
APOYAR LA CIENCIA BÁSICA SIN AMBAGES, SIN TITUBEOS

DIEGO GONZÁLEZ-HALPHEN

La revista *Ludus Vitalis* le presenta un reto formidable a los científicos con su pregunta, *¿De qué forma, el desarrollo de conocimientos científicos de su disciplina ha modificado las posibilidades de acción humana?* Una respuesta inmediata y sincera es: *de ninguna*. ¿Me preocupa dar esta respuesta? No, no me preocupa. No me preocupa, como tampoco me preocupa que una orquesta sinfónica no tenga un impacto “productivo” en nuestra sociedad. No produce un bien económico, no es una empresa que genera empleos y, sin embargo, es una parte indispensable de nuestra sociedad.

Con la misma facilidad, podría dar una respuesta completamente distinta a la misma pregunta: *de innumerables maneras*. Aquí también es pertinente el ejemplo de la orquesta sinfónica: puede despertar una gama infinita de sensaciones, sentimientos diversos, incluso pasiones insondables. Es una parte de nuestro patrimonio cultural. El trabajo científico es también un bien cultural. Su actividad no está dirigida hacia las cuestiones estéticas, sino a la generación de conocimiento nuevo; está orientada a saber más acerca del hombre y de la naturaleza. Esta búsqueda del conocimiento se refleja eventualmente en publicaciones que son de libre acceso al resto de la comunidad científica (y en general, a la humanidad, aunque su difusión sea primordialmente a través de las universidades y demás instituciones académicas). Se trata, pues, de una actividad dirigida por la curiosidad y regulada por el conocimiento acumulado anteriormente (vale investigar lo que expanda las fronteras actuales del conocimiento). En esta búsqueda, los científicos también vamos transmitiendo, de manera gremial, como en los talleres artesanales de la Edad Media, la forma de abordar un problema científico a nuestros estudiantes, la siguiente generación de científicos. El trabajo diario va acompañado de una ética sencilla, pero que proporciona resultados. Los conceptos éticos que manejamos los científicos pueden parecer elementales para los filósofos, pero me parece que unas cuantas reglas muy básicas son suficientes para navegar sin zozobrar por los ríos de la ciencia: *i)* hacer experimentos con limpieza, analizarlos exhaustivamente y reportarlos con honestidad;

Departamento de Genética Molecular, Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México, México. / dhalphen@ifc.unam.mx

ii) reconocer de manera adecuada, en las posibles publicaciones, al personal, a los estudiantes y a los colegas que participaron con su trabajo y aportaron sus ideas al proyecto; *iii)* manejar los recursos recibidos (generalmente recursos públicos) con honestidad, tratando siempre de utilizarlos de la manera más eficiente posible; *iv)* atenerse a las reglas establecidas en el manejo de animales de experimentación, y *v)* atenerse a las reglas de consentimiento informado y a los dictados de los comités de ética hospitalarios cuando se trabaja con pacientes. Creo también que la enorme mayoría de mis colegas científicos aceptan y cumplen con regularidad estas reglas, y que los casos de excepción carecen de importancia, ya que la ciencia es una actividad humana que se autocorrigue, y tarde o temprano los fraudes pierden sustento, son expuestos y caen por su propio peso. Varios casos ilustran esta autocorrección en la historia de la ciencia: desde el fraude paleontológico del “Hombre de Piltdown”, hasta el reciente y sonado fraude sobre la clonación utilizando células troncales en un laboratorio coreano. Los fraudes pueden interrumpir momentáneamente el flujo de la ciencia en ciertas áreas, pero a la larga resultan intrascendentes.

Existen otros temas científicos de actualidad que también conciernen a la ética y que han sido ampliamente discutidos en otros foros, como son la clonación humana, los alimentos transgénicos, las consecuencias del conocimiento del genoma humano y, en un futuro cercano, de los genomas individuales de las personas, así como la utilización de células troncales obtenidas de embriones. No abordaré dichos temas, primero, porque no soy un especialista en ellos, y segundo, porque creo que corresponden a instancias más amplias de discusión.

Aprovecho este espacio para relatar un ejemplo, producto de mi propia experiencia, donde un proyecto de investigación muy básico, encaminado a conocer acerca de la migración de genes mitocondriales al núcleo en algas verdes, llevó a resultados insospechados que tienen aplicación directa en el desarrollo de posibles terapias para tratar enfermedades mitocondriales humanas.

