

## ¿Ciencia útil?

Tomás E. Gómez Álvarez-Arenas\*

LA pregunta sobre la utilidad de la ciencia la ha acompañado desde sus orígenes. La necesidad de invertir grandes cantidades de dinero así como la necesidad de una muy cualificada formación de los investigadores ha hecho siempre que algunas mentes algo estrechas se cuestionen la utilidad de invertir en ciencia y más aún cuando la transferencia de los resultados a sectores como la industria o la sanidad no resultan ni inmediatos ni obvios. En cualquier caso, parece que los últimos tiempos han avivado esta antigua polémica.

### La actualidad de la polémica

UN buen número de prestigiosas revistas de carácter internacional, dedicadas a diferentes ámbitos del desarrollo y divulgación científica, se han hecho eco, de forma clara, de una revitalización de este debate. La revista norteamericana *Physics Today* cerraba el año pasado con una carta que llevaba el sugerente título «*Curiosity drives better science than "strategy"*» (*La curiosidad desarrolla una ciencia mejor que la de las estrategias*). En clara referencia a la imposibilidad de

\* Doctor en Ciencias Físicas. Miembro del CSIC. Madrid.

avanzar en la producción científica si la programación de ésta se abandona simplemente a la planificación o a las exigencias del mercado, sin dejar un margen de maniobra y creatividad a la curiosidad humana, que ha sido siempre (si lo acompañamos de un poco de casualidad y otro de fortuna) el motor del avance de la ciencia. Pero a *Physics Today* han seguido otras revistas en una línea de argumentación similar. De esta forma, y en un tono semejante, encontramos el editorial de la revista *Physics World* el pasado mes de enero, o el de la prestigiosa *Nature* a comienzos de este año, o el informe acerca del futuro de los laboratorios del Departamento de Energía de los EE.UU. aparecido en *Science* al final del pasado mes de enero.

Veamos dónde se halla el origen de esta polémica. En primer lugar cabe destacar el problema de la crisis económica. Como siempre en estos casos las partidas presupuestarias dedicadas a aspectos que no presentan una clara rentabilidad a corto o medio plazo, o son de una gran urgencia social, son las más perjudicadas. En el caso de la ciencia, toda aquella actividad que no representa un avance claramente transmisible a la industria o una mejora de la competitividad, ve peligrar su financiación y por tanto su futuro.

Sin embargo, hay otro motivo que parece tener más peso aún que el anterior. Éste es el fin de la guerra fría y por tanto el fin de la carrera en la investigación militar. Parece claro que gran parte de la ciencia desarrollada hasta ahora ha sido impulsada por la necesidad de producir ingenios militares mejores y más destructivos que los del contrario. En efecto, éste ha sido el gran motor de la ciencia, al menos en algunos de los países más avanzados tecnológicamente. Ahora que este motor ha desaparecido, parece necesario encontrar un nuevo timonel para la comunidad científica internacional, y parece que algunos ya lo han encontrado. Y, ¿cómo no?, nuestro nuevo motor debe ser la economía, y más aún en estos tiempos difíciles. Para éstos, el nuevo papel de la ciencia es el de mejorar la competitividad de nuestras industrias y así garantizar nuestras posiciones ante la nueva guerra fría que afrontamos, que no es más que una guerra de tipo comercial. Es necesario conseguir un producto de mayor calidad, más barato y en menos tiempo que nuestros competidores. Y he aquí que ésta va a ser la nueva tarea que se encargue a nuestros científicos. Paradojas del destino, los «guerreros» fueron más condescendientes con la «ciencia inútil» de lo que son los «mercaderes».

Evidentemente, es normal encontrar este planteamiento bastante suavizado, y junto a aspectos puramente económicos encontrar otros como

puede ser el papel de la ciencia en la mejora de nuestro nivel de vida. Pero es necesario desenmascarar tan burda estrategia carente de la más mínima idea de lo que la ciencia es, de por qué se produce y de cuál es su papel real en la sociedad.

