obras de divulgación “Breve historia del tiempo” [Hawking, 1988, 1998] y “El gran diseño” [Hawking, 2012]. En la primera obra afirma que Santo Tomás puso filosóficamente un origen temporal en el mundo al llegar a Dios, con sus vías, como Causa Primera. Afirma, aunque sin cita alguna, que la Iglesia se apropió del Big-Bang (“seized on the Big-Bang”) en 1951 al proclamar oficialmente que estaba de acuerdo con la Biblia (probablemente se trata de alguna afirmación de que no están en contradicción; paradójicamente, en este libro sobre el Big-Bang, aunque cita al autor de cada propuesta o hallazgo, olvida citar a Lemaître, el sacerdote astrónomo que propuso la teoría del Big-Bang). Pero hay propuestas en que las cosas no discurren así. Por una parte, la propuesta de que el universo actual procede de un Big-Bang (explosión) resultado de un Big-Crunch (implosión) de un universo anterior, de modo que es pensable que el tiempo sea infinito con un universo que cíclicamente explote e implote. Expone también la propuesta de que el Big-Bang del universo actual haya procedido de una de las fluctuaciones cuánticas del vacío (estados a los que la mecánica cuántica asigna una cierta probabilidad). Reconoce que en la actual teoría del Big-Bang es necesario acudir a un Creador, tan bien ajustados están los parámetros iniciales (Vg. si el universo hubiese explotado con una cienmilmillonésima más de velocidad no se hubieran formado las galaxias y estrellas por haber sido comparativamente insuficiente

la gravitación; y si hubiera explotado con una cienmilmillonésima menos de velocidad habría sido comparativamente excesiva la gravitación y hubiera implotado inmediatamente). Esto le hace sentirse molesto y da a conocer su propuesta de eliminar el Big-Bang llevando a cabo una rotación de Wick, es decir pasando a tiempo imaginario. Es posible que no haya entonces singularidad inicial sino que aparezca el universo como superficie riemanniana compacta (riemanniana, en vez de lorentziana: la coordenada tiempo se ha asimilado a las tres coordenadas espaciales, de modo que han resultado cuatro coordenadas espaciales; riemanniana compacta: no hay puntos singulares ni bordes, como no los hay en la superficie de una esfera o de un donought, o de cualquier otro cuerpo liso). Según esta propuesta no hay pues un punto singular, no hay un Big-Bang. Amplía luego la propuesta en el sentido de que todos los universos posibles -superficies tetradimensionales riemannianas compactas- se den, en superposición cuántica coherente, cada una con una distinta amplitud de probabilidad (es decir, la suma sobre historias de la Mecánica Cuántica, pero tratándose aquí de la historia de todo el universo). Como ha comprobado en algunos casos, tendrían mayor probabilidad los universos con las características del nuestro, lo que explicaría que nuestro universo, el actualmente “observado” por esos observadores que somos nosotros, tenga las características óptimas para las que antes teníamos que recurrir a un Creador. Explicado esto y ya sin Big-Bang, se pregunta “What place, then, for a Creator?” “¿Qué papel juega ya el Creador?”

El problema es que, aunque se responda ahora -ciertamente, sin excesivo esfuerzo- a las voces que ahora presentan como incompatibles ciencia y religión (como hace dos siglos aquella voz de Laplace hoy desautorizada por la ciencia), surgirán en el futuro, de década en década, otras voces similares, por lo que preferiría

responder a todas ellas, actuales y futuras, de golpe, dando más bien unos criterios o principios en que inspirar cualquier contestación. Para ello quiero reseñar, en primer lugar, las posturas filosóficas que cerrarían el paso a la posibilidad de la fe; en segundo lugar, los posibles datos científicos que apoyarían esas posturas; y en tercer lugar, si esos datos se dan o no se dan en la ciencia.

Comenzando por las posturas que cierran el paso a la fe, éstas serían:

1. Escepticismo ontológico y escepticismo gnoseológico. El primero es la duda o negación de que exista una realidad externa a nosotros, más allá de nuestro puro pensamiento; el segundo es la duda o negación de que, en caso de que exista esa realidad, podamos conocer algo de ella (no digo conocerla en su totalidad, lo que ningún humano pretendería, sino “conocer algo” con objetividad). Se trata pues de la negación de la posibilidad misma de nuestro conocer.

2. Materialismo. No hay más realidad que aquella que podemos conocer por la experiencia sensible, o por su prolongación en la ciencia experimental. Se trata pues de negar la posibilidad misma del espíritu.

3. Determinismo. El estado de la realidad en cualquier instante determina su estado en cualquier instante futuro. Se niega pues la posibilidad de acción libre de Dios sobre el mundo, y de acción libre del hombre sobre él.

Está claro que 1) cierra el paso a la posibilidad de la religión, religación entre criatura y Creador, entre alma y Dios, pues al negar el espíritu, niega en particular el espíritu divino y el espíritu humano, el alma.

Y está claro que 2) también cierra el paso a la religión, pues, al negar la posibilidad de acción libre humana, niega toda responsabilidad moral en el hombre- elemento esencial de la religión- al tiempo que niega la posibilidad de la Providencia divina sobre las criaturas, acción amorosa de Dios sobre el mundo conservándolo y conduciéndolo al fin para el que lo ha creado.

En cuanto a 0), postura que los no avisados creerán imposible en filosofía, pero que los avisados conocen bien, digamos que no sólo cierra el paso a la fe, sino a cualquier tipo de conocimiento, incluido el conocimiento científico, que quedaría en mera instrumentalización de la naturaleza, pero no verdadero saber.

Habría podido extrañar que no haya incluido entre estas posturas filosóficas aquélla que atribuyera al mundo tiempo infinito, sin principio ni fin. Pero algo así no podrá nunca afirmarlo ni negarlo la filosofía pues la eternidad filosófica no consiste en ausencia de inicio o fin temporal, sino en la ausencia misma de tiempo (en este sentido se habla en filosofía de la eternidad de Dios). De hecho, Santo Tomás refuta en la “Summa contra Gentes” [Tomas de Aquino, 1967, libro II, capítulo 28] todos los argumentos con los que algunos filósofos han intentado demostrar que el mundo tuvo un inicio temporal, y afirma no encontrar ningún fundamento filosófico para tal proposición.

No es nuestra intención discutir ahora estos temas de filosofía, sino reseñar, en segundo lugar, qué posibles datos podría aportar la ciencia que sirvieran de base para justificar esas opiniones filosóficas, datos científicos que pusieran pues en jaque la posibilidad misma de la religión.

Ningún conocimiento científico puede implicar 0), pues 0) incluye en particular la posibilidad misma del conocimiento científico. Ni tampoco puede implicar 1). La razón es que ningún

conocimiento de la experiencia sensible o científica puede determinar que haya, o que no haya, más realidad que la experimentada por los sentidos o por esa prolongación de ellos que es la ciencia experimental. El científico que niegue que hay algo más que la materia (en ese lato sentido filosófico que incluye también la energía) puede hacerlo con todo derecho, pues todo hombre tiene derecho a pensar y a filosofar, pero no a decir que a esa conclusión filosófica suya haya llegado por dato alguno de la ciencia (y a quien eso afirme, habría que preguntarle cuál es ese dato, pregunta que quedará sin respuesta).

Por eliminación, llegamos pues a que tan sólo una física que presente el comportamiento de la materia como determinista serviría de apoyo a un determinismo filosófico por el que el futuro estuviese determinado por el presente haciendo imposible la acción libre de Dios y del hombre sobre el mundo (Providencia y libre albedrío), algo ya reseñado en 2) como necesario para la religión.

La pregunta que surge entonces, en tercer lugar, es la siguiente: ¿es el determinismo de la materia un dato de la física? La respuesta es negativa, pues en la Mecánica Cuántica hay indeterminismo (no en la evolución temporal de los sistemas cuánticos sino en cada observación), y aunque sabemos que la mecánica cuántica es teoría provisional, también sabemos por los datos experimentales sobre entrelazamiento cuántico de Alain Aspect en los años setenta (violación de las desigualdades de Bell) que cualquier teoría futura, y en particular la tan esperada teoría que unifique las cuatro fuerzas de la naturaleza (que hoy son aún 3+1), deberá incorporar el indeterminismo cuántico como aleatoriedad intrínseca. E incluso, como ya he comentado, sabemos hoy que ni siquiera la mecánica clásica era determinista, como Laplace creía.

Se comprende así que Pascual Jordan, uno de los pioneros de la Mecánica Cuántica, llegase a la página final de su obra “El hombre de ciencia ante el problema religioso” [Jordan, 1972], sin haber escrito una palabra sobre religión, tan sólo divulgación científica, algo que, a vista del título, desconcierta al lector, para acabar con estas palabras:

"No sin razón he titulado este libro 'El hombre de ciencia ante el problema religioso'. Su intención era explicar cómo todos los muros que la ciencia antigua había levantado para obstruir el camino de acceso a la religión hoy han desaparecido. Pero ahí encuentra también sus límites la pretensión de este libro; de ningún modo era tarea suya exponer lo que nos espera si de hecho nos adentramos por ese camino que vuelve a estar libre. Nos conformamos con haber mostrado que el camino está expedito. La competencia del autor acaba ahí, nos quedamos ante la religión, sin hablar de ella más de lo necesario para reconocer ese camino cuya viabilidad intentábamos examinar"

Este listado, asombrosamente breve para los no avisados, debería ser complementado con los problemas que la ciencia podría poner directamente a la religión, sin pasar por ningún problema filosófico, y por tanto sólo problema para el credo de una religión en particular. Tomando la mía propia, el cristianismo, sólo se me ocurre uno: nuestra doctrina del pecado original, esencial para nuestra idea de redención, parece exigir que haya habido una pareja humana -aquella para la que el pecado original fuera pecado personal- de la cual descendamos todos los hombres y mujeres actuales. En caso contrario habría que leer la Biblia muy interpretativamente en el sentido de que “los primeros hombres pecaron o se alejaron de Dios”. Pero al menos la Ciencia no nos fuerza a esto, pues de hecho la biología molecular actual ha encontrado -al secuenciar el ADN mitocondrial- que hay por lo

menos una pareja de la que todos los hombres actuales descendemos (esto es compatible con el dato de que haya de hecho varias parejas de cada una de las cuales descendemos todos, pues basta que una de ellas pecase para que toda la humanidad actual sufra, según el designio divino, las consecuencias de ese pecado personal)¹.

