



Reflexiones sobre la relación entre ciencia y fe



Ponencia del Prof. Werner Arber (Universidad de Basilea, Suiza – Presidente de la Pontificia Academia de las Ciencias) para el Santo Padre y los miembros del Sínodo de los Obispos el 12 de octubre 2012 sobre “La nueva evangelización para la transmisión de la fe cristiana”.

Introducción

La curiosidad es una característica fundamental de la mente humana. Por una parte, ésta es la fuerza motriz para la investigación científica que busca la identificación de las leyes naturales. Por la otra, la curiosidad está también en la base del interés que cada ser humano muestra por conocer las leyes fundamentales de la naturaleza, que son esenciales para su búsqueda de significado y de verdad. Mientras que la ciencia hasta ahora no ha podido encontrar las respuestas relevantes a todas las cuestiones planteadas, sobre todo las que trascienden la esfera natural, varias creencias (incluidas las que encuentran su origen en la religión) tienen un papel en la respuesta a tales interrogantes. Éstas constituyen una parte esencial del saber orientativo, que hace de básica guía de las actividades humanas. En este contexto planteamos aquí la cuestión sobre las mutuas relaciones y compatibilidades entre el conocimiento científico y los contenidos basilares de la fe.

Contexto e impacto del saber orientativo

El saber orientativo se construye y se actualiza en la mente humana durante el transcurso de toda nuestra vida. Contiene elementos ya adquiridos durante el desarrollo embrionario y la primera infancia. Se enriquece luego con la educación y la búsqueda personal de la verdad. El conocimiento científico adquirido se sitúa, así, junto a las varias clases de creencias, incluyendo aquella de la fe religiosa. Entre paréntesis, podemos considerar que aún los agnósticos son personas con un credo específico, es decir, el del no conocimiento de Dios. En muchas de nuestras actividades diarias, y sobre todo cuando tenemos que tomar decisiones importantes, estamos guiados conscientemente, y a veces, inconscientemente, por nuestro saber orientativo. Podemos considerar el saber orientativo como un elemento socializador en nuestra vida. De hecho, éste contribuye a conciliar nuestras actividades con nuestra vida de comunidad y con el uso sostenible de nuestro hábitat y de los recursos disponibles.

Evolución cósmica y evolución biológica como factores que evidencian leyes importantes de la naturaleza

La Pontificia Academia de las Ciencias trata a menudo con conocimientos científicos – en constante aumento – referidos sea a la evolución del universo, sea a la evolución de la vida. Éstos se basan en gran parte sobre la observación de la evolución *in fieri*. Algunas de las nociones así obtenidas nos permiten además extrapolar el proceso evolutivo a sus orígenes. Sin embargo, hasta ahora, la ciencia no tiene nociones precisas ni sobre las raíces de la evolución cósmica (es decir, ¿de cómo surgieron las partículas fundamentales, los elementos constitutivos de la materia?), ni sobre los orígenes de la vida (o sea ¿de cómo se combinaron todos los elementos necesarios para la vida?). En otras palabras, al presente no tenemos aún una sólida

evidencia científica de la denominada creación ex nihilo, que sigue siendo un tema a estudiar desde un punto de vista filosófico. Por otra parte, los continuos procesos evolutivos del universo y de la vida son ahora hechos científicos sólidamente establecidos que constituyen los elementos esenciales de la creación permanente.

En los siglos pasados y, cada vez más en décadas recientes, gracias a estrategias de indagación muy eficientes, las investigaciones científicas han evidenciado que nuestro universo es un espacio inmenso que contiene, además de un gran número de sistemas solares, todavía envueltos en el misterio, también las denominadas materia y energía oscuras. Y se sabe que todo este conjunto – en el cual nuestro planeta Tierra es solamente un componente minúsculo – es sujeto a una constante, pero lenta, evolución. En nuestro planeta la evolución física a pasos relativamente pequeños, similares a los deslizamientos de tierra, puede ser advertida por un observador atento.