Volviendo ahora a este cambio de timonel al que asistimos, cabe que nos preguntemos: ¿cómo afecta este cambio de horizonte a la comunidad científica? De diversas formas. En primer lugar en la propia estructuración de los centros públicos de investigación, fomentándose el desarrollo y crecimiento de los sectores más próximos a la industria y a la tecnología más aplicada. Éste puede ser el caso del debate en torno a los laboratorios del Departamento de Energía de los EE.UU. o, más próximo a nosotros, la reestructuración del CSIC (por ejemplo, en el área de física, con la creación de un gran centro de tecnologías físicas). En segundo lugar, y en clara conexión con el primero, en la obtención de fondos públicos para la investigación. En tercer lugar, en la educación que se proporciona en las universidades y en la formación de los investigadores jóvenes. La omnipresente exigencia de la transferencia de resultados a la industria y de una investigación con aplicaciones tecnológicas resulta bastante nefasta en la formación de investigadores. Y por último, en los criterios de evaluación de la actividad científica, pasando a cobrar una inusitada importancia aspectos como la realización de patentes incluso sobre la publicación de artículos científicos. En definitiva resulta que estamos colocando el futuro de la ciencia en un lugar más que comprometido.

El hecho es que un planteamiento de este tipo, incluso en la versión *light* que he mencionado, hace aguas por ambos costados, y es que el desarrollo de la ciencia y la fecundación de la vida cotidiana por las ideas científicas más avanzadas mediante una tecnología innovadora es una compleja red de hechos interconectados en la que una agresión a un cierto punto puede producir el colapso de todo el sistema. Existen varias evidencias de la inadecuación de tratar al mundo científico mediante esos parámetros.

## La complejidad del desarrollo científico

LA historia nos ha enseñado la imposibilidad de prever qué campos del avance científico van a suponer una revolución en nuestro modo de vida o incluso en los mercados. Por citar

algunos ejemplos, no se podía predecir que el desarrollo de la teoría cuántica nos fuera a llevar a la electrónica moderna, o que el estudio del ADN nos llevara a la ingeniería genética. Como tampoco podía preverse las múltiples aplicaciones médicas e industriales que el estudio del laser iba a generar. Por otro lado, es manifiesto el estancamiento de algunas de las líneas más potenciadas de investigación desarrolladas dentro de una bien diseñada estrategia y al amparo de la utilidad e interés colectivo (como puede ser la obtención de energía para uso civil mediante fusión nuclear).

Por esto motivo, el descartar un tipo de producción científica tiene un gran peligro, ya que el desarrollo posterior y la transmisión a la industria o al campo de la salud no siempre responde a nuestros planes y a nuestras estrategias, sino más bien a una conjunción en la maduración de diversos campos del conocimiento y del desarrollo de nuestra tecnología que hace posible la traducción de conceptos tan abstractos como los de la física cuántica en cosas tan concretas como transistores o circuitos integrados. De esta forma el peligro se halla en que no sabemos en qué punto de la extensa frontera del saber se encuentra el próximo eslabón del desarrollo humano. Si queremos seguir avanzando, tendremos que no descuidar ninguno de los campos del saber.

Pero incluso esta argumentación tiene una cierta forma utilitarista de tratar a la ciencia. Y el problema para llamar a una ciencia útil o no reside no sólo en la aplicación imprevisible del desarrollo científico, sino que hay un motivo aún más profundo en lo más íntimo del porqué del desarrollo humano y que no debe ser olvidado so pena de que lleguemos a paralizarnos. Y este motivo de nuestro desarrollo imparable no es el primitivo deseo de vencer sobre el adversario, sea cual el tipo de guerra que se afronte (económica o militar). Tampoco es el deseo mucho más filantrópico de querer mejorar las condiciones de vida. El motor más profundo del desarrollo no es otro que es el que se apuntaba en la carta publicada por la revista *Physics Today* y al que hacía referencia anteriormente: la inagotable curiosidad humana y el afán de entender el universo.

En efecto, aunque acompañada de sentimientos más o menos filantrópicos o guerreros, el gran motor del desarrollo ha sido siempre la curiosidad humana conjugada, dicho sea de paso, con el beneplácito de la casualidad y la fortuna. El afán por saber el porqué y el cómo del mundo que nos rodea. Sólo quienes nos dedicamos a la investigación sabemos que es frecuente encontrarse con fenómenos sorprendentes que se cruzan en nuestro camino cuando el proyecto trazado va por otra senda. Sólo la

curiosidad hace que nos apartemos del camino planificado para descubrir aspectos de la naturaleza que, hasta el momento, se nos mantenían ocultos. En ese momento se abre ante nosotros la puerta de un rincón de la naturaleza vedada hasta entonces a todo ser humano, una selva virgen inexplorada en la que nuestro ingenio, nuestros instrumentos de medida o nuestras expresiones matemáticas, trazarán sendas y mapas de navegación para la excitante tarea de explorar un nuevo mundo. De ahí al aprovechamiento tecnológico puede haber mucho o poco trecho, pero lo que ha quedado es una puerta abierta, y resuelto uno de los tantos porqués del mundo que nos rodea. Y todo no fue más que la respuesta instintiva a la llamada de la curiosidad científica ante un hecho que nos resultó sorprendente, al afán por entender el mundo en que vivimos.