No he incluido en esta última consideración, como alguien hubiera esperado, la negación del origen temporal del universo como posible obstáculo, no filosófico pero sí científico, para la creencia en un Dios creador (que el tiempo tenga un origen o sea circular, o ilimitado, es cuestión científica, pues la filosofía no conoce más eternidad que la ausencia de tiempo). Y es que tal negación, si a ella llegara un día la ciencia, no estaría en contradicción con las palabras primeras de la Biblia “Al principio creó Dios los cielos y la tierra”. Con parecidas palabras, el Concilio Vaticano I cita literalmente al Concilio IV de Letrán: “Desde el principio creó de la nada a una y otra criatura, la espiritual y la corporal, es decir, la angélica y la mundana” [Denzinger, 1999, nº 3002]. Esto no es una definición dogmática en el sentido de que

¹ Escribe Pío XII: “Los fieles no pueden abrazar la sentencia de los que afirman o que después de Adán existieron en la tierra verdaderos hombres que no procedieron de aquél como el primer padre de todos por generación natural, o que Adán significa una muchedumbre de primeros padres. No se ve por modo alguno cómo puede esta sentencia conciliarse con lo que las fuentes de la verdad revelada y los documentos del magisterio de la Iglesia proponen sobre el pecado original, que procede del pecado verdaderamente cometido por un solo Adán y que, transfundido a todos por generación, es propio a cada uno” (Encíclica *Humani Generis*, 17). Ciertamente, la expresión “no se ve por modo alguno cómo puede esta sentencia conciliarse” no es la forma de una definición dogmática. Advertimos al lector no familiarizado que, aunque ha habido muchas encíclicas, sólo en el 12 de agosto de 1950 ha habido una definición dogmática de la Iglesia Católica después de la declaración del dogma de la infalibilidad en el Concilio Vaticano I de 1870: “Proclamamos, declaramos y definimos ser dogma divinamente revelado: Que la Inmaculada Madre de Dios, siempre Virgen María, cumplido el curso de su vida terrestre, fue asunta en cuerpo y alma a la gloria celestial”

ese principio se haya de entender cronológico sino que es un referirse a la creación de la nada -esto sí es dogmático- con las mismas palabras que el Génesis. La razón es que no leemos las palabras de la religión como datos de la ciencia física sino en su sentido ontológico, es decir como afirmando que todo ser tiene a Dios como causa primera. Como dice Santo Tomás, no hay que entenderla como cronológicamente primera (como la entiende y divulga Stephen Hawking) sino ontológicamente primera, es decir como aquella causa de la cual dice el santo en su exposición de las cinco vías en su “Suma contra Gentiles”, que, retirada ella, cesan todas las causas intermedias en su causación. De hecho, la única afirmación explícita de que el mundo no es eterno está en un sínodo del siglo VI, que parece fue sancionado por el Papa, y en el que sólo se condena a quien afirme que el mundo es ¡coeterno con Dios!² Es decir que se habla de eternidad filosófica, ausencia de tiempo, algo que nunca podrá ser afirmado ni negado por la física, que precisamente tiene que vérselas con el espacio-tiempo.

Es ahora cuando podemos contestar, sin excesivo esfuerzo, a Allan Turing, Jacques Monod y Stephen Hawking.

Si el hombre fuera una máquina, o si su comportamiento apareciese ante nosotros indistinguible del de una máquina, como dice Turing, ciertamente el comportamiento humano sería determinista pues así es el comportamiento de las máquinas. Pero cuando esto decía Turing no se trataba de ciencia real sino de una profecía a cincuenta años vista que no se ha cumplido ni se va a cumplir pues sabemos ahora que el hombre no es una máquina,

² Así lo dice Casiodoro en sus famosas “Institutiones”: que el Papa Vigilio aprobó las conclusiones del Sínodo de Constantinopla de 543. En él se aprobaban los anatemas dictados por el emperador Justiniano, el octavo de los cuales decía: “Si alguno dice o siente que el poder de Dios es limitado y que sólo obró en la creación cuanto pudo abarcar y pensar, o que las creaturas son coeternas a Dios, sea anatema”. [Denzinger, 1999. nº 410]

en el sentido técnico de Turing de “máquina secuencial”. En efecto, sabemos que para cualquier máquina secuencial, o algoritmo, existe una pregunta que ella no puede responder (es decir que al iniciarse el algoritmo con ese input no llega nunca a emitir una respuesta como output) y que sin embargo quien pone la pregunta sí sabe responder, por lo que él mismo no es esa máquina. En consecuencia, si el cerebro humano, con que el espíritu pudiera ser compatible según una filosofía no materialista, fuera describable como una máquina, no podría ser ésta máquina secuencial, es decir máquina en el sentido de Turing. Penrose hizo en su obra divulgadora “La nueva mente del emperador” [Penrose, 1991] una muy clara divulgación de este argumento, sujeto actual de debate -filosófico- entre los expertos en Inteligencia Artificial. Por ser pues tema en debate, me parece más interesante esta otra línea (también recordada por Penrose): hay bastantes datos en neurobiología que apuntan hacia fenómenos cuánticos en nuestros procesos de emisión de respuesta, siendo las distancias entre las moléculas responsables las adecuadas para ese tipo de fenómenos [Kauffman, 2003, 2009]. Pero una máquina cuántica no sería ya determinista, y por tanto un cerebro así no estaría ya cerrado a la posibilidad de libertad y responsabilidad moral.

En cuanto a la objeción de Monod, digamos que, precisamente porque la ciencia actual nos ofrece una imagen del universo hecha no sólo de necesidad sino también de azar³, esa

³ Chaitin ha definido una sucesión de azar como aquella que no puede ser producida por un algoritmo o máquina expresable en menos dígitos que ella [Chaitin, 1975]. Una sucesión generada al azar puede no ser de azar, por ejemplo si lanzo muchas veces los dados y la sucesión que obtengo son unos y doses alternados. O si saco letras al azar de un bombo y sale una novela tan cabal como el Quijote. Pues bien, Chaitin ha probado que no se puede demostrar que una sucesión sea de azar. Por tanto, lo que la ciencia sabe acerca de las mutaciones de las secuencias de ADN es que son producidas por un procedimiento de azar

imagen científica es compatible con una filosofía de la libertad y ésta con la responsabilidad moral que suponen las religiones. En otras palabras, queda abierta la posibilidad de que sea el espíritu, humano o divino (Providencia), quien determine ese azar, ya que sabemos que no lo determina ninguna realidad física. Es más, si unimos al indeterminismo físico el principio filosófico (llamado “de razón suficiente” por Leibniz) de que hay explicación de cuanto es y ocurre -la conozca o no el hombre-, de modo que nada existe por azar ni nada ocurre por azar, obtenemos entonces, como conclusión filosófica, que hay más realidad que la meramente material, a saber aquella que determina lo que la física deja al azar (más precisamente: gracias al dato de la Mecánica Cuántica -que no es dato provisional sino que deberá asumir toda teoría futura- según el cual toda observación, a nivel cuántico, es intrínsecamente aleatoria, sabemos ahora que el principio de racionalidad o de razón suficiente implica la existencia del espíritu, entendiendo por tal cualquier realidad no material; por tanto, es la negación del espíritu, y no su afirmación, lo que entraña irracionalidad). Tampoco me parece que vaya contra la finalidad y contra la posibilidad de existencia de plan para el mundo viviente la visión darwiniana que lo entiende como mezcla de la necesidad de sus leyes biológicas, y del azar de sus mutaciones. Si el orden que en el mundo admiramos lo ha dejado el Creador en leyes muy simples, que estudia la ciencia, tanto más admirable es por ello, como expresa el propio Darwin al final de su obra “El origen de las especies” [Darwin, 1859]:

“Hay una grandiosidad en esta visión de la vida, con sus diversos poderes, habiendo recibido el aliento original del Creador

-el de la mecánica cuántica- pero no podrá nunca demostrar que sean de azar, como creía Jacques Monod (aunque no nos disturbaría que lo fueran, creo que es importante reseñarlo).

(having been originally breathed by the Creator) en unos pocas formas o en una sola; y en que, mientras este planeta rodaba siguiendo la ley fija de la gravedad, hayan evolucionado y estén evolucionando desde un comienzo tan simple un sin fin de formas bellísimas y maravillosas.”

En cuanto a la voz impedida, pero con admiración escuchada, de Stephen Hawking, creo que sólo puede crear problemas a la religión del lector de escasa formación -científica, filosófica y religiosa- pues Hawking no distingue lo que es afirmación filosófica de lo que es afirmación científica, o si una afirmación es o no realmente incompatible con la religión, y aunque en alguna ocasión dice que lo suyo es sólo una propuesta, esto pronto lo olvida el lego lector, y llega a tomar la exposición de la propuesta como si fuera ciencia tan establecida como la previamente divulgada en la misma obra. Nada que haga referencia al universo antes de diez elevado a menos cuarenta y tres segundos es ciencia establecida, ni siquiera ciencia conjetural -pues las conjeturas físicas son hipótesis que van acompañadas de su cortejo de fórmulas- , puesto que no tenemos una física unificada que permita comprender nada antes de ese instante: que haya o no un punto singular en el inicio del espacio-tiempo (es decir un Big-Bang propiamente dicho); que los fotones que aparecen en equilibrio con los pares materia-antimateria al abrirse el telón del escenario conocido procedan por implosión de un universo anterior o por fluctuaciones cuánticas del vacío. Nada de esto puede saber la ciencia actualmente establecida pues nada sabe anterior a ese instante antes del cual la gravedad estaba unificada con la fuerza de Gran Unificación (= electromagnetismo + fuerza débil + fuerza fuerte). Los universos o variedades 4-dimensionales lorentzianas compactas en superposición cuántica coherente no son tampoco ciencia establecida porque “variedad lorentziana +

superposición cuántica” es “relatividad general + mecánica cuántica” o sea gravedad cuántica, una teoría de la que no disponemos en la actualidad. En su divulgación más reciente ha hablado Hawking también de la teoría de cuerdas, en las que los entes elementales no serían partículas sino entes unidimensionales o cuerdas vibrando en diez dimensiones, seis de ellas no expandidas tras el Big-Bang, quedando pues las cuatro dimensiones conocidas. Esta teoría merece por lo menos el nombre de ciencia conjetural pues llega con su cortejo de matemáticas (y majestuosas matemáticas: las superficies de Riemann o curvas algebraicas). Con todo, no puede decirse en modo alguno -¡muy desgraciadamente!- que se trate de ciencia establecida.

Nada desde lo que Stephen Hawking filosofa (sin decir que filosofa) en sus libros de divulgación científica, es de hecho ciencia establecida, por lo que propiamente no debería contestar a ello, pero lo haré, porque es pregunta que ha turbado a mucha gente. “¿Qué papel juega ya el Creador?” Ya adelanté, en la sección primera, la respuesta: ninguno. Como no jugaba ningún papel antes de su propuesta. El Creador no juega ningún papel en la ciencia física, ni entonces, ni antes, ni nunca. No creemos en Él porque la velocidad inicial del universo sea de tan precisa elección (de lo que probablemente el lector se haya enterado ahora) sino porque hay ser en vez de nada. ¡Nada! La nada de la que nada sale. La nada muy distinta del vacío cuántico con sus fluctuaciones de probabilidad dada por la integral de Feynman. Es propio de la física estudiar el “cómo” del inicio del universo pero no el “por qué” del universo -“por qué el ser en vez de la nada”- pues esta pregunta es filosófica (Éste es esencialmente el sentido de las palabras del Papa Juan Pablo II acerca del origen del universo, al distinguir entre cuestión física y cuestión metafísica en su

alocución a los cosmólogos de la que Hawking habla como prohibición semejante a la que se hizo a Galileo⁴). En particular, los creyentes no nos sentimos incómodos con un universo que proceda de otro anterior, o con un universo cíclico, o con un universo que proceda de fluctuaciones cuánticas del vacío, o con un universo superposición cuántica de muchos universos posibles -la cual colapsáramos al observar el universo actual- o con un universo hecho de cuerdas en vez de partículas. Cualquiera de ellos, ciclos, vacío cuántico y sus fluctuaciones, superposiciones cuánticas de universos, o cuerdas en diez dimensiones, lo veremos sin problema como obra de Dios cuando la investigación llegue a convertirlo en ciencia establecida.