Hoy día imaginamos que la vida puede también existir en algunos planetas extraterrestres, pero aún estamos esperando las evidencias científicas de tal hipótesis. Por otro lado, las ciencias de la vida han adquirido un amplio y sólido conocimiento sobre la complejidad de los procesos vitales, tanto en lo que respecta a la actividad de los organismos individuales como a la evolución biológica en curso a nivel de las poblaciones.

Variaciones genéticas espontáneas como fuerza motriz de la evolución biológica

Desde hace aproximadamente 60 años sabemos que las actividades vitales dependen de la información genética codificada en filamentos muy largos del ácido nucleico ADN. La secuencia lineal específica de sólo cuatro partículas elementales (nucleótidos) codifican todas las actividades vitales y el control de sus expresiones en los tiempos y lugares necesarios dentro de los organismos. Si comparamos las secuencias de nucleótidos con las secuencias de letras en nuestros escritos, la información genética de una bacteria unicelular corresponde al contenido de un libro. Por poner un ejemplo, la bacteria *E. coli*, ampliamente estudiada, puede compararse con la información contenida en la Biblia. En contraste, las plantas y animales multicelulares tienen una información genética que corresponde a una enciclopedia que tiene entre 100 y 1.000 volúmenes de las dimensiones de la Biblia. El genoma humano corresponde a unos 700 de esos volúmenes.

La información genética se hereda de generación en generación. Sólo de vez en cuando hay una alteración en este proceso relativa a la secuencia del nucleótido de los padres. Algunos de estos cambios causan una alteración del rasgo fenotípico del organismo en cuestión. Estas alteraciones, más que ofrecer una ventaja funcional al organismo en cuestión, suelen tener a menudo un efecto negativo en las actividades de la vida. Además, una parte considerable de las alteraciones espontáneas que tienen lugar en la secuencia no tienen ningún efecto inmediato en las funciones vitales.

Según la teoría de la evolución biológica basada en los postulados de Charles Darwin sobre la selección natural que actuaría sobre la variante fenotípica, la generación espontánea de variantes genéticas es la fuerza motriz de la evolución biológica. Durante las investigaciones científicas de las últimas décadas, se hizo evidente que una multitud de mecanismos específicos distintos podían contribuir a la generación de variantes genéticas nuevas. Éstos que hasta ahora son conocidos como mecanismos moleculares pueden contribuir a una, y en algunos casos, a dos estrategias mutagénicas generales en el mundo de los vivientes. Una de estas estrategias naturales de variación genética implica un cambio en la secuencia del nucleótido local, como puede ser la sustitución del nucleótido, la delección (pérdida) de uno o varios nucleótidos adyacentes, la inserción de uno o más nucleótidos adicionales o, por último, el reordenamiento casual de algunos nucleótidos adyacentes. Esto puede ocurrir durante la replicación de moléculas de ADN o por el impacto de un agente mutagénico. Una segunda estrategia natural de variación genética provoca un reajuste del segmento de la información genética disponible de un organismo. Esto puede determinar una duplicación, una translocación o la delección de un parte habitualmente pequeña de la información genética del organismo en cuestión. La tercera estrategia natural de variación genética consiste en la adquisición de un segmento relativamente pequeño de información genética desde otro tipo de organismo a través de la denominada transferencia horizontal de genes.

Será la selección natural la que organice y mantenga esas variantes escasas que dan al organismo una ventaja funcional. Podemos observar además que cada una de esas tres estrategias naturales de variación genética contribuye en diferente medida a la evolución biológica. Los cambios locales en las secuencias del ADN pueden contribuir a una mejoría gradual de una función particular. Los reajustes del ADN, en los segmentos de la información genética disponible, pueden provocar nuevas fusiones de sectores funcionales o la fusión de un gen existente con un elemento alternativo para el control de la expresión del gen. Por último, la estrategia de adquisición del ADN es vista como una participación en el éxito funcional de otro tipo de organismo vivo.