Pero esta curiosidad no es sólo un don que la madre naturaleza ha dado a sus hijos los hombres, sino que, para que sea fructífera, para que sepa distinguir la «llamada de la selva» de los «cantos de sirenas», debe contar con una sólida formación en los fundamentos básicos del conocimiento humano. Sólo de esta forma es posible intuir la posible relevancia de un fenómeno que imprevisiblemente surge sorprendente y novedoso ante nuestros ojos o ante nuestros sistemas de medida. Discernir la conexión entre una imprevisible observación y un gran descubrimiento sólo es posible si el investigador posee una amplia y profunda formación en los aspectos más básicos y fundamentales de su campo de aplicación. Pero es claro que esta formación no se improvisa, necesita de un especial caldo de cultivo y de cuidados.

Por este motivo, resulta especialmente comprometido que gran parte de nuestros investigadores jóvenes centren su trabajo en proyectos directamente relacionados con el desarrollo tecnológico. Hoy en día se emplea el eufemismo de ciencia orientada. Ellos nunca perderán esa curiosidad científica, pero se hallará mucho más limitada que la de quien ha podido disfrutar de una formación más centrada en lo fundamental. Dicho de otra forma, todo progreso requiere innovación tecnológica, pero la investigación básica en ciencias e ingeniería es fundamental para la formación de científicos e ingenieros innovadores. Así pues, si eliminamos de nuestros periodos de formación la participación en la creación de ciencia básica y la sustituimos por participación en proyectos de desarrollo, o ciencia orientada, nuestra ciencia y por tanto nuestros científicos perderán fluidez, intuición, originalidad... ¿Quién sabe si entonces dejaremos de lado a la ciencia por estéril?

Otro aspecto importante digno de consideración es la absoluta necesidad de una planificación a largo plazo. El desarrollo científico requiere inexcusablemente una inversión paciente. El montaje de laboratorios bien equipados, la formación de personal cualificado, el establecimiento de las necesarias relaciones internacionales con otros centros, etc. Todo esto no es labor de unos días, sino más bien de bastantes años. Por este motivo el desarrollo de las infraestructuras para la investigación y la formación de personal investigador no puede estar supeditado a las necesidades y exigencias de la industria. De la misma forma que los planes estratégicos para el desarrollo científico tampoco pueden estar determinados por parámetros como la mejora de la competitividad o la posibilidad de transferencia de los resultados de la investigación a la industria.

En cualquier caso no debemos olvidar el profundo abismo que separa a España de los países líderes en la investigación. Gran parte del debate que aquí he recogido se desarrolla en países como EE.UU o Japón, pero en estos casos la inversión en ciencia es mucho más alta que en el caso de nuestro país. Y esto no sólo desde el sector público (mientras Japón invierte un 3 por 100 del PIB, en España no llegamos al 0,9), sino también desde el sector privado, llegando a alcanzar el desarrollo científico del sector privado al de universidades y centros públicos de investigación.

Deberíamos seguir el ejemplo de otros países en lo que se refiere a inversión por parte del sector público. En España no sólo es mucho menor, sino que además en la mayoría de nuestras empresas no existe la conciencia de la importancia de la investigación. Al contrario, se ejerce una cierta presión para que sea el sector público el que no sólo investigue sino que también se encargue de la transferencia de los resultados de la investigación a la industria. De tal forma que éste es un papel que ya han asumido muchos centros de investigación e incluso la propia estructura de nuestro sistema de ciencia y tecnología. Quizá deberíamos aprender de los dirigentes de muy importantes multinacionales (Motorola y AT & T, por citar dos ejemplos), que en el reciente debate sobre el futuro de los laboratorios del Departamento de Energía de los EE.UU han recordado al gobierno que no debe forzar la vinculación entre la industria y los centros de investigación y que la competitividad no es el primer objetivo de la investigación que se desarrolla en los centros públicos (1), al contrario de lo que la Administración Clinton parece pretender.

(1) Andrew Lawler «Report to stress research over close ties to industry» *Science* (267) 27-enero-1995, págs. 446-447.