Lo mismo podría decir de la propuesta emparentada del “multiverso” de Everett según la cual la explicación, no ciertamente física, de que en una observación cuántica salga un resultado en vez de otros también probables, estaría en que también salen esos otros resultados, de modo que en cada observación cuántica se producen bifurcaciones a otros universos distintos del nuestro. Está bien como especulación, pero hay que dejar claro a los legos que esto no es ciencia -ciencia

⁴ Así lo divulga Hawking en su “Breve historia del tiempo”: “Nos dijo que estaba bien estudiar la evolución del universo después del big-bang, pero que no deberíamos investigar en el mismo big-bang porque ése es el momento de la Creación y por tanto la obra de Dios. Me alegré entonces de que no conociese el tema de la charla que yo acababa de dar en el congreso: la posibilidad de que el espacio-tiempo fuese finito pero no tuviese ninguna frontera lo que significaría que no hubo ningún principio, ningún momento de Creación. ¡Yo no tenía ningún deseo de compartir el destino de Galileo, con quien me siento fuertemente identificado en parte por la coincidencia de haber nacido exactamente 300 años después de su muerte!” Las palabras del Papa en ese congreso sobre Cosmología organizados por los jesuitas en el Vaticano, en 1981, fueron éstas: “Toda hipótesis científica sobre el origen del mundo, como la de un átomo primitivo, del que procedería todo el universo físico, deja abierto el problema referente al comienzo del universo. La ciencia no puede por sí misma resolver esa cuestión; hace falta ese saber del hombre que se eleva por encima de la física y la astrofísica y que lleva el nombre de metafísica”.

experimentalmente falsable- pues si se diese tal bifurcación a otros universos, nada podríamos afirmar ni negar de esos universos con nuestra ciencia, cuyas leyes sólo tratan de nuestro universo. Si además hay otros, no sabemos qué leyes tendrían, ni siquiera si tendrían leyes. Pero filosóficamente tampoco sería esto problema para quienes en Dios creemos, pues veríamos entonces en Dios la causa primera también de esos otros universos, la causa del ser en vez de la nada.

Sin embargo estas especulaciones que ningún problema plantean al científico, turban mucho a la gente que poco sabe de ciencia y que las toman por cosa poco menos que comprobada. Y toman también por cosa de ciencia las afirmaciones de carácter filosófico que pueda hacer cualquier científico, sobre todo si, voluntaria o involuntariamente, las disfraza de ciencia, haciéndolas pasar, ante quienes nada saben, como conclusiones científicas. Se comporta entonces como aquel mono sabio de nuestra conocida botella de anís: “La ciencia lo dijo y yo no miento” ¿Y qué dijo? Pues dijo “Anís del Mono es el mejor”. Vaya, qué casualidad, justo su anís es el mejor. Justo la propia filosofía no es filosofía sino cosa que dijo la ciencia. Pues a mí sí me parece que miente, aunque pueda no darse cuenta.

En realidad el científico, o los hombres que saben algo de ciencia, tienen más motivos, más amplio campo desde el que arrancar su especulación filosófica, levantando su mente por encima de la mera materialidad. Me apena por eso que esta grandiosa imagen lograda con el trabajo de tantos, y en particular de tantos creyentes, venga a ser falseada con elementos subjetivos que ya no son ciencia, pero que son interpretados como tal para quienes nada saben de ella. La gente más cultivada, aunque no sean gente de ciencia, sospechan al menos. Pero la gente más sencilla, el blanco más fácil, es la que lleva la peor

parte, y se quedan con que “hoy la ciencia ha dicho esto, hoy la ciencia ha dicho aquello”. Y a unos y a otros, se les roba así, con esta manipulación espuria, el ancho camino hacia la más gozosa y profunda verdad de que no estamos solos en el universo, la realidad de la divinidad. Louis Pasteur: “La poca ciencia aleja de Dios. La mucha ciencia devuelve a Él.”

BIBLIOGRAFÍA

- ARTIGAS, M., *Ciencia, Razón y Fe*. Madrid: Libros MC. 1985.
- BERSANELLI, M., *Origen y creación en el universo del Big Bang*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, 2012.
- DARWIN, C., *On the origin of Species*. Murray, 1859. Reeditado en New York: Oxford University Press, 1998.
- DAWKINS, R., *El espejismo de Dios*. Madrid: Espasa, 2010.
- DE BROGLIE, L., *Matière et lumière*. Paris: Editions Albin Michel, 1937.
- EINSTEIN, A., *Sobre la teoría de la relatividad*, Madrid: Sarpe, 1983.
- HAWKING, S. W., *A brief history of time*. London: Bantam, Press, 1988. Versión actualizada y ampliada en 1998.
- , *The great design*, Bantam Press, 2010. *El gran diseño*. Barcelona: Crítica, 2010.
- HEISENBERG, W., *La imagen de la naturaleza en la física actual*. Barcelona: Ariel, 1976.
- JAKI, S.L., *La ciencia y la fe*. Pierre Duhem, Madrid: Encuentro, 1966.
- JORDAN, P., *El hombre de ciencia ante el problema religioso*. Madrid: Ediciones Guadarrama, 1972.
- KAUFFMAN, S., *Investigaciones. Complejidad, autoorganización y nuevas bases para una biología general*. Barcelona: Tusquets, 2003.
- , *Five problems in the philosophy of mind*. Visitada el 23 de agosto de 2013, www.edge.org/3rd_culture/kauffman09/kauffman09_index.html, 2009.
- MARTINEZ, R., *La verità scientifica*. (Escrito de Arecchi, Artigas, M. Baldini, M., Cappelletti, V. Martinez, R., Zycinski, J.M.) Roma: Armando Editore, 1995.
- , *Imagini del dinamismo fisico. Causa e tempo nella storia della scienza*. Roma: Armando Editore, 1996.

- MONOD, J., *Le hasard et la nécessité*. París: Éditions du Seuil, 1970.
- PASCUAL, P. (editor): *Partículas elementales*. Barcelona: Prensa científica, 1984.
- PENROSE, R., *The emperor's new mind*. London: Oxford University Press, 1989. *La nueva mente del emperador*. Madrid: Mondadori, 1991.
- SCHRÖDINGER, E., *La mente y la materia*. Madrid: Taurus, 1958.
- , *¿Qué es la vida? El aspecto físico de la célula viva*. Barcelona: Orbis, 1986.
- SOLS, F., *Heisenberg, Gödel y la cuestión de la finalidad en ciencia. Ciencia y religión en el siglo XXI: recuperar el diálogo*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, 2012.
- TURING, A. M., *Maquinaria computadora e inteligencia. Controversia sobre Mentes y Máquinas*. Barcelona: Ediciones Orbis, S. A. 1976.
- UDÍAS A., *Ciencia y Religión. Dos visiones del mundo*. Santander: Sal Terrae. 2010.
- WEINBERG, S., *Los tres primeros minutos del universo. Una concepción moderna del origen del universo*. Madrid: Alianza, 1982.
- , *Dreams of a Final Theory*. Nueva York: Vintage Books, 1994.
- WHEELER, J. A., *Law without law. In Quantum theory and measurement*. Princeton: (ed. J. A. Wheeler , W.H. Zurek) Princeton University Press.

3. EL ORIGEN DEL HOMBRE: REFLEXIONES EN TORNO A LA EVOLUCIÓN MOLECULAR DE *HOMO* *SAPIENS*.

Antonio González-Martín

*Dpto. Zoología y Antropología Física
Fac. CC. Biológicas, UCM*

La Teoría Evolutiva está en un constante proceso de revisión, cada avance científico, cada publicación especializada, ha de encajar en los postulados darwinistas. Esta forma de trabajar la ha convertido en una sólida propuesta demostrada por todos los campos de la Ciencia. El presente trabajo tiene como objetivo revisar los planteamientos evolutivos bajo la luz de los nuevos avances de la Genómica.

En un primer apartado se revisarán brevemente los postulados darwinistas y como estos han ido adaptándose a los nuevos descubrimientos científicos. En un segundo bloque se tratarán las aportaciones que, en términos evolutivos, ha realizado la Genética Molecular y las implicaciones que ha tenido el desarrollo de tecnologías de secuenciación masiva. Por último se abordarán, muy brevemente, las posturas que algunos científicos tienen ante las propuestas religiosas.

Las teorías evolutivas

El pensamiento evolutivo ha pasado por diferentes procesos de maduración y pueden describirse al menos tres periodos: el Darwinismo, el Neodarwinismo o Teoría Sintética de la Evolución y, como última propuesta, el denominado Meta-darwinismo.

El Darwinismo. Desde la antigüedad ya se intuía la posibilidad de que las especies estuviesen sometidas a procesos de cambio, es decir, que no fueran inmutables. La idea de este mundo cambiante la expuso por primera vez el filósofo y biólogo griego Anaximandro de Mileto (610-546 Antes del Presente (AP)), quién sugirió que todas las forma vivas procedían de peces marinos que evolucionaron de forma gradual hasta convertirse en organismo terrestres. A partir de este principio, han sido muchos los científicos y pensadores que han expresado su curiosidad e interés en interpretar el mundo que nos rodea desde una perspectiva racional y científica. En este contexto son destacables las aportaciones de Georges Louis Leclerc, conde de Bufón (1707-1788), quién admitía un transformismo en las especies. Más tarde Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) defendió que éstas habían evolucionado por el uso y desuso de sus órganos en vida, idea que plasmó en la célebre propuesta de la *herencia de los caracteres adquiridos*. Sus planteamientos constituyeron un paso cualitativo en la exploración de las procesos que justificaban la diversidad de los seres vivos, desafortunadamente el mecanismo que proponía Lamarck no explicaba en su totalidad los procesos evolutivos.

Las aportaciones de George Cuvier (1769-1832) fueron también vitales, su idea se basaba en la relación entre los depósitos geológicos sedimentarios y los fósiles: si las rocas antiguas y los fósiles que contenían se ordenaban de las más

antiguas a las más recientes, se demostraba que la fauna había cambiado en el transcurso del tiempo geológico.

El clérigo anglicano Thomas Robert Malthus (1766-1834), planteaba el desfase entre el crecimiento poblacional, de carácter exponencial, y el de los recursos, que se producía de forma aritmética. Esta propuesta, al margen de sus obvias consecuencias respecto a la viabilidad de las especies, planteaba por primera vez la dependencia de los organismos vivos del medio.

Uno de los científicos más destacados, y para muchos el padre intelectual de la teoría evolutiva, fue Alfred Russel Wallace (1823-1913). Naturalista incisivo y explorador incansable esbozó los principios básicos de la Teoría Evolutiva, aunque fue Charles Darwin (1809-1882) quién finalmente la formuló correctamente. La aportación científica de Darwin no fue realmente plantear la existencia de la evolución de las especies, idea que ya había sido abordada correctamente por otros autores, sino plantear un mecanismo que la justificase, es decir, la evolución por selección natural. Las propuestas darwinistas han sido fundamentales para la ciencia, de hecho, la mayor parte de las investigaciones científicas se desarrollan bajo el paraguas conceptual de esta teoría: biomedicina, farmacología, psicología del comportamiento, psiquiatría, etc., aceptando implícitamente los postulados darwinistas.

