

# ¿EL FIN DE LA CIENCIA?

JOAQUÍN LUQUE  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Universidad de Sevilla

## I

Recientemente he tenido la ocasión de leer la obra que el periodista científico John Horgan ha publicado sobre el fin de la ciencia<sup>1</sup>. Mi primera intención, atendiendo a mis deberes editoriales en la revista, fue escribir una reseña sobre el libro. Pero, a medida que iba reflexionando sobre la cuestión, me iban surgiendo más y más comentarios que no cabían en el formato estándar de una reseña bibliográfica. La reseña se había convertido en un artículo.

Naturalmente mi discurso debe comenzar por realizar una crítica del trabajo que le dio origen. En la obra de Horgan se nos presenta la tesis de que la ciencia ha terminado. Y ha terminado porque ha tenido éxito. La descripción del mundo, ya sea éste físico, biológico, antropológico o social, ha sido lograda ya por la ciencia. Aunque se puede seguir trabajando científicamente, los grandes problemas de la ciencia, las grandes teorías sobre la realidad, están ya dadas y son seguras y eficaces. Los científicos del siglo XXI podrán seguir avanzando en los detalles que las grandes teorías han dejado fuera, pero no habrá nuevas propuestas tan profundamente revolucionarias como la mecánica cuántica o la relatividad en Física, el *Big-Bang* en cosmología o la evolución en Biología. También la aplicación de la ciencia a la construcción de nuevos artefactos podrá proporcionar nuevos progresos, pero ninguno de ellos modificará la Respuesta que la ciencia de hoy nos proporciona a la Pregunta sobre la realidad.

Si bien la tesis de nuestro autor se formula de manera clara y definida, no ocurre así, en mi opinión, con los argumentos que la avalan.

<sup>1</sup> John Horgan. *The End of Science*. New York, Broadway Books, 1997 (trad. esp. John Horgan. *El fin de la Ciencia. Los límites del conocimiento en el declive de la Era Científica*. Barcelona, Paidós, 1998).

Horgan, periodista científico colaborador habitual de la revista *Scientific American*, aprovecha en buena medida materiales suyos ya publicados durante siete años en forma de entrevistas a científicos de primera fila en distintas ramas del saber. Con este *remake*, legítimo desde un punto de vista editorial pero de dudosa novedad científica, traza una imagen impresionista del estado de la ciencia a través de las opiniones de algunos de sus más significados autores. Sin embargo, a mi juicio, estas pinceladas sueltas construyen un cuadro confuso de la situación de la ciencia que en nada ayuda a soportar la tesis del autor. En muchas ocasiones las opiniones de los ilustres entrevistados claramente contradicen la tesis que se quiere demostrar. Pero aún más, tampoco una opinión unánime de los expertos sería determinante si fuese sólo eso, es decir, una opinión. Y el libro de Horgan carece de argumentos en la misma medida en la que abunda en opiniones.

Sin embargo, la tesis del fin de la ciencia, argumentada o simplemente sugerida, sigue estando ahí, desafiándonos. Es verdad que Horgan no demuestra el fin de la ciencia, pero sí muestra los límites y dificultades alcanzados en numerosas ramas científicas. La tesis que se nos propone concuerda con nuestra percepción de que, más allá de los indudables progresos técnicos, nada realmente fundamental ha surgido desde la mecánica cuántica en Física o la evolución darwiniana en Biología. Quizás no justifique pero, ¿no estará quizás Horgan describiendo el panorama científico contemporáneo? He ahí la fuerza y el atractivo de su tesis. Y también su carácter provocador ya que, de ser cierta su afirmación, nos veríamos testigos del funeral, o al menos de la jubilación forzosa, de una de las herramientas más fructíferas y queridas del hombre moderno: la razón científica.

Aceptemos la provocación. Acudamos al reto de examinar el posible fin de la ciencia, no desde el diseño impresionista que Horgan nos propone, sino desde un análisis de los factores que concurren en la cuestión. Este análisis, por otra parte, no pretenderá agotar el tema, sino que se construirá desde la perspectiva personal y profesional, no de un científico de primera fila, sino de un ingeniero de tercera.