## La ciencia en el progreso de la humanidad

**P**ERO más importante aún que todo esto resulta la ciencia al progreso de nuestra civilización y al desarrollo del ser humano en su plenitud, en sí mismo y en lo que a las relaciones con el medio exterior atañe. Y es que el desarrollo de la ciencia no sólo supone la innovación tecnológica, o la mejora de nuestras industrias, o el implante de tecnologías que respetan el medio ambiente, o el desarrollo de la medicina. Podríamos hacer una lista interminable. Pero lo importante es que la aportación de la ciencia no es solamente ésa. El desarrollo de la ciencia, por encima de todo, nos lleva a conocer mejor el mundo en que vivimos. Nos proporciona algunas respuestas a preguntas que se nos plantean sólo con abrir los ojos o extender nuestras manos.

Lamentablemente, la excesiva especialización de todos los campos del saber humano, y por tanto el alto grado de complejidad que se ha alcanzado, han producido un cierto divorcio entre las grandes aportaciones de la ciencia y el ciudadano medio. Esto no se produciría si tuviésemos una concepción más integrada de la ciencia sobre el ser humano y el complejo sistema de relaciones con el mundo que nos rodea. Así pues, deberíamos proporcionar a nuestros escolares una formación que profundizara y potenciara más los aspectos básicos de la curiosidad humana, del afán de saber, del sentido crítico de la vida y que posibilitara el encuentro fecundo del niño con el mundo que le rodea.

El efecto del divorcio entre el desarrollo científico y la vida cotidiana produce una ciencia alejada de la gran población (en España tenemos tres investigadores por cada mil trabajadores activos) y una población que no disfruta de las nuevas concepciones del mundo y del hombre que la ciencia le proporciona, llegando incluso a «sufrir» el avance de la tecnología. Porque si dicho divorcio nos impide participar de las nuevas ideas, no nos evita disfrutar o lamentar los desarrollos tecnológicos. ¿Quién no maneja un ordenador, por poco que sea, o quién no tiene un microondas, o un televisor con mando a distancia? ¿Quién no ha utilizado un fax, un teléfono portátil, o ha disfrutado de las ventajas del correo electrónico, o de una red de ordenadores? ¿Quién desconoce que hoy en día una operación de cataratas se hace en pocos minutos, o quién no ha visto u oído a un niño pequeño en el seno materno me-

dian­te las modernas técnicas ecográfi­cas? En fin, ¿quién puede afirmar que su vida no sería lo que es sin la con­curren­cia casi con­tinua del desa­rrol­lo re­cien­te (no más de quin­ce años atrás) de las tec­no­lo­gías?

De esta forma, el desarrollo de la ciencia acaba llegándonos a todos en forma de tecnologías útiles, de productos que se hallan en el mercado a nuestro alcance. Este desarrollo cambia nuestras vidas y revoluciona nuestro entorno social. Los medios de transporte, las telecomunicaciones, el avance de la electrónica y de las tecnologías en el campo de la salud, nos hacen vivir en un mundo en el que difícilmente se reconocen las personas mayores, y que obliga a los más jóvenes a adaptarse continuamente. Pero ¿estamos preparados para aceptar tanto cambio? Parece que no supimos encajar la revolución atómica de mediados de este siglo. ¿Vamos a saber encajar el desarrollo de la genética, o el desarrollo de las telecomunicaciones? ¿Qué tensiones o desequilibrios nos va a crear este desarrollo? Ya podemos apreciar cómo cada día vivimos más *estresados* y cómo aumenta el efecto invernadero debido a las emisiones de dióxido de carbono o al agujero de la capa de ozono. Pero indudablemente el desarrollo tecnológico seguirá adelante impulsado por un mercado cada vez más exigente y necesitado. El hombre deberá ir solucionando las inquietudes que esto poco a poco le cree, sin poder evitar el sentimiento de verse esclavo de un progreso que le supera y le desborda.

Si fuésemos capaces de cambiar la mentalidad de las gentes de nuestro siglo y despertar un mayor interés por los descubrimientos científicos mediante una educación adecuada y un fomento de la curiosidad crítica por todo aquello que nos rodea; si pudiésemos hacer que los aportes de la ciencia llegasen de forma inteligible al resto de la humanidad, estaríamos empezando a descubrir otro gran papel de la ciencia. Esto nos mostraría que no la podemos juzgar tan alegremente como útil o inútil simplemente por la posibilidad de transferir los resultados a sectores productivos. En definitiva la ciencia tendría la clave de una mayor humanización en el progreso y un mayor respeto por lo que nos rodea.