El Darwinismo propone que considerando un carácter diverso y heredable, el medioambiental *favorecerá* a los individuos mejor adaptados. En esencia el concepto de *favorecer* ha de interpretarse como una probabilidad, es decir, aquellos individuos que presentan un carácter que les otorga una ventaja en un medio concreto tendrán mayor probabilidad de dejar descendientes en las generaciones siguientes.

La Teoría Sintética de la Evolución o el Neodarwinismo. Cuando Darwin postuló su teoría no se conocían todavía las bases de la herencia, de hecho ni siquiera se sabían los mecanismos por los que caracteres se heredaban generación tras generación. Por este motivo los avances en el conocimiento de la herencia, sobre todo los propuestos por Gregor Mendel, aunado al desarrollo de la genética de poblaciones permitieron revisar la teoría darwinista y refundarla con el nombre de Neodarwinismo o Teoría Sintética de la Evolución. Sería ingrato no mencionar a investigadores tan brillantes como Ronald Fisher (1890-1962), Godfrey Harold Hardy (1877-1947), Wilhelm Weinberg (1862-1937), Sewall Wright (1889-1988), Motoo Kimura (1924-1994) y, sobre todo, al pragmático y original John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964). Haldane defendía que las evidencias eran el principal sustento de las teorías evolutivas, de hecho cuando en una ocasión se le preguntó qué evidencias podrían contradecir los principios evolutivos contestó: 'Conejos fósiles en el Precámbrico'.

En resumen, la nueva síntesis se fundamentó en los mismos principios darwinistas pero con sólidos conocimientos de la dinámica de las poblaciones y de los mecanismos de transmisión genéticos.

Metadarwinismo. Afortunadamente el motor de la Ciencia es la curiosidad, este principio ha hecho que las ideas sigan fluyendo y que nuevas propuestas se incorporen constantemente al conocimiento. Una de estas nuevas aportaciones es el Metadarwinismo, basado en el concepto de *evolucionabilidad*. El argumento de esta propuesta defiende que las cosas no son como son porque eso las hace más eficientes que sus predecesoras, como propone Darwin, sino que las cosas son como son porque eso les puede reportar en el futuro la ventaja de evolucionar 'darwinianamente' hacia otra cosa impredecible. A pesar de la

incomodidad que ha producido entre los darwinistas ortodoxos, las posibilidades teóricas del planteamiento son muy interesantes. De las especies existentes, todas igualmente eficaces y adaptadas, siempre habrá algunas que, por mero azar, serán más flexibles, más adaptables, más *evolucionables* que otras en un mismo contexto ambiental. En principio este hecho no les confiere ninguna ventaja pero frente a una crisis –un nuevo cambio en el entorno, la irrupción de un nuevo depredador, etc.- las especies más ‘rígidas’ no sobrevivirán, mientras que las más *evolucionables* tendrán más oportunidades. Lo realmente importante es que a lo largo de millones de años se han producido tantas crisis que la *evolucionabilidad* habría sido cada vez más sutil, eficaz y previsor.

Una de las principales pruebas que presentan los metadarwinistas para defender sus postulados es la existencia de *intrones*. Para explicar este concepto es preciso definir previamente lo que es un gen, que tradicionalmente se define como una región del genoma que tiene capacidad para codificar o sintetizar proteínas. Esta definición está siendo profundamente revisada desde que se publicaron los resultados del proyecto ENCODE en el año 2012 (de las siglas en inglés, Enciclopedia de elementos de ADN).

Desde la lectura del ADN hasta la formación de proteínas se produce un complejo proceso de maduración en el que no todas las regiones del gen son traducidas, este fenómeno permite clasificar diferentes partes de un gen; los *exones*, que se expresan, y los *intrones*, que aun perteneciendo a la parte estructural del gen, no se expresarán. Las regiones intrónicas y exónicas se alternan en un mismo gen. La cuestión es ¿por qué existen los *intrones*?, ¿qué sentido tiene mantener una estructura si, al final, no es funcional? La *evolucionabilidad* se basa en que la existencia

de estos fragmentos implica una mayor probabilidad de que se comentan errores en el proceso de creación de proteínas. Dicho de otra manera, nuevas formas y oportunidades proteicas que la mayoría de las veces serían neutras o perjudiciales, en condiciones ambientales determinadas podrían llegar a ser beneficiosas. La existencia de *intrones*, según los principios metadarwinistas, implica un mayor rango de oportunidades evolutivas.

La evolución molecular de los homínidos

El desarrollo tecnológico experimentado en las últimas décadas ha sido fundamental para abordar la evolución de las especies desde una perspectiva molecular. La pirosecuenciación, o secuenciación 454 de *Life Science*, permite la secuenciación a gran escala de genomas completos. Actualmente se han completado proyectos como el genoma del chimpancé, el de otros grandes simios o el Proyecto Genoma Humano, su análisis comparativo permitirá hacer interpretaciones en el ámbito de las adaptaciones y de la evolución.

Nuestra especie, *Homo sapiens*, se agrupa en el árbol evolutivo junto con los grandes simios; chimpancés (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*), gorilas (*Gorilla gorilla*) y orangutanes (*Pongo pygmaeus* y *Pongo abelli*), constituyendo la familia *Hominidae*. Los familiares más cercanos, chimpancés y bonobos, se separaron de los humanos hace, aproximadamente, seis millones de años. Comparar los genomas de estas especies tiene un gran interés científico ya que las semejanzas hablan de un pasado común, mientras que las diferencias señalan un recorrido evolutivo independiente. Además, con los avances en las técnicas de recuperación y secuenciación de ADN antiguo, se dispone también del borrador de genomas de especies extintas

más cercanas evolutivamente al hombre que los chimpancés y bonobos, como son los Neandertales y los misteriosos Denisovanos.

A los genes inactivos en chimpancés y en Neandertales –que se separaron de nuestro linaje hace unos 800.000 años- pero activos en humanos, se les ha denominado *los genes de la humanidad*, ya que son funcionales exclusivamente en *Homo sapiens*. El presente texto se centrará en revisar algunos de estos genes e interpretarlos en el contexto de los principios evolutivos darwinistas. Se pueden seguir dos estrategias para identificar estos genes: detección de diferencias estructurales o de señales que indiquen que han estado sometidos a presión selectiva positiva. La primera supone que genes con diferentes estructuras tendrán diferentes funciones, la segunda explica que la función de un gen ha sido ventajosa para la especie en las condiciones medio ambientales en las que evolucionó.

La comparación de genomas completos entre humanos y chimpancés ha permitido construir un listado de genes con un comportamiento diferencial entre ambas especies, de algunos de los cuales no se conoce todavía su función. Entre ellos destaca un grupo de genes (CMAH, ST6GAL1 y Siglec-11) que regula la formación del ácido siálico, que forma parte de las glicoproteínas de la membrana celular. Este compuesto constituye una señal para el anclaje de agentes patógenos y está relacionado, por lo tanto, con los procesos infecciosos. Podría justificar, por ejemplo, porqué los humanos desarrollamos el SIDA y es una patología muy rara en chimpancés, o porqué somos sensibles a padecer gripe, enfermedad muy rara en el género *Pan*.

Genes de especial interés son los relacionados con el desarrollo, regulación y crecimiento del cerebro, pieza clave en el

proceso de diferenciación entre primates no-humanos y *Homo sapiens*. Se puede destacar, por ejemplo, el gen PCDH11Y, que aparece duplicado en humanos y está relacionado con el desarrollo cerebral e indirectamente con el riesgo del desarrollo de esquizofrenia. Otro gen destacable es el ASPM que ha tenido una evolución acelerada en grandes simios y humanos, y está relacionado con el desarrollo cerebral, pérdidas de material genético en este gen provocan microcefalia. Otro ejemplo lo constituye el gen GYP que ha tenido una evolución acelerada reciente en *Homo sapiens* y que codifica proteínas de los glóbulos rojos. Toda la información disponible sobre GYP hace pensar que se trata de un gen sometido a presión selectiva por el patógeno *Plasmodium falciparum*, el agente causante de la malaria: las variantes humanas de este gen conferirían algún tipo protección ante la presión selectiva del agente patógeno. El por qué se ha detectado una evolución aceleración y reciente en nuestra especie es un resultado lógico ya que la malaria está íntimamente relacionada con la sedentarización de nuestra especie que se inició de forma masiva en el neolítico, 12.000 AP.

La conclusión del borrador del Proyecto Genoma Neandertal y distintos estudios de genes concretos han permitido realizar análisis comparativos entre estos y *Homo sapiens*, especies evolutivamente muy cercanas. Mediante esta estrategia se han detectado al menos 78 genes diferentes o con señales de presión selectiva positiva. Llama la atención que muchos de ellos están relacionados con el aspecto físico como la pérdida de vello corporal (RPTN) y la pigmentación (TRPM1). Otros son de más difícil interpretación como es el caso de DCHS-1, relacionado con la cicatrización de las heridas, o el SPAG17 asociado a la movilidad del esperma. Un último grupo de genes destacables (AUST2, ACCN1, CADP2, DYRK1A, NRG3 y NBPF14) tienen una relación

directa con la expansión del cerebro. Curiosamente muchos de ellos también se han relacionado con enfermedades mentales (autismo y esquizofrenia) y problemas cognitivos. Esta relación lleva a la lógica deducción de que muchas enfermedades mentales podrían ser una consecuencia no deseada del proceso de encefalización.

Otra estrategia en la investigación del genoma neandertal ha consistido en el estudio de genes cuya función ya se conocía en *Homo sapiens*, con el objetivo de saber cómo se comportaban en especies cercanas para determinar cuándo y bajo qué circunstancias ambientales empezaron a ser funcionales.

Gracias a estas propuestas hoy se sabe que algunos neandertales eran del grupo sanguíneo O y que tenían la capacidad de percibir sabores amargos. La detección de este sabor tiene sentido evolutivo ya que está relacionado con la letalidad de algunos vegetales. Los estudios en neandertales demuestran que la capacidad en la discriminación de este sabor es anterior a la divergencia de humanos..

Uno de los estudios que ha resultado más sorprendente es el del gen MC1R o receptor 1 de la melanocortina, responsable del color del cabello y de la piel. Concretamente la única variante neandertal estudiada se transcribía en un pigmento rojizo, es decir, al menos un neandertal era pelirrojo. Esta es una información muy interesante ya que la pigmentación humana está relacionada con la adaptación a diferentes latitudes geográficas. El color de la piel es el resultado final del equilibrio entre la protección a la radiación solar y la necesidad de captar suficiente radiación para sintetizar la vitamina D, producto esencial para el metabolismo del calcio. Poblaciones muy pigmentadas en latitudes muy altas con baja radiación, tendrían problemas para

sintetizar la vitamina D, y como consecuencia el desarrollo de raquitismo. Por otra parte poblaciones muy despigmentadas y con poca melanina en latitudes ecuatoriales tendrían una alta probabilidad de padecer melanomas (cáncer de piel), ya que estarían muy desprotegidas ante la alta intensidad de la radiación. Así poblaciones que viven en regiones septentrionales se han adaptado a las condiciones medioambientales siguiendo un proceso de despigmentación. Esta estrategia adaptativa, muy bien estudiada en humanos, también se dio en neandertales ya que tuvieron que enfrentarse al mismo fenómeno expansivo y colonizador. Pero lo más fascinante del caso es que cuando se analiza el gen MC1R en humanos y neandertales se observa que no son iguales, cada uno presenta una estructura molecular diferente: las dos especies solucionaron el mismo problema de la radiación solar mediante la despigmentación pero utilizando caminos moleculares diferentes. Este ejemplo pone de manifiesto, por un lado, la importante presión natural que ha ejercido la radiación solar sobre nuestro linaje; y por otro, es la demostración de un fenómeno muy difícil de detectar en la naturaleza, la convergencia evolutiva: dos soluciones moleculares para resolver un problema común como la despigmentación en procesos de expansión independientes.