Las mitocondrias son organelos que se encuentran presentes en la gran mayoría de las células eucariontes y que se consideran las “plantas de energía” de la célula, ya que producen el adenosín trifosfato, el ATP, “la moneda de intercambio energético” para la vida. Además de producir energía, las mitocondrias también se han relacionado con procesos de muerte celular, de envejecimiento y con diversas enfermedades. Las mitocondrias también generan su propio material genético: ácido desoxirribonucleico, que codifica a un número limitado de proteínas que se sintetizan en la misma mitocondria. Los otros cientos de proteínas que requiere la mitocondria para su funcionamiento (unas 600 adicionales) se encuentran codificadas en el genoma nuclear, son sintetizadas en el citosol

y son importadas por la mitocondria. Para que una proteína pueda importarse al interior de la mitocondria, requiere de un péptido señal, una especie de código postal que le indica que debe dirigirse hacia la mitocondria. Como todo ADN, el ADN mitocondrial también está sujeto a mutaciones. Algunas de éstas pueden dar lugar a distintas enfermedades en los humanos. Se han descrito más de cien mutaciones en el genoma mitocondrial humano. Hasta la fecha, no existe una cura para estas enfermedades de origen mitocondrial.

Se cree que las mitocondrias se originaron hace 3 500 millones de años, a partir de la endosimbiosis de una bacteria (el englobamiento y esclavización de una bacteria por otra célula). Se piensa que el fenómeno que dio origen a las mitocondrias ocurrió en una sola ocasión en la historia de la vida en la Tierra, por lo que suele decirse que todas las mitocondrias tienen el mismo ancestro. El material genético mitocondrial es así un remanente del genoma de la bacteria endosimbionte original. En el hombre, y en los mamíferos en general, encontramos un conjunto casi invariable de trece genes que codifican para componentes clásicos de la mitocondria, que participan en la respiración y en la síntesis de ATP.

Hace algunos años me interesé por estudiar el material genético mitocondrial de algas verdes como *Chlamydomonas reinhardtii*. Encontramos (por trabajos anteriores hechos por otros investigadores), que esta alga carecía de ciertos genes en el genoma mitocondrial que suelen estar presentes en otros organismos (como los humanos, los mamíferos en general y hongos, plantas y protistas). De ahí surgió el interés de saber si estos genes habían migrado al genoma nuclear (es decir, si se habían “escapado” de la mitocondria y se habían asociado al genoma del núcleo). Resumiendo una historia de casi quince años de investigaciones en unas cuantas líneas, encontramos que, efectivamente, en estas algas, varios de los genes mitocondriales habían migrado al núcleo. En esta nueva situación, las proteínas correspondientes se sintetizan en el citosol y se introducen a la mitocondria, donde cumplen su función.

Se han planteado varias estrategias para desarrollar terapias génicas que puedan corregir las enfermedades mitocondriales en pacientes humanos. Una de ellas consiste en colocar en el núcleo una copia “normal” del gen alterado y dirigir los productos que se sintetizan en el citoplasma hacia la mitocondria. Esta última estrategia consiste en llevar a cabo en células humanas, de manera artificial, lo que las algas verdes han realizado naturalmente durante su evolución. En las algas verdes, varios genes han migrado de la mitocondria al núcleo, y ahora codifican a proteínas que se sintetizan en el citosol y se desplazan al interior de las mitocondrias. Súbitamente, fue evidente para nosotros que el estudio de los genes que migraron de la mitocondria al núcleo en las algas verdes puede sentar las bases para poder desarrollar algún día terapias genéticas para corregir

enfermedades humanas. Este es un ejemplo de cómo, un problema de ciencia básica, tiene una aplicación posible para la medicina. También considero que este ejemplo contesta la pregunta planteada al inicio: *¿De qué forma, el desarrollo de conocimientos científicos de su disciplina ha modificado las posibilidades de acción humana?* A su vez, yo planteo una nueva pregunta para el lector que tuvo la paciencia de llegar hasta aquí: *¿Hubiera sido menos valiosa la investigación sobre los genes mitocondriales de las algas verdes si al final del camino no hubiera tenido una posible aplicación en la medicina?*

Deseo terminar regresando al problema de la ética. Considero que el Estado tiene la obligación de apoyar el desarrollo de la ciencia básica. De hecho, quisiera proponer que se trata de una obligación ética. La ciencia debe apoyarse por ser una manifestación cultural, y debe apoyarse sin ambages, sin escatimar los recursos en pro de una supuesta "ciencia aplicada" que traería beneficios inmediatos. La ciencia que debe apoyarse tiene que cumplir un solo requisito: ser de calidad. Además, como el ejemplo aquí descrito, nunca sabremos "por dónde va a saltar la liebre", ni cuándo un problema de ciencia básica puede tener aplicaciones inesperadas. También quisiera decir que si no tuviera aplicación alguna, la buena ciencia no deja de ser importante e interesante, y que vale por sí misma porque genera nuevas ideas y expande nuestros conocimientos. Las promesas de la aplicación inmediata de la ciencia no son más que cantos de sirenas.

El Estado debe apoyar a sus orquestas sinfónicas y a sus científicos, amén de otros muchos e importantes ejemplos que podemos adicionar a esta lista de dos.