## II

La expresión *El fin de la ciencia* en español cabe interpretarla, al menos, en un doble sentido que quizás no tenga el original inglés *The End of Science*. El fin de la ciencia se interpreta en la obra, que nos

sirve de estímulo y pretexto, como la terminación de la disciplina, la muerte de un modo de enfrentarse al mundo. Pero a ese sentido primero, al que se responde a lo largo de más de trescientas páginas, se le superpone en español una segunda interpretación: el *fin de la ciencia* como el objetivo de la ciencia, el para qué de esta actividad, su causa final. Pero en este caso, la ambigüedad lingüística viene en nuestra ayuda, ya que ambos sentidos están relacionados. Difícilmente podremos elucidar si la ciencia ha terminado o no su tarea, si previamente no nos ponemos de acuerdo en cuál es esa tarea que le encomendamos. La propia afirmación de *la terminación de la ciencia* implica que ésta tiene un programa que cumplir y que, o bien lo ha cumplido ya, o bien ha llegado a la conclusión de la imposibilidad de cumplirlo. Pero, ¿cuál es este programa que guía el trabajo científico? ¿Qué nos lleva a hacer ciencia?

Esta pregunta ha recibido diversas respuestas desde la Filosofía de la Ciencia, respuestas que abarcan desde realismos de corte esencialista, hasta instrumentalismos más o menos escépticos. Pero mi reflexión será menos academicista y más personal, menos apoyado en citas de renombrados autores y más orientada a volcar las propias experiencias. Será, en definitiva, más vulnerable. No será la reflexión de un filósofo sobre la actividad científica que contempla desde fuera, sino las consideraciones de un ingeniero en el alejamiento momentáneo de su actividad diaria.

Cuando me vuelvo sobre mí, cuando miro alrededor a mis colegas científicos e ingenieros, cuando trato de comprender qué estímulo nos lleva a hacer ciencia, creo descubrir en primer lugar un fortísimo impulso interior que podríamos etiquetar como curiosidad. Una curiosidad presente en cualquier búsqueda de conocimiento, pero especialmente en el saber científico. El explicar, el poner orden ante el caos de las apariencias, el buscar seguridades, el predecir la insolente realidad: ese es el motor primero del saber científico. Y una vez que conseguimos atrapar retazos de realidad en las redes de la ciencia, podemos ponernos manos a la obra y adaptar la realidad a nuestras necesidades o caprichos: este es el segundo impulso de la ciencia. Ciencia pues, primero para saber y luego para actuar. En este sentido la técnica es hija de la ciencia.

Por otra parte, desde un punto de vista biológico, este impulso por conocer tiene una clara función: la mejor supervivencia de la especie. El que mejor sepa utilizar, adaptar y modificar la realidad en su propio provecho, más oportunidades tendrá en la lucha por la vida. El

conocimiento científico se habría desarrollado porque es evolutivamente apto, porque es capaz de proporcionar técnicas más eficientes de supervivencia. El saber científico tiene, en este sentido, una clara finalidad técnica. El puro saber por saber, la curiosidad desinteresada, la ciencia teórica descarnada de aplicaciones, no sería sino un sub-producto evolutivo del saber para hacer. En este sentido, la ciencia es hija de la técnica.

Pero aún más, el conocimiento racional, el científico y el técnico son irrenunciables. Cualquier propuesta que pretendiera cercenar estos conocimientos, si ello fuera posible, está condenada al fracaso de antemano. No podemos dejar de explorar racionalmente nuestro entorno, ni aunque el precio sea muy alto. Siempre que se plantea la disyuntiva entre conocimiento y felicidad, gana el conocimiento. Preferimos conocer, aunque ello nos haga infelices. Esa es precisamente una de las consecuencias del episodio bíblico del árbol de la ciencia. Eva y Adán prefirieron el fruto del conocimiento aún a riesgo de la expulsión del paraíso. Y también el de muchos otros mitos como el de Fausto que, por garantizarse el conocimiento, es capaz de vender su alma al diablo y con ella su felicidad eterna. El saber científico y técnico no es una excepción. Por tanto somos incapaces de renunciar a explorar técnicamente nuestro entorno. En este sentido el "imperativo tecnológico" (se debe hacer todo lo que es posible hacer), se basa en el más profundo "imperativo gnoseológico" (se debe conocer todo lo que es posible conocer).