Pero quizás el gen más interesante desde el punto de vista de la condición humana lo representa el FOXP2. Este gen está relacionado con la capacidad de hablar, de integrar información compleja y de la cognición. Se describió inicialmente en una familia con problemas en el lenguaje y en el habla, fenotipo por otra parte que seguía una herencia mendeliana. No se conoce específicamente su función aunque el gen sintetiza una proteína correspondiente a un factor de transcripción que regula la traducción de otros segmentos del ADN en sus productos génicos;

se comporta como un conmutador de un número desconocido de genes, muchos de ellos involucrados en el desarrollo y organización del sistema nervioso.

Su importancia evolutiva radica en su relación con el lenguaje y con la capacidad cognitiva. El conocimiento de las bases moleculares del lenguaje supone un importante avance en una de las características que nos define como humanos, nuestra capacidad de conciencia e identidad. Al margen de sus importantes repercusiones filosóficas, el comportamiento del gen en otros vertebrados resulta especialmente interesante. Por ejemplo, se ha sugerido que su presencia en aves podría contribuir a la plasticidad en el canto. Por otra parte, el producto de este gen solo difiere en dos aminoácidos entre humanos y chimpancés, prueba indirecta de que algunas alteraciones en este gen podrían haber impulsado la evolución del lenguaje.

Pero el estudio de FOXP2 va un poco más allá, especialmente desde que su secuenciación en neandertales. La idea apoyada por muchos investigadores es que una cualidad exclusiva y discriminante de *Homo sapiens* es el habla, ¿qué ocurriría si otra especie –aunque fuera extinta- tuviese esta misma capacidad? Los resultados mostraron que la secuencia genética en neandertales era exactamente igual a la humana, lo que potencialmente le conferiría los mismos privilegios que a *Homo sapiens*. Según este descubrimiento los neandertales deberían de considerarse también humanos ya que por definición solo hablan los humanos. Además, al rastrear las señales del mestizaje entre humanos y neandertales se detecta que entre el 2 y el 4% del material genético humano extra-africano es neandertal, dicho de otra manera, en algún momento de nuestra historia evolutiva hubo un mestizaje entre neandertales y humanos. Esta confirmación obliga a revisar el término biológico de ‘especie’, que considera que dos

individuos pertenecen a una misma especie si pueden reproducirse entre ellos y tener descendencia viable.

Esta circunstancia llevada a su última consecuencia, implica una profunda reflexión sobre el concepto de 'humano', ya que habría que integrar en esta definición a los neandertales. Recordemos que este grupo practicaba el canibalismo, tenía una tecnología limitada, podría haber practicado rituales de enterramiento y desarrollado una capacidad simbólica –sobre estos dos puntos los especialistas no acaban de ponerse de acuerdo-, cuidaban a sus ancianos y formaban grupos familiares cohesionados con varones emparentados y mujeres procedentes de otros grupos. El análisis conjunto de esta información parece indicar que los neandertales eran un grupo muy cercano al concepto de humano, lo que llevaría a la conclusión de que es posible de que el concepto humano no sea una variable discreta – o se es o no se es humano- sino que se comportaría como una variable continua en la que existiría un gradiente de *humanización*.

La exploración más profunda del genoma del neandertal así como la información genética aportada a través del estudio de otros homínidos, aportará en los próximos años una información que llevará posiblemente a redefinir el concepto de especie y los parámetros que definen a lo humano, con todas las consecuencias científicas y filosóficas que esto entrañará.

Evolucionismo vs religión

Un último aspecto a revisar es la postura que los científicos tienen ante las propuestas religiosas centradas principalmente en la existencia de Dios. Es un tema difícil de abordar y motivo de enfrentamientos y acalorados debates, aunque también ha constituido a lo largo de la historia un motor intelectual. De todas

formas hay que recordar que en el fondo la postura científica ante la religión es individual y se basa principalmente, en el concepto de fe. Abordarlo como si existiese una postura consensuada y oficial por parte de la Ciencia sería un error. De todas formas es interesante revisar qué tendencias filosóficas adopta el hombre frente a la religión y posteriormente vincularlas a las posiciones de eminentes investigadores.

Resumidamente se podrían proponer cinco agrupaciones aunque existen innumerables propuestas intermedias. La primera de ellas es el teísmo, que apoya la idea de la existencia de un Dios creador del universo, comprometido con su gobierno y su devenir diario. El deísmo, por otro lado, acepta la existencia y la naturaleza de Dios a través de la razón y la experiencia personal, en lugar de hacerlo desde las propuestas religiosas como son la revelación, la fe o la tradición. Para los deístas Dios existe y creó el universo pero no interfiere con él. La tercera propuesta es la panteísta la cual argumenta que Dios no es un ser particular ni energía sino que cada ser vivo, cada fenómeno de la naturaleza es una manifestación de su existencia. De forma resumida su credo es: todo es Dios y Dios es todo. Para los agnósticos los enigmas y misterios de la creación así como las leyes que modulan y regulan el universo, son básicamente incognoscibles. Por último, el ateísmo -en un sentido amplio se opondría a los teístas- defiende la inexistencia de deidades.

En la actualidad, y de forma general, la mayor parte de las religiones aceptan las propuestas evolucionistas, al menos en lo referente al mecanismo que rige los cambios en las especies. Esta postura facilita el acercamiento entre científicos y religiosos aunque suelen diferir en dos puntos esenciales; el origen de la vida por un lado, y la aparición de la capacidad cognitiva y de identidad del ser humano, por el otro. Estos dos puntos son, hoy

por hoy, el caballo de batalla y los puntos de alejamiento entre ambas posturas.

La Ciencia todavía no ha resuelto con solvencia ninguna de estas dos cuestiones aunque ha habido adelantos considerables. Respecto al origen de la vida cabe mencionar los estudios de las condiciones físico-químicas de las chimeneas submarinas, lugares donde se darían las condiciones especialmente adecuadas para la organización de elementos inorgánicos en estructura semejantes al ARN (ácido ribonucleico), con capacidad de auto-replicación y actividad catalítica, indispensables para la vida. Esta nueva propuesta resolvería muchos de los problemas termodinámicos que presentaba la teoría de la *sopa primigenia*, convirtiendo a la vida no en una excepción solitaria sino en una constante cosmológica magistral, como la gravedad.

Respecto a la identidad son cada vez más frecuentes los estudios que hacen replantearse a la comunidad científica que sea una cualidad exclusivamente humana. Un ejemplo interesante lo constituye la singular comunicación de los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), que emiten un silbido concreto para identificar a cada miembro de su comunidad. Este hallazgo implica que los delfines reconocen a otros miembros, primer paso para reconocerse a uno mismo y adquirir conciencia. Este estudio abre un nuevo camino para definir algún tipo de conciencia, no necesariamente igual a la humana, en otros seres vivos.

El estudio de los primates también ha aportado interesantes resultados, por ejemplo el comportamiento racional detectado en los chimpancés. Una serie de estudios confirman que frente al mismo estímulo las crías de chimpancés reaccionan tomando una decisión más práctica y racional que la de los humanos, los cuales

solo copian el comportamiento de los adultos mediante una reacción mimética.

Un último ejemplo sobre la ambigüedad del concepto de identidad en el mundo animal lo constituye el comportamiento de los titís, o monos del Nuevo Mundo. Estos pequeños primates americanos respetan el turno de intervención y utilizan normas de *educación* muy parecidas a las humanas durante sus actividades vocales. Este estudio constituye un excelente modelo animal con el que investigar los orígenes evolutivos de la comunicación vocal, y además asegura que aunque humanos y titís están relativamente alejados en el árbol evolutivo, existe una ruta parecida en el desarrollo de las capacidades de comunicación vocal. La valoración conjunta de estos tres ejemplos lleva a dos conclusiones; que el mundo animal es infinitamente más complejo de lo que suponemos, y lo poco que conocemos del resto de seres vivos.

La postura de los científicos ante la religión oscila entre los creyentes más devotos hasta el ateísmo más combativo. Entre los primeros se podría citar a Louis Pasteur (1822-1895), fundador de la microbiología y productor de la primera vacuna contra la rabia y diseñador del conocido proceso de pasteurización. Se podría mencionar también a Francis Collins, director del Proyecto Genoma humano y del Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos. El Dr. Collins es un católico devoto, como lo demuestran sus actividades en la Fundación BioLogos, institución destinada a compatibilizar ciencia y fe cristiana y su nombramiento, por parte del papa Benedicto XVI, como miembro de la Academia Pontificia de las Ciencias. Una postura totalmente opuesta la constituye Richard Dawkins, titular de la cátedra Charles Simonyi de Difusión de la Ciencia de la Universidad de Oxford. Este carismático pensador defiende la postura de una sociedad sin religión y de

una ciencia sin creencias, de hecho, reivindica y defiende el ateísmo como el único camino filosófico del científico.

Entre estas dos posturas existen propuestas intermedias. Quizás la más representativa es la defendida por Stephen Jay Gould (1941-2002), profesor de Harvard y brillante divulgador de la Ciencia. La postura de Gould era la no existencia de conflicto entre ciencia y religión, sintetizando este principio en el concepto de MANS, siglas en inglés correspondientes a “magisterios no compartidos” o “magisterios no superpuestos”. De forma resumida MANS propone que los objetivos de ciencia y religión son distintos –a lo que llama magisterios- y que, por lo tanto, no deberían de entrar en conflicto. Según su propuesta la Ciencia documenta el carácter objetivo del mundo natural y desarrolla teorías que deben coordinar y explicar tales hechos. La religión, en cambio, operaría en el reino, igualmente importante, pero absolutamente distinto, de los fines, los significados y los valores humanos, temas que el dominio objetivo de la Ciencia podría iluminar, pero nunca resolver. Una metáfora por ejemplo, consistiría en considerar el magisterio del arte y el significado de la belleza o, en términos más usuales y tópicos, la ciencia obtiene la edad de las rocas y, la religión el estremecimiento de las edades o; la ciencia estudia cómo van los cielos y, la religión como ir al cielo. Para Gould el enfrentamiento entre ciencia y religión era un debate que sólo existía en la mente de las personas y en las prácticas sociales, no en la lógica o en la utilidad adecuada de estos temas completamente distintos e igualmente vitales.

Otro insigne científico que comparte la misma opinión es Francisco Ayala, profesor de biología evolutiva de la Universidad de California, presidente de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), medalla Nacional de las Ciencias en Estados Unidos y recientemente galardonado con el premio

Templenton. Ayala, antiguo sacerdote dominico, defiende los conceptos MANS parafraseando a santo Tomás: las contradicciones solo pueden ser aparentes, debidas a una errónea interpretación de las Escrituras o a un razonamiento equivocado. Ayala se muestra abiertamente contrario a los postulados del diseño inteligente.

