



Resumen y declaración sobre la Sesión Plenaria 2016 de la PAS

Ciencia y sostenibilidad: impactos del conocimiento científico y de la tecnología sobre la sociedad humana y su ambiente



Un total de 35 académicos estuvieron presentes en la Sesión Plenaria organizada por la Pontificia Academia de las Ciencias (PAS) entre el 25 y el 29 de noviembre de 2016. De ese total, 31 hicieron su aporte con alguna ponencia sobre su área específica de conocimiento. A fin de enriquecer el programa, se dedicaron tres sesiones de media jornada de duración a los siguientes ámbitos: *Cosmología*, *Energía*, y *Alimentos y Nutrición*. Estas sesiones contaron con disertaciones a cargo de 17 científicos ajenos a la Academia, que también fueron invitados a presenciar otras conferencias del programa científico. La sesión especial sobre *Cosmología* estuvo dedicada, en ocasión del quincuagésimo aniversario de su fallecimiento, a la memoria de Monseñor Georges Lemaître, quien fue Presidente de esta institución entre los años 1960 y 1966. La sesión especial sobre *Energía* aportó nociones muy necesarias acerca de fuentes energéticas más sostenibles, que ahora son posibles gracias a las aplicaciones tecnológicas de conocimientos científicos recientemente adquiridos. En forma similar, la sesión especial sobre *Alimentos y nutrición y el rol de la biotecnología en la agricultura* sirvió para brindar más conocimientos sobre los efectos de la dieta en la salud, y sobre cómo estos contribuyen al avance de las ciencias médicas, a una optimización de la salud humana, y a una mayor expectativa de vida.

Durante la Sesión de Apertura, varios académicos hicieron mención de la importancia del desarrollo sostenible y de nuestra responsabilidad a largo plazo a la hora de proteger nuestro

medio ambiente y su diversidad. Esto es clave para garantizar que muchas generaciones de seres humanos gocen de las condiciones de vida adecuadas, en el marco de la amplia diversidad de seres vivos del planeta y sus correspondientes hábitats. Es de esperar que sigamos beneficiándonos del pujante conocimiento científico y de su aplicación tecnológica responsable. Los métodos de investigación desarrollados recientemente ofrecen la oportuna chance de develar aspectos muy novedosos de las leyes del desarrollo natural. Por ejemplo, permiten entender mejor las funciones neurológicas de los animales superiores, y en particular, del ser humano. Los neurobiólogos consideran que los conocimientos más novedosos de su disciplina son fundamentales en el área de la educación, y brindan, además, pronósticos a largo plazo en lo que respecta a mantener, en el futuro, las condiciones de vida adecuadas para la humanidad.

Asimismo, las metodologías de investigación más recientes han abierto el campo de conocimiento de la astrofísica, y permiten indagar en la sobrecogedora dimensión del Universo y en la evolución y la antigüedad de diversos sistemas solares, cada uno con sus planetas. Hoy podemos esperar que la búsqueda de planetas con condiciones apropiadas para alojar organismos vivos conduzca, a la larga, a descubrir si hay vida en los exoplanetas más remotos, y si la hay, de qué tipo de vida se trata. Tal conocimiento representaría un aporte muy valioso a la cosmología y a nuestra cosmovisión.

Los fundamentos científicos para entender a los seres vivos estriban en la capacidad de estos de propagarse y evolucionar lentamente a nivel poblacional. La fuerza impulsora de la evolución biológica es la manifestación ocasional de una mutagénesis espontánea en un individuo de una población dada. Tanto las formas mutadas como las no mutadas de un determinado organismo son objeto constante del proceso de selección natural descrito por Darwin. Los nuevos hallazgos en el campo de los mecanismos moleculares de la variación genética han revelado varias estrategias naturales que sirven para producir una mutagénesis espontánea en forma ocasional, contribuyendo así a la evolución. Esta última no responde a errores ni a accidentes: la configuración genética de los organismos vivos les permite evolucionar en forma autónoma dentro de su misma población. En sus hábitats naturales, los seres vivos suelen convivir con seres vivos de otros géneros y especies. Esto les permite beneficiarse mutuamente mediante la simbiosis, o ayuda recíproca. Un buen ejemplo es el de los microbiomas, donde los microorganismos conviven con plantas y animales eucarióticos, incluyendo el humano. Ahora sabemos que nuestro propio genoma no es el único responsable de nuestras funciones vitales, pues algunas de ellas son llevadas a cabo con la ayuda de microbios que viven en nuestro organismo. Es más, la convivencia extendida en el tiempo a veces ofrece la posibilidad de transferir algunos genes en forma horizontal entre los diferentes tipos de organismos. La transferencia genética horizontal ha sido identificada como una importante estrategia evolutiva, junto con la variación genética espontánea a nivel intragenómico. Por lo tanto, no solo tenemos un pasado en común con otros tipos de organismos, sino que también compartimos un futuro con los microbios que conviven en nosotros.