La potencia natural para evolucionar y su impacto en la biodiversidad

En la generación natural de variantes genéticas están generalmente involucrados tanto algunos productos genéticos particulares como algunos elementos no genéticos. Los productos de los denominados genes evolutivos actúan aquí como generadores de variantes y/o moderadores de los índices de variación genética. Los elementos no genéticos pueden ser consecuencia de agentes mutágenos químicos o físicos, de

encuentros aleatorios y flexibilidades estructurales, como las formas isoméricas de las moléculas biológicas. Se puede sostener que en el largo proceso transcurrido de la evolución, los genes evolutivos se hayan acordado para ejercer sus funciones evolutivas consistentes en la generación ocasional de nuevas variantes genéticas. Estos procesos son las más veces contingentes respecto al sitio de la alteración de la secuencia del ADN y también respecto al tiempo de la mutagenesis. En la naturaleza, los índices de cualquier tipo de variación genética se mantienen bastante bajos. Esto asegura una cómoda estabilidad a la información genética de los organismos vivos, que es un requisito esencial para una vida sostenible en las poblaciones. En resumen, el mundo viviente se ocupa activamente de la evolución biológica gracias a su potencia natural para afrontar la evolución biológica. En otras palabras, la evolución biológica es un proceso natural continuo y constante de creatividad permanente y gradual.

Somos conscientes de que la potencia natural para evolucionar es la base de la biodiversidad y que la evolución biológica permanente también garantiza una constante, aunque lenta, reposición de la biodiversidad. Sin embargo, considerando la generación en gran parte contingente de variantes genéticas, no podemos esperar que la biodiversidad perdida se pueda reconstituir exactamente en el progreso evolutivo futuro. Se puede más bien presumir que la nueva biodiversidad sea representada por nuevos tipos de organismos mutantes.

Valores culturales del conocimiento científico

Las visiones científicas de las leyes y constantes de la naturaleza son valores culturales desde los dos siguientes puntos de vista. Por un lado, el conocimiento científico adquirido enriquece nuestra visión del mundo y, por tanto, contribuye a nuestro saber orientativo. Por otro lado, el conocimiento científico puede abrir nuevos caminos a las aplicaciones e innovaciones tecnológicas que benefician tanto nuestras vidas como el medio ambiente. Visto que dichas innovaciones contribuyen las más veces a configurar el futuro, deberíamos idealmente postular que cualquier decisión al respecto dependiera de una evaluación tecnológica diligentemente ejecutada y, por otro lado, que la sociedad civil y la Iglesia estén preparadas a asumirse la corresponsabilidad con los científicos y la economía, para así llevar a cabo un nuevo modelo de futuro que comporte beneficios para la humanidad y su ambiente. Tales medidas podrían contribuir a la sostenibilidad del proceso y, por lo tanto, al desarrollo a largo plazo de nuestro planeta.

El papel de las reglas de conducta para la humanidad

Somos conscientes de que nuestra sociedad exige algunas reglas vinculantes de conducta que deben convertirse en parte integrante de nuestro saber orientativo. En las sociedades modernas, la legislación establecida políticamente garantiza que las reglas de conducta oportunas sean ampliamente respetadas. La aceptación de dichas reglas puede facilitarse si sus principios están enraizados en la fe religiosa. En la sociedad cristiana, algunas importantes reglas de conducta fueron promulgadas por Jesucristo durante su vida, y desde entonces han sido ampliamente seguidas por los cristianos. Sin embargo, es una importante tarea de las sociedades hodiernas actualizar las reglas establecidas, prestando una especial atención al conocimiento científico adquirido. En este contexto, presumo que si Jesucristo viviera hoy entre nosotros, él estaría a favor de la aplicación de un conocimiento científico sólido para el beneficio a largo plazo de la humanidad y de su ambiente natural, al menos en la medida en que esas aplicaciones configuraran el futuro asegurando el pleno respeto a las leyes naturales relevantes.