Para poder profundizar en algunos de los conceptos tratados en el texto se detalla una breve bibliografía. Todas las obras, por uno u otro motivo, ayudan a tener una visión más objetiva de la teoría evolutiva en el contexto de sociedades eminentemente religiosas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- AYALA, J.F., *Darwin y el Diseño Inteligente*. Creacionismo, cristianismo y evolución. Madrid: Alianza Editorial, 2007.
- DAWKINS, R., *El espejismo de Dios*. Barcelona: Editorial Espasa, 2006.
- GOULD, S.J., *Ciencia versus religión. Un falso conflicto*. Barcelona: Editorial Crítica, 2000.
- LALUEZA-FOX, C., *Palabras en el tiempo. La lucha por el genoma neandertal*. Barcelona: Editorial Crítica, 2013.
- LANE, N., *Los diez grandes inventos de la evolución*. Barcelona: Editorial Ariel, 2009.
- MAYR, E., *Así es la biología*. Barcelona: Editorial Debate, 1998.
- SAMPEDRO, J., *Deconstruyendo a Darwin. Los enigmas de la evolución a la luz de la nueva genética*. Barcelona: Editorial Crítica, 2002.

4. EVOLUCIÓN BIOLÓGICA Y HUMANIZACIÓN

Nicolás G. Jouve de la Barreda

Dpto. Biomedicina y Biotecnología

Fac. Biología, UAH

Lo que nos vamos a preguntar en esta conferencia es algo que habitualmente se sale del ámbito de lo académico y científico y que no forma parte de la casuística habitual de la ciencia, ni lo podemos resolver utilizando el método científico... Se trata de explicar lo que sabemos y también lo que desconocemos sobre los orígenes de la materia, el universo, la vida y el hombre. La ciencia nos puede dar muchas claves para entender todos estos y otros fenómenos de la naturaleza, el cómo suceden las cosas, pero no nos puede explicar las causas de que se derivan ni la existencia de cuanto nos rodea.

Del origen del universo al origen de la vida

En los últimos años, son muchos los trabajos de físicos teóricos que han tratado de explicar el origen de la materia y de la energía mediante la comprensión del llamado big-bang. La «teoría inflacionaria», formulada en la década de los ochenta por Alan Guth y Andrei Linde se basa en estudios sobre campos gravitatorios fortísimos, como los que hay cerca de un agujero negro. Según esta teoría no existiría nada con anterioridad al

punto de densidad infinita que estalló con el big-bang para dar lugar al universo. En la conocida obra de Stephen Hawking «The Great Design» señala el cosmólogo británico que las leyes de la naturaleza nos dicen cómo se comporta el universo pero no responde a las preguntas de ¿por qué hay algo en lugar de no haber nada? O ¿por qué existimos? Y expone que la respuesta de muchas personas de que puede ser un Dios el que decidió crear todo desviaría la pregunta a qué o quién creó a Dios. Es decir, volveríamos a la pregunta eterna. Hawking reconoce que nuestras respuestas obedecen o están limitadas por nuestra capacidad de conocimiento: *«tal como en nuestro universo, en el Juego de la vida la realidad depende del modelo que utilizemos»*.

Aceptado que el universo tuvo un inicio con el big bang hoy se sabe que todo comenzó hace 13.700 millones de años. Esta medida ya es de por sí un dato asombroso, pero más asombroso es pensar a qué se ha llegado tras el origen de la materia. Considerando todo el conjunto del espacio que nos rodea se calcula la existencia de 100 mil millones de galaxias, cada una de las cuales contiene, en promedio, unos 200 mil millones de estrellas. De todo este inmenso universo, hasta donde sabemos solo en nuestro planeta hay vida. La Tierra, es un planeta de tamaño medio en un sistema sideral emplazado en un rincón de una galaxia situada entre billones de galaxias. Tras la consolidación de nuestro planeta, hace unos 4.400 millones de años, los primeros mil o dos mil millones de años de su existencia debieron ser geológicamente muy inestables, con constantes colisiones de meteoritos, hasta que, tras un proceso lento de enfriamiento, se transformaría creándose las condiciones necesarias para la aparición de la vida.

Una pregunta que se formulan muchos físicos es con relación a la asombrosa precisión de cuanto existe, que parece diseñado

para la aparición de la vida, y a partir de ella la aparición de vida inteligente. ¿Hay una explicación más allá de lo que la ciencia puede averiguar? A esto se refiere el llamado «principio antrópico» que en resumidas cuentas viene a señalar que las constantes físicas tienen tal precisión que si cambiasen aunque fuese en grado mínimo nada de lo que nos rodea sería como es y nosotros no podríamos estar aquí. A esto se refiere el físico Charles Townes, Premio Nobel de Física de 1964 por sus trabajos de amplificación de la radiación de microondas (maser), cuando dice que: *«Los descubrimientos de la física parecen reflejar la obra de una inteligencia en las leyes naturales»*

Algunos objetan con razón que eso no es más que una opinión y que pensar en un Dios que lo creó todo no es ciencia. Correcto. La existencia de Dios no es una cuestión científica, sino filosófica o metafísica. Pero hay que tener en cuenta que la ciencia tiene sus limitaciones y no puede hacer proposiciones ni explicar nada sobre lo que no se puedan hacer demostraciones empíricas o experimentales, basadas en las propiedades de la materia. La ciencia trata de desvelar los fenómenos de la naturaleza, pero no puede entrar a resolver cuestiones sobre las que no se puede experimentar. La existencia de Dios, por su naturaleza inmaterial es una de ellas.

La respuesta que se acostumbra a escuchar para explicar el asombroso cúmulo de circunstancias que han hecho que las constantes físicas y la masa del Universo sean las que son, es que se ha llegado a la naturaleza actual por azar o casualidad, pero esta no es una forma razonable de contestar a la pregunta sobre la existencia de todo. Es como decir que las cosas han ocurrido porque sí, o que simplemente han ocurrido y no hace falta saber más. En ciencia no cabe renunciar al conocimiento ni suponer que lo que la ciencia no puede demostrar no es abordable. Esta sería

la menos científica de las respuestas posibles. Es más honesto decir que no sé por qué las cosas son como son y debo seguir investigando que decir que todo es fruto de la casualidad. Y también es más honesto reconocer los límites de la ciencia y ceder a la filosofía, la metafísica o la teología, con sus propios métodos de análisis o la revelación de la existencia de todo, un lugar en la solución de las cuestiones que desea satisfacer el hombre. Lo que podemos decir es que antes de existir algo no había nada y que una vez que aparece algo, la materia, ésta está dotada de un impulso y una capacidad para evolucionar hacia adelante y llegar al momento actual con las realidades físicas que nos rodean. Pero al mismo tiempo podemos dejar a la filosofía y la teología que nos den una explicación sobre el origen de todo en base a la creencia generalizada de la existencia de un creador.

Un conocido profesor de Genética y divulgador científico ateo, autor entre otras obras de *El gen Egoísta* o *El relojero ciego* dice en una de sus múltiples entrevistas que «*La Biología es el estudio de cosas complicadas que dan la apariencia de haber sido diseñadas con un propósito*»... y que «*los resultados vivos de la selección natural, de manera abrumadora nos impresionan con la apariencia de diseño como si fuesen la obra de un maestro relojero...*». Dawkins enfatiza en que la supuesta complejidad no es más que pura apariencia y que todo es fruto del Azar y de la Selección Natural.

Si bien es cierto que la Biología nos ha demostrado la veracidad del fenómeno darwiniano de la Selección Natural, pero es absurdo basar en el azar -o en algo tan carente de significado como la casualidad- el origen de las grandes cosas que nos rodean y nos asombran. Lo cierto es que la ciencia nos explica más y mejor el cómo ha evolucionado la materia y la vida, que sobre las causas por las que tuvo lugar su aparición. Lo que ocurre es que

todavía sabemos muy poco de casi nada. Hay que seguir investigando. Lo que no parece lógico es que las personas que se hacen preguntas y quieren saber se queden indiferentes y conformes con algo tan falto de explicación como decir que todo es fruto del azar. El Premio Nobel de Física de 1984, el italiano Carlo Rubbia, señalaba que: *«la forma más grande de libertad es la de poder preguntarse de dónde venimos y a dónde vamos... No existe forma de vida humana que no se haya planteado esta pregunta. Y no hay sociedad humana que no haya intentado de alguna manera darle respuesta. Fallar este compromiso es una pérdida, una deshumanización, un mecanismo interno de autocastigo»*.

¿Puede ser obra del azar o la casualidad una obra tan maravillosa como una sinfonía de Mozart o de Beethoven; una obra literaria como el Quijote de Cervantes; el cuadro de las Meninas de Velázquez; o el techo de la Capilla Sixtina de Miguel Ángel? ¿Puede ser obra de la casualidad el inmenso universo? ¿Puede serlo la extraordinaria complejidad y belleza de la molécula del ADN?... Pues bien, pensemos que una simple estructura biológica, la molécula del ADN, un virus, una bacteria, son enormemente más complejos que la más impresionante obra de arte. ¿Por qué reconocemos un autor en las obras citadas y achacamos al azar o la casualidad al origen de todo? De este modo, este mundo con todas sus manifestaciones, cuyo origen no podemos explicar, adquiere todo su sentido cuando reconocemos en él un creador que originó la materia tras el big-bang, al que siguió un proceso dinámico y evolutivo marcado por un aumento de complejidad hacia la aparición de la vida y el origen del hombre.

El origen y la evolución de la vida

Un punto de interés que nos hace pensar y nos asombra es el cúmulo de circunstancias que debieron suceder hasta llegar a crearse un planeta «habitable» como la Tierra, que parece pensado para albergar vida.

La Tierra es un planeta que goza de unas condiciones asombrosamente idóneas para la aparición de la vida y su posterior expansión en las formas y manifestaciones más diversas. Está a una distancia adecuada del sol para permitir la existencia del agua líquida sobre su superficie, tiene el suficiente volumen y gravedad para retener una atmósfera con su gravedad y para que su magma incandescente interno suponga una fuente de calor y de actividad geológica cambiante. Es un planeta que por sus características goza de la existencia de un mosaico extraordinariamente diverso de ambientes propicios para la adaptación de las numerosas formas de vida que hoy conocemos existen sobre nuestro planeta. ¿Es todo esto también fruto de la casualidad?

Vayamos ahora a lo que sabemos sobre el origen de la primera forma de vida. La auténtica vida, la que conocemos aquí en la Tierra, dejando a un lado las especulaciones sobre si la vida procede del espacio, o la existencia de seres extraterrestres, no demostrados aunque no parezca imposible su existencia. La vida en nuestro planeta se basa en la química del carbono y en la presencia de agua líquida. La teoría sobre la evolución química hasta la formación de los primeros compuestos de materia orgánica necesarios para la aparición de la vida, fue propuesta independientemente por dos investigadores a principios del siglo XX, el escocés John B.S. Haldane (1892-1964) y el ruso Alexander Oparin (1894-1980). John Haldane propuso que el mar debió

constituir un inmenso laboratorio en el que se formaron las primeras moléculas orgánicas, a partir de sencillas moléculas inorgánicas y bajo determinadas condiciones entre las que jugaría un papel especialmente importante la radiación solar. El mar sería como una «sopa caliente de sustancias en disolución». Alexander Oparin estableció la hipótesis de la formación de unas partículas coloidales, gotas de «coacervados» o «microesferas», que serían capaces de absorber sustancias químicas del agua que las rodease, enriqueciendo y elevando la concentración de componentes químicos en su interior.