Los productos resultantes de las diversas barreras naturales contra las infecciones virales y la muy frecuente transferencia genética horizontal —en particular entre microorganismos— han empezado a utilizarse para la así llamada edición genética, es decir, la alteración de secuencias específicas de nucleótidos dentro del genoma. En principio, este método puede ayudar a reparar mutaciones indeseables, pero su aplicación debe hacerse desde el mayor respeto por las consideraciones éticas.

Las investigaciones más recientes han dado cuenta del origen de varias malformaciones, en particular durante el desarrollo embrionario. Entre las causas de dichas malformaciones están, por ejemplo, la falta de algunos micronutrientes esenciales (p. ej., el «hambre oculta»), y las infecciones virales, como la producida por el virus de Zika. Esperamos de corazón que los científicos encuentren medios adecuados para prevenir estos tipos de efectos teratogénicos. En particular, el concepto de resiliencia ha sido incorporado a la neurobiología para hacer referencia a los medios de los que dispone el organismo para prevenir un desarrollo embrionario deficiente. El Anexo 1 contiene un resumen más detallado de esta Sesión.

Nuestra Academia es consciente de que la actividad humana es capaz de producir toda una serie de impactos nocivos y en gran medida imprevistos. Un ejemplo mencionado en este encuentro es el cambio climático, el cual es provocado por muchas variables, algunas geofísicas y otras antropogénicas. Las últimas son más que preocupantes si la creciente demanda energética de los países en desarrollo —en particular la eléctrica— es satisfecha a través de los combustibles fósiles. Otro ejemplo de lo dañina que puede ser la actividad del hombre es el nivel de contaminación de los océanos, que según algunos estudios recientes, ha aumentado por causa de los desechos plásticos.

Los integrantes de este encuentro también expresaron su inquietud respecto del tráfico de órganos y el turismo de trasplantes, dos prácticas que hoy están más vigentes que nunca. Por otro lado, los integrantes de la Academia se alegraron al enterarse de los últimos avances en la lucha contra el cáncer.

Como ya se mencionó, un uso más intensivo de fuentes de energía renovables puede contribuir en gran medida a la prevención de los impactos ambientales negativos del accionar humano. Estas energías son accesibles y merecen ser promovidas.

Gracias a los aportes realizados en la Sesión sobre *Alimentos y nutrición y el rol de la biotecnología en la agricultura*, se puso de relieve que las herramientas científicas están disponibles, y que deberían ser empleadas para mejorar la calidad nutricional de la dieta cotidiana de todos los seres humanos. Es de esperar que dos fuerzas impulsoras de este avance sean la correcta formación científica y el profundo respeto por las normas éticas. Los miembros de la Academia consideran los potenciales beneficios que la participación de la Iglesia podría brindar en este sentido, pues ayudaría a prevenir la malnutrición y sus impactos negativos en la salud

humana desde las primeras etapas de la gestación hasta la vejez. Es sabido que las innovaciones biotecnológicas más importantes no causan riesgos imprevisibles. Más bien, siguen las leyes de la naturaleza y de la evolución. Por consiguiente, las metodologías biotecnológicas aplicadas en forma responsable pueden ser un aporte significativo a la optimización de la salud humana, y son capaces, a la larga, de preservar la rica diversidad de nuestros hábitats y de quienes viven en ellos. El Anexo 2 incluye un resumen de esta Sesión.

Anexo 1 - Biomedicina

En la sesión que versó sobre biomedicina, se analizó cómo los microbios han convivido con otras especies desde los albores de la vida en el planeta. La transferencia horizontal de grandes cantidades de genes y genomas es un fenómeno que sigue vigente hoy día. Así, los organismos transgénicos son parte integral del universo microbiano que vive y se reproduce dentro del cuerpo humano y en torno a él.