Vemos pues que la ciencia, junto con la técnica a ella asociada, tiene en principio un doble objetivo, un doble fin: conocer la realidad y domeñarla. Parece fuera de toda duda que el objetivo utilitario de la ciencia ha proporcionado a la humanidad notables resultados. El hombre de hoy es mucho más capaz de controlar la realidad. Es verdad que quedan inmensas parcelas fuera de control y que algunas se reconocen como inalcanzables. Pero precisamente este carácter abierto es lo que impulsa el progreso técnico. Nadie pone seriamente en duda que la ciencia seguirá en el futuro brindándonos apoyo en el dominio de nuevas parcelas de la realidad. En este sentido pues, la ciencia no ha terminado.

Pero cuando Horgan nos habla del *fin de la ciencia* su discurso está inmerso en otras coordenadas. Él admitiría que todavía es posible el progreso técnico, pero su tesis sería que la ciencia ha muerto porque ya no puede proporcionar más conocimiento profundo de la realidad. Es decir, si queremos enfrentarnos con la tesis de Horgan,

debemos hacerlo en su terreno, es decir, asumiendo que el objetivo de la ciencia es el conocimiento de la realidad. Sea.

### III

Pero, ¿qué significa conocer la realidad? Soy consciente del recelo que expresiones como *realidad* o *verdad* pueden despertar en algunos lectores de formación filosófica, pero para el científico o ingeniero de a pie, conocer la realidad tiene un sentido primario: conocer lo que *en verdad* ocurre. Así, si la cosmología contemporánea nos propone la teoría del *Big Bang* en base al corrimiento al rojo de la luz provenientes de otras galaxias, el científico afirmaría que *en verdad* hubo una gran explosión hace diez mil millones de años, que si hubiese sido posible estar "allí", habríamos visto y oído la explosión. La Gran Explosión ocurrió *en realidad*. En alguna conferencia que he tenido la ocasión de pronunciar sobre estos temas, ilustraba la descripción de la teoría del *Big Bang* con una fotografía de una explosión estelar. Obviamente la fotografía no correspondía al *Big Bang* sino a un fenómeno astronómico observado y fotografiado desde observatorios de nuestros días. Algunos de mis oyentes me preguntaban *cómo* era posible que hubiese una fotografía del *Big Bang*, pero nadie se cuestionaba la *realidad* de dicha explosión.

En mi opinión, es este sentido de *conocer la realidad* el que Horgan está atribuyendo como objetivo de la ciencia, y es en este sentido en el que afirma que la ciencia ha agotado su labor. Mi crítica a su posición no será primariamente porque crea que la ciencia pueda aún descubrirnos más aspectos de la realidad, sino porque mantengo una interpretación diferente de cómo puede la ciencia *conocer la realidad*.

A la visión anterior de la ciencia, que muchos autores denominan realismo, se le han realizado numerosas críticas. El mismísimo y sacrosanto método científico ha sido puesto en aprietos desde diferentes ángulos. El primero y quizás el más radical de los problemas del método científico se halla en su mismo origen, es decir, en el proceso de observación. Para la concepción científica ortodoxa, los hechos de la naturaleza son la fuente del conocimiento científico y el tribunal último que habrá de sancionar las teorías. Según esta concepción, los datos, que construyen y contrastan teorías, son objetivos, independientes del sujeto que los observe: una mesa es una mesa para mí y para cualquiera que quiera mirarla.