Permítaseme ilustrar brevemente este postulado con un ejemplo concreto. Gracias a los recientes avances de la genómica, la proteómica y la metabolómica, se ha podido orientar la evolución biológica en vistas de satisfacer mejor nuestras necesidades de una alimentación más saludable como contribución a unas importantes mejoras en el campo médico. La Pontificia Academia de las Ciencias dedicó – en mayo de 2009 – una semana de estudio a tal cuestión, prestando una atención particular sobre las plantas transgénicas para la seguridad alimentaria en el contexto del desarrollo. Nuestra Academia concluyó que los métodos establecidos recientemente en la preparación de organismos transgénicos siguen las leyes naturales de la evolución biológica y no conllevan riesgos vinculados a la metodología de la ingeniería genética. Estos métodos, en efecto, implican cambios en las secuencias locales, un reajuste de los segmentos de la información genética disponible en el organismo en cuestión y/o la transferencia horizontal de un segmento relativamente pequeño de información genética desde un organismo a otra especie de organismo. Como hemos subrayado antes, éstas son las tres estrategias naturales de generación espontánea de las variantes genéticas en la evolución biológica. Las benéficas perspectivas para mejorar los cultivos alimenticios ampliamente utilizados podrían aliviar la malnutrición y el hambre que aún existen entre las poblaciones del mundo en desarrollo.

La compatibilidad entre conocimiento científico y fe religiosa

Durante largos periodos de tiempo, seres humanos curiosos adquirieron el conocimiento científico principalmente mediante la observación por medio de sus sentidos, ayudados por la reflexión mental y el razonamiento lógico. El capítulo del Génesis del Antiguo Testamento representa para mí un testimonio de

una antigua visión científica del mundo ya existente hace varios miles de años. Tal capítulo refleja también la coherencia entre la fe religiosa y el conocimiento científico hasta entonces alcanzado. El Génesis propone una secuencia lógica de acontecimientos en la cual la creación de nuestro planeta Tierra podría ser seguida por la creación de las condiciones para la vida. Las plantas fueron introducidas y éstas fueron, en un momento dado, el alimento de los animales antes de la introducción final del ser humano. Dejando de lado la cuestión de la Revelación, esto es claramente una narración lógica del posible origen evolutivo de las cosas según unos acontecimientos imaginados orientando la naturaleza, que observaban las antiguas poblaciones. Por la genealogía descrita en el Antiguo Testamento, puedo también concluir que sus autores eran conscientes de las variantes fenotípicas (o sea, genéticas). Las personas descritas tienen sus propias características personales y, por tanto, no son clones genéticamente idénticos de Adán y Eva. En estas narraciones podemos identificar una gran coherencia entre la fe religiosa disponible entonces y el conocimiento científico sobre el desarrollo evolutivo. Es nuestro deber hoy en día mantener (y donde sea necesario, restablecer) dicha coherencia basándonos en nuestro mayor conocimiento científico. Es mi convicción que el conocimiento científico y la fe son, y deben seguir siendo, elementos complementarios de nuestro saber orientativo.

Conclusión

Subrayando la importancia de la evolución de la vida y su hábitat ambiental, hemos expuesto aquí cómo puede influir el conocimiento científico, junto a otros elementos de nuestro saber orientativo, en las actividades humanas, incluida la aplicación del conocimiento científico para el beneficio de la humanidad y de un ambiente inalterado idóneo para el desarrollo sostenible a largo plazo de nuestro planeta Tierra y sus habitantes. Los ejemplos dados aquí pueden aplicarse a otras actividades viables basadas en el conocimiento científico disponible que puede servirnos para un desarrollo cultural sostenible. A este propósito, la Pontificia Academia de las Ciencias intentar llevar a cabo su tarea de seguimiento crítico de los avances en las investigaciones científicas y los proyectos de aplicación de los conocimientos adquiridos. Periódicamente publica, tanto en papel como en formato electrónico (en su página web www.pas.va), sus libros para información del mundo científico, la jerarquía de la Iglesia, todos los cristianos y la gente de buena voluntad, ofreciendo también importantes sugerencias en favor de un desarrollo seguro, responsable y sostenible.