Recientemente han surgido técnicas novedosas y potentes de edición genómica. Una tecnología, conocida como CRISPR/Cas9, tiene el sorprendente poder de orientar cambios hacia regiones específicas del ADN mediante un ARN mensajero compuesto por solo 20 nucleótidos, y una nucleasa, o enzima bacteriana, llamada Cas9. Este sistema, utilizado por muchas bacterias del mundo natural para desarrollar inmunidad ante algunos virus, tiene el enorme potencial de modificar el código genético de tanto cultivos como animales: sin embargo, la modificación de la línea germinal del ser humano plantea enormes peligros, y debe evitarse. Aun así, la edición genética mediante la tecnología CRISPR/Cas9 es capaz de aportar mucho al tratamiento, en el humano, de las enfermedades de los tejidos constituidos por células somáticas: tal es el caso de las translocaciones de ADN que provocan el cáncer generando nuevas secuencias, y de virus tales como el VIH, que se incorporan a subconjuntos de células del sistema inmunológico.

En el marco de esta sesión, se habló de cómo, gracias a la secuenciación de ADN de alto rendimiento, ahora es posible identificar muchas mutaciones que implican pérdida de función, y que aunque afectan solamente una copia de un gen, son capaces de producir malformaciones en el ser humano. Estas mutaciones, conocidas como «mutaciones *de novo*» y ausentes en el ADN de los progenitores, se originan en las células germinales. Es asombroso saber que el genoma humano contiene cientos o quizás miles de genes capaces de causar defectos congénitos. Asimismo, algunas enfermedades congénitas también pueden ser causadas por la epidemia del virus de Zika, que hoy día está arrasando al planeta entero, y que afecta, en particular, a Latinoamérica, dejando tras de sí un sinnúmero de niños con microcefalia y epilepsia. La naturaleza sagrada de la vida de estos pequeños aquejados por las malformaciones deberá ser defendida vigorosamente contra la cultura secular mundial que abiertamente propugna la eutanasia: esta grave situación ya fue vaticinada por Juan Pablo II en el tercer párrafo de

Evangelium Vitae, su encíclica de 1995.

Anexo 2 – Alimentación y nutrición

1. El Papa Francisco hizo hincapié en la seguridad y la sostenibilidad alimentarias al dirigirse a la Pontificia Academia de las Ciencias el pasado 28 de noviembre de 2016. La pobreza y las desigualdades extremas son males que deben superarse, pues son las mujeres, los hombres y los niños pobres quienes más sufren del hambre y la subnutrición. Alrededor de 800 millones de personas tienen hambre en el mundo, y cerca de dos mil millones padecen de lo que se conoce como «hambre oculta», es decir, de una deficiencia de micronutrientes. Este problema debe ser abordado con mucha más urgencia, especialmente en el caso de la deficiencia de Vitamina A entre los niños, que es capaz de provocarles ceguera, y a menudo la muerte antes de la edad adulta.
2. Desde esta Academia estamos convencidos de que la ciencia puede desempeñar un rol clave a la hora de poner fin al hambre y la subnutrición. Tal fue el mensaje de un encuentro anterior a cargo de nuestra institución, titulado *Pan y Cerebro* (y organizado en 2013), el cual trató algunos temas relacionados, como por ejemplo las adversas consecuencias neurológicas que la subnutrición conlleva en el largo plazo.
3. Tomamos nota de las necesidades alimentarias de las generaciones tanto presentes como futuras, y llegamos a la conclusión de que la producción de alimentos tiene que incrementarse en por lo menos un 50% llegado el año 2050. También subrayamos que lo que hace falta no es solamente más alimentos, sino más alimentos sanos, económicamente asequibles y de fácil acceso para las personas de bajos ingresos. Es necesario contar con programas científicos en materia de alimentación, nutrición y agricultura que sean más robustos y estén al servicio de los pobres.
4. Consideramos varias opciones de resolución del problema del «hambre oculta» (es decir, la deficiencia de micronutrientes tales como el hierro, el zinc y la Vitamina A), para así poner fin a sus devastadores efectos a corto y largo plazo sobre la salud. Entre los abordajes sostenibles se encuentran las tecnologías de biofortificación, que consisten en el mejoramiento genético de los cultivos con el fin de incorporarles más micronutrientes año tras año. Las poblaciones con subnutrición no tienen tiempo que perder, y por eso estas propuestas tan prometedoras deben ser llevadas a escala sin demora, y en combinación con otros enfoques destinados a lograr avances nutricionales rápidamente: tal es el caso de la fortificación alimenticia a nivel industrial, el uso de suplementos médicos, y la promoción de una agricultura y horticultura locales que incorporen la importancia de la nutrición como uno de sus principios.
5. Asimismo hemos observado que los hábitos de consumo de los más ricos deben cambiar. Notamos con cierta preocupación que el alimento se pierde en grandes cantidades, tanto en la etapa de producción como tras las cosechas, y que es mucho lo que se desperdicia en la