Obviamente no se trata de que el ciudadano medio conozca los detalles de la teoría cuántica o de los fundamentos de la ingeniería genética. Yo mismo, y sin ningún tipo de rubor, reconozco que he renunciado a conocer los detalles íntimos del funcionamiento de mi propio ordenador. Pero hay ciertas cosas que no se nos deben escapar, ni siquiera bajo la excusa de una pretendida complejidad o inutilidad, ya que suponen un cambio radical en la forma en la que el hombre se enfrenta a su entorno.



Por ejemplo, hoy nos sorprendemos ante los avances de la microelectrónica, circuitos y dispositivos cada vez más pequeños, más integrados; pero ya los primeros experimentos de Rutherford de la moderna teoría atómica demostraron cuán pequeño era el átomo, qué complejo era su mundo, y cuántas posibilidades mostraba. Desde esta perspectiva, incluso los más pequeños circuitos integrados parecen plazas de toros.

Una sensibilidad bien formada hacia lo que nos rodea, no nos puede dejar indiferentes sobre si el universo siempre ha sido como hoy es, o si efectivamente hubo una primera gran explosión (*big bang*). Como no puede ser igual que el hombre siempre haya sido así, como es hoy, o que seamos el resultado de un largo proceso evolutivo. Nuestra forma de ver el mundo cambia obligatoriamente. Se impone ante nosotros la pequeñez, en el tiempo y el espacio, del ser humano, el cual, con toda su razón no es más que una pequeña mota de polvo. Quizá si lo viéramos así seríamos más respetuosos con el medio ambiente, y encontraríamos una respuesta más evidente a lo que ahora llamamos el desarrollo sostenible, y que tanto nos cuesta definir.

Siguiendo esta línea, tampoco es igual que nuestra vida esté predeterminada en un grado alto, pero no del todo, por nuestro código genético. De la misma forma, en las ciencias de la naturaleza resulta que leyes matemáticas muy simples no dan lugar a comportamientos deterministas, sino que bruscamente aparecen ante nuestros ojos fenómenos impredecibles, pero que son la expresión de una sencilla ley; en una palabra, el caos determinista. Lo mismo que el principio de incertidumbre de Heisenberg nos ha marcado para siempre al ser imposible determinar, simultáneamente y de forma precisa, situación y velocidad de una partícula. Nuestros esquemas mentales caen por tierra. No nos podemos enfrentar a la naturaleza con nuestro orgullo por delante, pues ella puede resultar imprevisible incluso en los más sencillos problemas. Las leyes de la gravitación universal las conoce cualquier estudiante de BUP, pero Hiperión, una luna de Júpiter, gira a su libre albedrío, impredecible. Cualquier estudiante de primer curso de una carrera de ciencias puede enfrentarse con éxito al problema del péndulo, pero por más que lo miro, el péndulo del reloj de cucú de mi casa resulta impredecible. ¿Puede una cosa tan simple resultar tan complicada?

Y no sólo eso, la naturaleza nos enseña constantemente que nos movemos en campos extremadamente limitados. Lo que para nosotros es evidente no lo es en otras situaciones. A velocidades altas, pensaríamos

más cuanto más rápido fuéramos, y el tiempo pasaría más despacio. En altas energías, nuestros parámetros para el estudio de las partículas, como son el peso o a la carga, se quedan pequeños y la naturaleza nos muestra un sinfín de propiedades nuevas que antes nunca habíamos visto y que no sabemos cómo denominar. De ahí que se hable del olor, del color, del encanto..., de las partículas elementales.

Así pues, no es necesario conocer los detalles, pero no debemos perdernos la gran aventura del conocimiento humano. Nos enseña quiénes somos, nos va situando cada vez más en nuestro sitio, y nos da una interpretación y un sentido especial de la revolución tecnológica que vendrá. Hoy nos asustamos ante la revolución que pueden suponer las nuevas tecnologías en telecomunicación, pero el mundo ya se hizo muy pequeño en los albores de la moderna cosmología.

En definitiva, no sólo no podemos juzgar la producción científica por parámetros utilitaristas, como ya se ha mostrado anteriormente, sino que, y es aún más importante, la falta de transparencia para el hombre de la calle de los descubrimientos científicos supone una grave traba para el progreso de la humanidad. Perderemos muchísimo si sometemos la ciencia a las exigencias del mercado y la productividad. Pero nos estamos perdiendo algo día a día cuando los grandes descubrimientos de la ciencia nos dejan vivir igual que antes. ¿Sabía el lector que hace apenas un mes se publicó lo que puede ser la evidencia de la existencia del primer agujero negro en el universo?