Diversos experimentos han demostrado que en un ambiente simulado, semejante a la sopa caliente propuesta por Haldane, pudieron llegar a formarse muchos de los aminoácidos y otros compuestos orgánicos sencillos, pero no moléculas más complejas y ni mucho menos tan complejas como las proteínas y los ácidos nucleicos, que son los componentes obligados de todos los seres vivos. Es preciso por tanto suponer que durante millones de años desde la consolidación del planeta (hace 4.400 m.a.) hasta la aparición del primer ser vivo (hace unos 3.600 m.a.) debió haber una «evolución prebiótica».

Cuando hablamos de evolución hoy sabemos, desde las acertadas explicaciones de Charles Darwin (1809-1882) que el factor que la hace posible es la selección natural. Pero para que haya selección natural debe haber reproducción, para que mediante prueba y error, se produzca una criba de los seres más eficaces, los que mejor se reproducen en el ambiente en el que viven, frente a los menos eficaces o adaptados. Aquí surge otra dificultad y un punto más de asombro.

La evolución prebiótica es una evolución desde moléculas más sencillas a moléculas más complejas, pero no cabe aplicarle la

selección natural, dado que las moléculas no se reproducen, no se ganan un puesto en función de su capacidad de dejar descendientes. Solo lo harán una vez constituido el primer microorganismo. La paradoja es que si no tengo organismos que se reproduzcan y que hagan de vehículos de moléculas tan complejas como las proteínas y los ácidos nucleicos no puedo hablar de selección natural... y para que se lleguen a formar los microorganismos mucho antes deberán haberse formado las macromoléculas.

Esta es una página desconocida y prácticamente inexplicable del origen de la vida. Sabemos algo sobre cómo se originaron las moléculas orgánicas sencillas y sabemos más a partir del primer microorganismo, que ya es portador de las moléculas más complejas como las proteínas y el ADN. Pero hay una inmensa laguna en lo qué ocurrió en los 1.000 millones de años hasta llegar al primer ser vivo de evolución prebiótica.

A ello se une otro problema que está sin resolver. Cuál de los tipos de polímeros constituyentes fundamentales de todos los seres vivos fue primero. El ADN puede replicarse, pero necesita proteínas de carácter enzimático para catalizar el proceso. Las proteínas pueden catalizar la formación del ADN, pero necesitan ADN para que se ensamblen los aminoácidos que las constituyen. ¿Cómo pudieron las moléculas de la Tierra primitiva salirse de este círculo y permitir que se organizara un organismo capaz de replicarse?, ¿cómo se llegó a formar un sistema interdependiente de los dos polímeros?, ¿qué fue antes el huevo o la gallina?

A finales de los años sesenta, los investigadores Carl Woese (1928-2012), Francis Crick (1916-2004) y Leslie Orgel (1927-2007), sugirieron independientemente que el ARN pudo ser el primer tipo de ácido nucleico responsable de la información genética en

los seres vivos más primitivos, y en 1982, se produjo un descubrimiento importante. Los Dres. Sidney Altman (1939-) y Thomas Cech (1947-), Premios Nobel de Química en 1989, descubrieron la existencia en diversos seres vivos actuales de un tipo de ARN catalítico, capaz de funcionar como si se tratase de una enzima, lo que se llamarían los «ribozimas». La pregunta entonces es ¿cómo se llegó a algo tan complejo como una molécula de ARN?

Parece evidente que decir que algo tan complejo como una primera molécula de ARN se originó por casualidad es una frivolidad carente de sentido científico. Como el problema no está resuelto debemos decir simplemente que no lo sabemos y que habrá que seguir investigando. Simplemente diremos que hasta la fecha, no hay una explicación plausible sobre cómo las moléculas primitivas y supuestamente auto-replicadoras del ARN pudieron haber hecho la transición a sistemas celulares modernos que dependen mucho de una variedad de proteínas para procesar la información genética. No sabemos cómo ocurrió por lo que solo podemos asombrarnos de que ocurrió.

Hasta ahora, no existe ningún dato experimental que haya permitido producir una molécula informativa y además auto-replicante y estamos muy lejos de comprender como se produjo la interiorización en microesferas o estructuras membranosas, aunque se han hecho avances en el conocimiento de cómo son las paredes celulares más sencillas.

Si salvamos las dificultades de explicarnos la formación de los primeros seres vivos, algo semejante a las bacterias anaerobias actuales. A partir de ellas ya es más fácil sostener la evolución hacia formas más complejas y la aparición de todos los seres vivos por selección natural.

Las primitivas protocélulas, tendrían en su interior un mínimo interdependiente de ácidos nucleicos y proteínas. Estarían dotadas de un sistema genético capaz de replicarse y de un código genético eficaz para dirigir la síntesis de algunas proteínas necesarias para intervenir en un conjunto mínimo de reacciones bioquímicas, útiles para el metabolismo interno y el aprovechamiento de los recursos externos. A partir de este organismo primitivo, al que llamamos «cenancestro», se desencadenaron una serie de modificaciones dando origen a múltiples y diversas formas de vida, que serían sometidas a la prueba de su supervivencia. De este modo se irían seleccionando los microorganismos que mostraran un mejor comportamiento en su adaptación al medio y a las exigencias de multiplicación en distintos ambientes. Una propiedad que debió tener gran repercusión en la evolución de los primeros seres vivos es la capacidad de mutar de los ácidos nucleicos. La vida surgida de la materia inorgánica mostraba de esta manera una gran flexibilidad, de modo tal que los primeros seres vivos, unicelulares y semejantes a las actuales bacterias, no se limitaban a multiplicarse y generar seres idénticos, con las mismas propiedades, sino a generar variaciones y enriquecer la diversidad de formas que eran inmediatamente puestas a prueba y filtradas por la selección natural.

Hicieron falta unos 1.000 millones de años desde la consolidación de la corteza terrestre, hasta la emergencia de la vida. Poco a poco las bacterias pasaron de vivir a expensas de los detritos y materia orgánica hacia formas aerobias y fotosintéticas. Los primitivos microorganismos anaeróbicos y heterótrofos dieron paso a seres capaces de absorber el anhídrido carbónico y fabricar moléculas orgánicas, liberando oxígeno al exterior por medio de la fotosíntesis. A partir de entonces la vida derivó hacia formas más

complicadas. Harían falta otros 2.000 millones de años para que surgiese un tipo de células más complejas, las células eucarióticas que conducirían a la formación de una generación de nuevos seres unicelulares y después los pluricelulares. Al principio, todos estos organismos compartirían los distintos tipos de hábitats con los procariotas, al tiempo que unos y otros se iban diversificando y adquiriendo nuevas capacidades de adaptación y crecía y se perfeccionaba su aparato genético de información, adquiriendo sistemas cada vez más eficaces y precisos de replicación y reparación del ADN, división celular, y también se hacía más complejo el metabolismo y aprovechamiento energético.

Todo esto influyó en el ambiente que se iría enriqueciendo en oxígeno hasta el punto de modificar la composición molecular de los océanos y la atmósfera. Pronto surgió una nueva pléyade de organismos capaces de utilizar el oxígeno para oxidar sustratos como azúcares y grasas y obtener así nuevas fuentes de energía. Este tipo de organismos de metabolismo aerobio completaría el círculo al compensar el exceso de oxígeno liberado por sus predecesoras fotosintéticos. Los seres aerobios se convirtieron pronto en los organismos dominantes en la Tierra.

Al llegar a este punto volvemos a decir lo mismo que para el origen de la materia y el universo, lo que no tiene sentido es decir que la vida es fruto de la casualidad o del azar. Fred Hoyle (1915-2001), conocido por su apoyo a la existencia de vida extraterrestre y por sostener también la idea del origen de la vida como fruto de una siembra desde el espacio -la teoría de la «panspermia»-, decía lo siguiente con relación al origen de la vida: *«La probabilidad de que la vida se originara por casualidad o por azar es tan minúscula que debe rechazarse por absurdo... el universo refleja una inteligencia llena de propósito»*

La historia de la vida en nuestro planeta nos asombra, no solo por la extraordinaria capacidad de creación de formas de vida, sino por la prodigiosa rapidez con la que se han sucedido los acontecimientos para dar lugar a la producción de millones de especies. Hoy somos testigos de la aparición de una fascinante variedad de diseños, que van desde los sencillos seres unicelulares hasta los complejos pluricelulares, desde las simples bacterias hasta los hongos, las plantas y los animales superiores, desde las formas heterótrofas hasta las sofisticadas formas fotosintéticas, desde los seres sedentarios y sésiles hasta los animales que han conquistado el mundo acuático, terrestre y aéreo, desde los seres carentes de sistema nervioso hasta el ser racional y autoconsciente que conocemos como *Homo sapiens*.

El origen del hombre: hominización y humanización

Hace más de 2000 años, Aristóteles (384 a.C. –322 a.C.) clasificó al hombre como un animal de sangre caliente y destacó la enorme proporción de su cerebro. También subrayó su especial inteligencia y su capacidad de relación con sus semejantes cuando sentenció que «*el hombre es un animal político*». El naturalista sueco Carl Von Linné (1707-1778) publicó en 1758 una ingente obra titulada «*Sistema Naturae*», en la que propuso por primera vez la denominación *Homo* para designar el género al que pertenece la especie humana e incluyó en él una única especie, *Homo sapiens*.

En su entorno, el grupo común en el que se integraban los humanos, los simios y los monos fue bautizado como «*primates*», que quiere decir los «*primeros entre los animales*». Charles Darwin (1809-1882) publicó «*El origen del hombre, y la selección en relación al sexo*», en 1871, en el que incluía a la especie humana en el mismo esquema evolutivo de todas las especies, tal

como había preconizado en su obra principal «*Sobre el Origen de las Especies por Selección Natural*».

Los hallazgos de una colección seriada de restos fósiles humanos por parte de los antropólogos, cada vez más completa y mejor datada, han permitido trazar la línea evolutiva que conduce al hombre moderno, de acuerdo con la idea de Darwin de finales del siglo XIX, situándolo como una especie singular y única, de la que 6 millones de años de evolución divergente nos alejan de los restantes homínidos, siendo nuestro pariente más próximo el chimpancé, *Pan troglodites*. Entre los Homínidos actuales se sitúan también el pequeño bonobo, *Pan paniscus*, el gorila, *Gorilla gorilla* y el orangután, *Pongo pygmaeus*.

La aparición de los primeros homínidos, conocidos como *Australopithecus* tuvo lugar en el Sur de África durante un período geológico de enfriamiento

del planeta correspondiente al plioceno y pleistoceno medio. Como consecuencia de este enfriamiento se originó una sustitución de los bosques tropicales por sabanas en las áreas en que vivían nuestros ancestros de hace más de 5 millones de años. Debido a ello los primeros homínidos se vieron sometidos a un proceso de abandono gradual del cuadrupedismo, más necesario para los primates que tienen vida arbórea, y se vieron abocados hacia la adopción de una postura bípeda.

