



Ciencia y simbiosis: retos y logros

Andrés Moya

Catedrático de Genética de la Univesitat de València. Unidad Mixta de Investigación en Genómica y Salud de la Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunidad Valenciana (FISABIO-Salud Pública) y el Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universitat de València.

email: andres.moya@uv.es

Recibido el 9 de junio de 2013

An. Real Acad. Farm. Vol 79, N° 2 (2013), pag. 207-212

SOBRE LA CIENCIA

Como sostiene Ortega y Gasset (1) en su meditación sobre la técnica, el hombre es en tanto que ser técnico. La técnica lo cualifica con respecto a otros entes vivos. Y en la medida en que la técnica se racionaliza, es decir, se dota de ciencia, podemos afirmar que nuestra capacidad de intervención sobre la naturaleza se hace progresivamente más inteligente. Por lo tanto, no es pertinente en modo alguno estigmatizar a la técnica o la ciencia y obviar su radical presencia en la historia de nuestra especie, el hecho de que forman parte de nuestra esencia, como sostiene Heidegger (2), para reclamar un trasnochado humanismo donde ellas estuvieran ausentes.

Para Ortega y Gasset la técnica suministra bienestar al ser humano, no es algo prescindible bajo ningún concepto de humanismo. La historia de nuestra especie bien puede interpretarse a la luz de esta acción salvífica de la técnica y, por qué no, el considerar como esencialmente nuestro lo de ser entes dotados para la técnica y, por ello, poder beneficiarnos de sus efectos. Pero cuando la técnica se hace científica, es decir, cuando el instrumento o el medio sujetos a intervención se hace inteligible o explicable gracias a la ciencia, tanto el ente material que proporciona el bienestar al ser humano como él mismo entran en una nueva relación. Y más aún si ambos coinciden porque, en efecto, el ser humano se puede proporcionar bienestar a sí mismo a través de la autointervención (3). De eso trata la medicina, la *“Ars medica”* de siempre y la medicina científica de nuestro tiempo: de la autointervención que proporciona bienestar.

Si el planeta, tal y como lo conocemos, quedó transformado por la vida que en él evolucionó, también es cierto que la acción antrópica ha procedido a transformarlo desde el momento en que nuestra especie desplegó sus habilidades

intelectivas, lo que tampoco quiere decir que tal despliegue haya sido siempre inteligente a tenor de algunos de los efectos negativos provocados. Son paradojas, diría que inevitables, del progreso, pero en modo alguno hay que tomarlos como el criterio para renegar de la tecnociencia. No existe una Arcadia feliz adonde regresar, porque si lo hiciéramos sería con nuestra natural tendencia a intervenirla. Sólo normas de orden superior, que prohibieran el quehacer tecnocientífico en base a su supuesta negatividad, podrían impedir tal tendencia. De una manera u otra se precipita la necesidad de establecer un mayor control inteligente del planeta, y lo que ello comporta en todos los planos, desde la ciencia estrictamente, hasta la organización de la sociedad y la acción política.

Desde la óptica de la ciencia, la mejor tesis para obviar los efectos negativos de intervencionismos defectuosos, por falta de racionalidad y con unas bases éticas más que dudosas, es continuar en la dinámica de una ciencia prometeica, una ciencia creativa, de fundamentos, que haga caso omiso a las demandas de la ciencia fáustica de las aplicaciones inmediatas, una ciencia que siga su actividad académica e institucional, nutriéndose con los recursos otorgados por los poderes públicos.

Al decir de algunos, los avances de la ciencia son tales que ya conocemos suficientes leyes fundamentales de la naturaleza como para iniciar la oleada de intervenciones fáusticas. Pero hay que tener precaución frente a tales declaraciones que pueden obedecer, también, a intereses de corporaciones, públicas y privadas, que intentan poner en marcha determinados programas intervencionistas sobre bases dudosamente prometeicas y bajo un insuficiente estado del conocimiento científico correspondiente.

Seguimos necesitando ciencia creativa, fundacional, no porque ésta sea una aspiración nostálgica de la ciencia de los tiempos de Galileo y Bacon, sino simplemente porque nuestro conocimiento de las leyes de la naturaleza sigue siendo insuficiente (4).

La ciencia moderna tiene más de trescientos años. Pero su desarrollo ha sido muy desigual. Examinemos el ejemplo de Europa. Solo tenemos que visitar la Royal Society del Reino Unido o algunas ciudades universitarias en ese país o Alemania para apreciar rápidamente la diferente percepción que sobre la ciencia se tiene en países de nuestro entorno con respecto al nuestro. La política científica en España ha dado pasos importantes en poco más de treinta años. Tal que si habláramos del vino madurado en barrica, donde no es lo mismo un año que diez, tampoco lo son treinta que trescientos de quehacer científicos. Todavía nos resta un camino importante por recorrer, aunque tengamos que imprimir aceleración para no perder el tren del crecimiento económico basado en el conocimiento. Un camino que es necesario andar para que la sociedad y, por tanto, la clase política que de ella emana, perciba que cuando se está en crisis económica, probablemente

sea mejor opción para el futuro social y económico del país el invertir en conocimiento que recortar el presupuesto en ciencia. Alemania optó por ese incremento hace unos años, en plena crisis tras la desaparición del telón de acero, y de sobra es conocido que el éxito de la economía de los EEUU tras la segunda guerra mundial se correlaciona muy bien con la inversión creciente en ciencia en sus grandes centros universitarios e institutos nacionales de investigación.