instancia de consumo. Si bien necesitamos mejores prácticas para disminuir la pérdida de alimentos, además de un respeto renovado por estos preciados bienes de modo de reducir el desperdicio, incluso una vez logrados ambos objetivos, sigue siendo necesario aumentar considerablemente la producción en las cinco décadas por venir. Aunque es imperativa una redistribución de la riqueza de los más pudientes a los más necesitados, tal medida no es una solución para los problemas del hambre y la malnutrición.

6. Tanto los alimentos como la seguridad alimentaria deben estar en armonía con la naturaleza y el medio ambiente. Nuestras deliberaciones en el marco de esta sesión estuvieron basadas en la anterior conferencia de la Pontificia Academia de las Ciencias y la Pontificia Academia de las Ciencias Sociales sobre *Humanidad y naturaleza sostenibles* (2014). Todo alimento debe ser producido en un marco de mayor sostenibilidad, respetando la integridad de los suelos, el agua, la biodiversidad y la sensibilidad climática. En el curso de la sesión, recibimos el aporte de los más recientes conocimientos sobre prevención de degradación de suelos, cultivos con labranza cero, y agricultura de precisión.
7. Observamos, en efecto, que los cultivos genéticamente modificados ya se han traducido en importantes beneficios en materia de ingresos para los pobres, pero que esos beneficios no se han trasladado aún al consumo por causa de barreras regulatorias. Tomamos nota de algunas innovaciones prometedoras en cultivos, como es el caso de las modificaciones genéticas que dan origen a plantas que requieren menos recursos, producen menos gases de efecto invernadero, tienen un alto rendimiento, y son más ricas en micronutrientes. Estos novedosos cultivos deberían ser puestos a prueba a gran escala, y deberían ser lanzados sin más demora si se logra demostrar su potencial.
8. Estamos al tanto de la inquietud generalizada que producen los cultivos genéticamente modificados, en parte fomentada por información alarmante e infundada. El hecho de que los cultivos transgénicos estén vinculados a algunas grandes corporaciones es uno de los factores que quizás estén impulsando su rechazo entre el público. Tal como se estableció en la Conferencia de Asilomar, celebrada en 1975, cualquier innovación tecnológica debe estar respaldada por una robusta evaluación de riesgos. Hacemos un llamado a poner el énfasis en las características de estos productos y sus beneficios comprobados. Es necesario brindar información al público: por ejemplo, es preciso aclarar que la transferencia de genes entre distintos organismos forma parte de la evolución natural de muchos seres vivos, incluidas las plantas. Asimismo es necesario realizar investigaciones para entender más cabalmente cuáles son las principales causas del miedo y el rechazo a estos productos, que en algunos casos se manifiestan como el temor a consumir ciertos alimentos y la aversión a todo lo de origen biotecnológico.
9. Hemos recibido información exhaustiva sobre métodos biológico-moleculares novedosos (tales como los cultivos genéticamente modificados y los generados mediante edición genética) que ofrecen oportunidades para aumentar los ingresos de los pobres y acercarlos a una mejor nutrición. Tal como lo observó nuestra Academia allá por 2010, y siguiendo el criterio aplicable a cualquier innovación agrícola, hacen falta evaluaciones sólidas y transparentes de algunos usos específicos de los cultivos transgénicos, y de sus efectos en

aspectos tales como los sanitarios y los ambientales. La legislación no puede estar dominada por grupos de interés particulares: en cambio, debe estar basada en la evidencia y en fundamentos científicos. Ha llegado la hora de reevaluar las innovaciones agrobiológicas y hacer un uso adecuado de ellas, con el fin de hacer que los más desfavorecidos tengan acceso a una mejor nutrición.