Los homínidos constituyen una rama especial dentro de los primates, y la pregunta que nos debemos formular es: ¿cómo pudo la evolución generar un ser tan singular, consciente y ético, a partir de unas bestias instintivas y egoístas?

Antes de contestar a esta pregunta, lo primero que tenemos que admitir es que somos una especie singular. Algunos se

empeñan en que no hay tantas diferencias e incluso para minimizarlas deciden calificar de humanos también a los grandes simios. Esto no es correcto ni desde un punto de vista biológico ni desde una perspectiva antropológica cultural.

De forma simple podemos decir que durante la evolución humana se ha seguido un doble proceso de transformación. De una parte se ha producido una evolución biológica, que como en el resto de los seres vivos se refiere a las características físicas y propiedades adaptativas de la especie, lo que en nuestro caso llamamos «hominización». Lo más característico de este proceso es la tendencia a la postura erguida, el bipedismo, pero también el aumento del tamaño del cerebro, la reducción de los dientes, la liberación de las manos y la adquisición de un lenguaje simbólico. Entre las consecuencias inmediatas de este proceso se produce por parte de los humanos el dominio del medio y la fabricación de utensilios.

Diríamos que la hominización es un proceso de transformación gradual en las características físicas y biológicas de nuestra especie y sería equivalente a la transformación biológica de las restantes especies.

A la modificación biológica se añadió otro proceso exclusivamente propio del hombre, al que en consecuencia llamamos «humanización» y que consiste en la adquisición de unas propiedades inéditas respecto al resto de los seres de la naturaleza: la autoconciencia o conciencia de sí mismo, la capacidad de raciocinio y como consecuencia la capacidad de actuar libremente, la adquisición de un sentido ético de la vida y la aparición del sentido de trascendencia. Todo esto conduce a los humanos a una nueva dimensión, a una escala distinta y superior al resto de las criaturas vivientes. Nada de esto ha ocurrido en

ninguno de los restantes homínidos. De este modo el ser humano es un ser singular por su doble naturaleza espiritual y corporal.

La humanización es exclusivamente humana. El ser humano a diferencia de los grandes monos y del resto de las criaturas, es por naturaleza un ser racional, social y ético. Hoy constatamos que los grandes simios y cualquier otro animal al que se le pudiera atribuir un cierto grado de inteligencia, poseen un modo restrictivo de comportamiento, marcado por el instinto de supervivencia, de modo que en su forma habitual de conducta hay un programa genético de respuestas automáticas, habitualmente agresivas, egoístas, violentas y dominadas por el beneficio propio. Por el contrario, en el hombre existe por naturaleza la capacidad de reconocimiento de culpa, autodominio, solidaridad, generosidad, altruismo y honestidad. Es la diferencia entre una inteligencia concreta y una inteligencia racional. Es la consecuencia del estancamiento evolutivo o «estasiagénesis» de la evolución del cerebro de los grandes primates y la «anagénesis» y el rápido crecimiento del cerebro de nuestros predecesores hasta la aparición del *Homo sapiens*. Cada ser humano adquiere conciencia de sí mismo y de este modo vive su vida de forma personal.

En relación con el doble proceso de la hominización y humanización, lo que tenemos que preguntarnos es si: ¿somos una especie más en el contexto de la Naturaleza o existen hechos objetivos por los que podamos considerarnos seres distintos a los demás? Y la respuesta también es doble. En lo biológico, somos seres semejantes a los demás, pero en la adquisición de las capacidades intelectuales somos distintos:

1. Compartimos los componentes biológicos con el resto de la naturaleza

2. Estamos separados de las demás especies por mecanismos de aislamiento reproductor

3. Tenemos un ADN con una elevada similitud al de las especies próximas pero son evidentes nuestras grandes diferencias en inteligencia y comportamiento

La genómica comparada nos ha indicado la gran semejanza del ADN humano con el de nuestros parientes más próximos. Tenemos hasta un 96-98% de secuencias de ADN en común con el chimpancé y el bónobo y algo menos con el gorila y el orangután. Pero siendo esto así, lo que importa no es lo que hay en común, sino precisamente las diferencias... y en ese 2-4% de diferencias hay millones de cambios en las bases nucleotídicas, que repercuten en cambios en miles de proteínas, por lo que al final también en lo biológico hay muchas diferencias. Algunas de ellas afectan al sistema nervioso, inmunológico, capacidad reproductiva, capacidad de comunicación por medio del lenguaje, comportamiento, etc., etc.

A diferencia del resto de los seres vivos el ser humano no solo vive en el mundo sino que está en condiciones de desentrañar los secretos del mundo en el que vive. El ser humano no solo vive en un mundo físico, sino también simbólico. De este modo en el ser humano no solo es importante su supervivencia y su bienestar sino también el conocimiento de la verdad, la apreciación de la belleza y el dominio de sus propios actos. Los humanos no nos limitamos solo a dejar descendientes y transmitir genes, sino a utilizar nuestro entorno incluidas las restantes especies, transformarlo en nuestro beneficio, adquirir experiencia y conocimiento y transmitirlos a nuestros hijos. Esto lo resumiríamos diciendo que el hombre no solo transmite genes sino también experiencias, cultura.

De este modo, en el hombre a la evolución biológica se añade un proceso único y singular en el conjunto de las especies que configuran el conjunto de los seres vivos, la «evolución cultural». De acuerdo con Francisco Ayala: *«existen en la humanidad dos clases de herencia: la biológica y la cultural... La herencia biológica es, en el hombre, semejante a la de los demás organismos dotados de reproducción sexual y está basada en la transmisión, de padres a hijos y por medio de las células sexuales, de la información genética codificada en el ADN. La herencia cultural, por el contrario, es exclusivamente humana y reside en la transmisión de información mediante un proceso de enseñanza y aprendizaje, que es en principio independiente de la herencia biológica».*

Pero dejando a un lado las características comunes de todos los seres humanos, lo realmente es única en el hombre respecto a las restantes criaturas vivientes, es la dimensión personal. Cada individuo vive su vida de forma personal. Cada persona es un ser capaz de juzgar la conveniencia o no de sus actos y actuar en consecuencia... lo que llamamos voluntad y libre albedrío, somos por tanto seres éticos, *Homo sapiens* y *Homo moralis* a la vez. A diferencia de lo que pasa en otras especies, cada uno vive su propia vida y es responsable de sus propios actos y de esta forma construye su propia biografía.

El hecho constatable es que el *Homo sapiens*, es la única especie ética. El gran evolucionista británico George Gaylord Simpson (1902-1984) afirmaba que: *«El mejor modelo de ética humana ha de ser buscado en la nueva evolución peculiar del hombre, y no en la vieja y universal para todos los organismos. La vieja evolución fue y es esencialmente amoral. La nueva evolución lleva consigo conocimiento, incluso de lo bueno y de lo malo».*

No es difícil aplicar a la evolución biológica de la especie humana los mismos principios darwinianos de la «selección natural». Los mismos que vemos en las demás especies pero adaptados a nuestra singularidad como especie biológica, con una evolución espectacular en el desarrollo del sistema nervioso central y del cerebro. Los individuos de mayor eficacia biológica, los de mayor capacidad de adaptación y reproductiva, y por tanto de transmisión genética, serían los más inteligentes, aquellos que mostrasen en el mayor grado habilidades para la comunicación, relación y organización para encontrar soluciones en la lucha por la existencia, la defensa de animales depredadores y en definitiva para la supervivencia, el cuidado de la prole y el bienestar de la población.

De este modo, la selección natural puede explicar los rasgos más distintivos de la evolución biológica de la especie humana, el bipedismo, el aumento gradual del tamaño del cerebro con relación al cuerpo y la adquisición de un lenguaje simbólico de doble articulación, único en el conjunto de la naturaleza. La evolución humana, en la cúspide de la rama de los Homínidos, fue acompañada de un proceso de encefalización, caracterizado por el crecimiento del neocórtex, lo que contribuiría al desarrollo de funciones tan importantes como la percepción sensorial, la generación de órdenes motrices, el razonamiento espacial, el lenguaje y el pensamiento consciente. Al mismo tiempo y como un elemento importantísimo de nuestra evolución se desarrolló la capacidad de comunicación, que cristaliza en la evolución de los órganos que la hacen posible: la región supra-laríngea de la garganta y el extraordinario desarrollo del sistema nervioso central, capaz de hacer frente a la recepción, coordinación, almacenamiento y elaboración de imágenes e ideas, que se manifiestan de forma oral o por medio de la expresión artística.

Se supone que la capacidad de comunicación debió estar consolidada en el tiempo en que el hombre empezó a plasmar su capacidad creativa en manifestaciones artísticas. Dado que la creación artística surgió en el hombre moderno *Homo sapiens sapiens* que vivió en África del Este hace algo más de 100.000 años y siguió creciendo hasta la explosión del arte en el Paleolítico Superior en Europa, hace algo más de 30.000 años, podemos situar en aquél período la consolidación del lenguaje articulado.

¿Y qué decir del sentido ético? Como consecuencia de la comunicación e intercambio de ideas creció la capacidad de relación entre los seres humanos y se consolidaron los grupos familiares y sociales, el cuidado de la descendencia, la educación, la defensa de la vida, la protección del grupo familiar, el sentido de trascendencia. Algunos autores como el genetista americano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) señalaba que lo más elevado de la ética humana es el mandamiento del amor universal y el servicio a los demás. Considera la existencia de dos clases de ética: la familiar y la de grupo. Opina que la ética familiar está determinada genéticamente, siendo producto de la selección natural. De este modo, los genes que codifican rasgos del comportamiento que mejoran la capacidad adaptativa de los individuos que lo portan, bajo la selección familiar tienden a ser seleccionados y los genes de comportamientos negativos tenderían a ser eliminados. Como una prueba del carácter biológico del progreso del comportamiento ético, señala Dobzhansky el perfeccionamiento del comportamiento altruista en el seno de la propia familia. El sentido ético y de trascendencia es una característica innata en el hombre como lo demuestra la universalidad de su existencia, patente en las más diversas civilizaciones y poblaciones humanas, no relacionadas culturalmente.

De cualquier forma, hay un punto de inflexión, un momento en la evolución humana en que se despierta la conciencia y los seres humanos ya no viven en un mundo físico, sino en un mundo simbólico. Es el punto en el que a la hominización se añade la humanización con todas las propiedades que hemos indicado, y la pregunta que nos podríamos formular es si podemos achacar al azar o a la casualidad la transformación que ha permitido llegar a dicho punto y cómo se puede alcanzar sin que pueda trazarse de forma clara un punto de inflexión, pues los procesos de cambio debieron ser graduales.

Dada la singularidad de nuestra especie, y a la espera de que la ciencia desvele la base genética y genómica de las diferencias entre el hombre y el resto de las criaturas vivientes, hay una diferencia que no se puede explicar solo en términos de genes, moléculas o estructuras biológicas. Si cada ser humano es un ser personal, con un componente físico, el cuerpo, y otro inmaterial, el espíritu, por mucho que sepamos del primero no podemos explicarnos en términos materiales lo que no tiene materia.