SOBRE LA SIMBIOSIS

Darwin se hubiera quedado atónito si le hubieran mostrado que aproximadamente dos kilos de la masa corporal de un adulto humano es microbiana. Y me atrevo a sugerir que hubiera reconsiderado hasta cierto punto la importancia que la simbiosis -la vida íntima entre dos o más especies- y, particularmente, las simbiosis cooperativas -aquellas que benefician a todos los actores implicados-, tiene para la biología y la evolución. Pero la ciencia de su tiempo no estaba en condiciones de poder determinar hasta qué punto este asociacionismo permea y es particularmente importante para entender el mundo viviente. Hemos tenido que esperar al advenimiento de la genómica y el acceso al mundo microbiano no cultivable para darnos cuenta del importante papel que ese mundo juega, por ejemplo, en la salud humana (5,6).

Pero déjenme que les relate sucintamente lo que considero la apasionante historia que me ha llevado a estudiar las simbiosis microbianas. Y empiezo con la propuesta para secuenciar el genoma de una bacteria. Nos situamos en la década de los noventa del siglo pasado y el proyecto comportaba un reto científico y tecnológico sin precedentes, o al menos así era como yo lo percibía: sería el primer genoma secuenciado íntegramente en España. Pero: ¿qué organismo? La decisión al respecto no era nada trivial. Y como tantas veces ocurre en ciencia creo que la oportunidad está para quien la busca. Hacía tiempo que en nuestro laboratorio trabajábamos con bacterias que viven en simbiosis en insectos, concretamente pulgones, y por datos propios y de otros teníamos fundadas sospechas de que sus genomas serían realmente pequeños.

Claro, si las bacterias vivían confortablemente en el interior de células especializadas del insecto, lo normal sería que prescindiera de muchos de los genes cuya expresión sería necesaria en circunstancias ambientales imprevisibles. Por lo tanto, la bacteria recibía nutrientes esenciales por parte de su hospedador. Pero: ¿qué le suministraba la bacteria? Pues precisamente una serie de aminoácidos, esenciales también, que aquel no podía obtener de su dieta habitual. Un caso de simbiosis mutualista, tanto, que uno ya no puede vivir sin el otro. Por lo tanto: ¿qué mejor que buscar recursos para secuenciar, al menos, ese

microorganismo. Si ya de por sí los microorganismos son portadores de genomas pequeños, todavía más lo sería el de esa bacteria simbiote (7).

Este proyecto tuvo dos fases bien distintas. La primera abarca el periodo durante el que tuve que contactar con determinados centros de investigación y agencias estatales de financiación para estudiar la posibilidad de obtener los recursos necesarios, alrededor de un par de cientos de millones de las antiguas pesetas. El número de secuenciadores en el país se contaba con los dedos de las manos (probablemente de una mano); eran máquinas realmente caras, y muy caro también el coste de los productos químicos correspondientes. Había que concretar y contratar, además, el equipo humano adecuado para llevar a cabo la biología molecular y la biocomputación necesarias. Y todo esto conociendo que nos estábamos moviendo en el contexto de una alta competencia internacional. En el momento de mi propuesta todavía no se había publicado el genoma de ninguna bacteria simbiote. De haber existido entonces algo parecido al actual programa de ayudas del European Research Council, no me cabe duda de que este proyecto hubiera sido uno muy bien evaluado.

La segunda fase, una vez que conté con los recursos económicos y personales adecuados, conllevó entusiasmar con el proyecto a mis propios compañeros. Algo había de giro copernicano en mi propuesta con respecto a lo que veníamos investigando regularmente. Más de uno se mostró escéptico, no tanto porque no encontraran la idea apasionante, sino porque veían que el esfuerzo que suponía llevar adelante una iniciativa de semejantes características estaba condenado al fracaso si, como era de esperar, otros grupos de los EEUU y el Japón, trabajando en lo mismo, acabarían por adelantarse. Acepté el reto, no me amilané y, no sin cierto quijotismo, tiré adelante con algunos de ellos. El esfuerzo fue enorme, también debo decirlo, porque las grandes ideas se resuelven luchando contra las circunstancias que el día a día impone, la administración, la burocracia, los concursos, etc. En fin, tuve que sortear una infinidad de obstáculos que acabaron minando mi salud, aunque no mi voluntad y, desde luego, como para escribir un tratado de sociología del quehacer científico en nuestro país.

Siendo la inteligencia un componente fundamental de la creatividad científica, creo que no es suficiente. Hay que añadirle otro: la voluntad. Tampoco creo que el binomio inteligencia-voluntad asegure el éxito en la carrera científica, pero sí que creo que lo es para poder desarrollar ciencia de altura (4).

¿Cuáles han sido los réditos del proyecto que les acabo de relatar? Pues casi sin solución de continuidad debo manifestar que nos hemos aproximado a dos campos emergentes: la biología sintética (8) y el microbioma (9).

Hoy es palabra de uso común en el campo de la biología sintética el concepto de “célula mínima” o la configuración mínima de genes necesarios para

mantener vida celular independiente (aislada del medio por una membrana, con metabolismo propio y con capacidad de evolucionar (10). Es mucha la información que hemos aportado a ese concepto estudiando bacterias simbióticas con genomas naturales reducidos. Y ahora la célula mínima, algo empíricamente factible, forma parte a su vez de otro concepto, el de “chasis”, una dotación genética dada a la que se le puede añadir cualquier tipo de complemento genético para la fabricación de entes biológicos nuevos, algo con enormes posibilidades en sectores tan estratégicos para la ciencia, la economía y la sociedad, como son la biotecnología, la biorremediación o la biomedicina.

El mundo vivo está plagado de simbiosis y nuestro cuerpo está repleto de microorganismos. Por razones que se pierden en la noche de los tiempos de la lucha contra la enfermedad infecciosa, siempre hemos visto al microorganismo como un agente patógeno. Pero lo cierto es que si tuviéramos que hacer balance, probablemente tendríamos que concluir que es mucho mayor el número de microorganismos con efectos benéficos sobre nuestra salud que el de patógenos con efectos maléficos sobre la misma. Simplemente es que a los beneficiosos no les podíamos prestar la atención que se merecen porque, entre otras cosas, era difícil el poder aislarlos, cultivarlos o identificarlos. Pero el panorama ha cambiado. Con los avances que se han producido en los últimos años en el campo de las diferentes ciencias genómicas hemos asistido al despliegue de un nuevo mundo microbiano fascinante que, en el caso de los humanos, se traduce en el concepto del “microbioma”. Nos encontramos ahora mismo en los comienzos de su estudio y nos estamos quedando atónitos por el importante papel que parecen jugar en nuestra salud. Como tan genialmente lo ha descrito el Dr. Fernando Baquero, el microbioma es ese último órgano ubicuo de nuestro cuerpo por estudiar. No es por lo tanto circunstancial el que dos kilos de nuestro peso corporal sea microbiano ni que el número de genes microbianos sea varios órdenes de magnitud superior al número de genes humanos.

CONCLUSIÓN

La ciencia española se beneficiaría enormemente si el Gobierno, y la sociedad en general, entendiera que el coste que supone su mantenimiento tiene retorno en forma de beneficios de variada índole. Eso es exactamente lo que ocurre en la naturaleza cuando dos organismos entran en simbiosis, pues probablemente la mejor estrategia para la supervivencia de ambos sea la cooperación, es decir, el proporcionarse beneficio mutuo.

REFERENCIAS

1. Ortega y Gasset, J. (1982). *Meditaciones de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Revista de Occidente en Alianza Editorial. Madrid.
2. Heidegger, M. (1999). *Introducción a la filosofía*. Cátedra. València.
3. Moya A. (2011). *Naturaleza y futuro del hombre*. Editorial Síntesis, Madrid.
4. Moya A. (2010). *Pensar desde la ciencia*. Editorial Trotta, Madrid
5. Moya, A., Peretó, J., Gil, R., and Latorre, A. (2008). Learning how to live together: genomic insights into prokaryote-animal symbioses. *Nature Reviews Genetics* 9:218-229
6. Moya A. y Peretó J. (2011). *Simbiosis. Seres que evolucionan juntos*. Editorial Síntesis, Madrid.
7. van Ham, R.C.H.J., Kamerbeek, J., Palacios, C., Rausell, C., Abascal, F., Bastolla, U., Fernández, J.M., Jiménez, L., Postigo, M., Silva, F.J., Tamames, J., Viguera, E., Latorre, A., Valencia, A., Morán, F., and Moya, A. (2003). Reductive genome evolution in *Buchnera aphidicola*. *Proceedings of the National Academy Sciences USA* 100:581-586.
8. Porcar, M., Danchin, A., de Lorenzo, V., Dos Santos, V.A., Krasnogor, N., Rasmussen, S., and Moya, A. (2011). The ten grand challenges of synthetic life. *Systems and Synthetic Biology* 5:1-9.
9. Gosalbes, M.J., Abellán, J.J., Durbán, A., Pérez-Cobas, A.E., Latorre, A., and Moya, A. (2012). Metagenomics of human microbiome: beyond the 16S rDNA. *Clinical Microbiology and Infection* 18 (Suppl. 4):47-49.
10. Gil, R., Silva, F.J., Peretó, J., and Moya, A. (2004). Determination of the core of a minimal bacterial gene set. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 68:518-537.