Frente a esta concepción objetivista se puede argumentar que el conocimiento, las creencias y las teorías que ya sustentamos juegan un papel fundamental en lo que observamos. Se puede afirmar que la observación o el dato “están cargados de teoría”, es decir, que dos sujetos diferentes pueden dar descripciones diferentes al contemplar el mismo hecho. Pongamos un ejemplo. Dos ingenieros se encuentran probando un circuito digital ante un osciloscopio. Ante la pregunta de lo que ven uno de ellos podría decir: “veo un ruido eléctrico”, mientras que el otro podría afirmar “veo un comportamiento metaestable”.

En esta misma línea cabe también argumentar que las descripciones de lo que se observa no reflejan todo lo que incide en nuestros sentidos. El dato científico se construye tras una importante labor de selección y filtrado. Así en ningún informe científico sobre el comportamiento de un circuito se nos ocurre incluir el tamaño de la mesa en la que nos apoyamos, el color del osciloscopio, ni el número de ventanas del laboratorio. La observación o no de un hecho está también cargada teóricamente. Sólo observamos aquello que nuestra teoría dice que es pertinente. De nuevo pueden, también en este sentido, darse observaciones diferentes del mismo fenómeno. Pensemos de nuevo en la observación de un circuito electrónico que está dando resultados anómalos. Uno de los técnicos observa las formas de onda, las tensiones e intensidades, los dispositivos involucrados y sus características nominales, y la forma de la conexión entre ellos. Estos son todos los aspectos que su concepción teórica le hacen observar. Sin embargo el segundo, además de hacer esto, también observa y detalla la longitud de los cables y la forma de las conexiones, pues su concepción teórica le avisa de que estas cuestiones son pertinentes en circuitos que operan a una cierta frecuencia.

La diferencia en las observaciones podría ser atribuida a diferente nivel de “madurez científica” de los sujetos que las realizan. En definitiva, de acuerdo con el bien establecido cuerpo de conocimientos de la electrónica, uno de los dos ingenieros estaría en lo cierto. Y esto es efectivamente así. Desde una concepción científica consolidada sólo pueden darse ejemplos de “carga teórica” de la observación recurriendo a experimentadores de diferente nivel de formación. Se podrían poner ejemplos de observaciones diferentes debidas a teorías científicas rivales, pero ello nos llevaría a descripciones más adecuadas dentro de la historia de la ciencia. No obstante, queda a mi juicio de manifiesto que existe la carga teórica en la simple observación. Pero aún más, el propio instrumento de medida, el osciloscopio, es un dis-

positivo cuya construcción, así como la interpretación de sus resultados, son sólo posibles como consecuencia de una determinada y muy elaborada teoría científica.

Contra la objetividad de la ciencia cabe también afirmar que, aún cuando diéramos por válidos los datos observacionales y consideráramos contrastables las afirmaciones teóricas, aún quedan por explicar los comportamientos no racionales frecuentemente observados en el desarrollo de la ciencia. Existen numerosos estudios que demuestran cómo los condicionantes psicológicos, religiosos, económicos, sociales o políticos han determinado el desarrollo o el abandono de determinadas teorías científicas con independencia de su valor cognoscitivo. Hasta tal punto son importantes estos condicionamientos extracientíficos que han dado lugar a una disciplina denominada Sociología de la Ciencia. También la ciencia es hija de su tiempo y de su circunstancia.

Pero a estos argumentos deben sumarse los que se derivan de la propia historia de la ciencia. En unos pocos cientos de años, la ciencia nos ha hecho cambiar radicalmente nuestra creencia sobre lo que era la *realidad* del mundo. De un universo medieval con la tierra en el centro rodeada de esferas hemos pasado, gracias a Copérnico, Galileo y Newton, entre otros, a un universo moderno infinito y material, en el que la tierra era expulsada de su lugar de privilegio y del que el hombre, gracias a Darwin, pasa a formar parte como un producto más de la evolución. Y cuando la gran revolución moderna parecía asentarse, cuando la ciencia parecía habernos descubierto *la realidad* del mundo, surge en el siglo XX una segunda revolución científica que nos convierte al universo en una intuitible entidad tetradimensional, limitada en el espacio y en el tiempo, con un origen temporal y en expansión continua, y cuyos constituyentes básicos pierden la sustancialidad de la materia de Newton, para convertirse en nuevas entidades inefables, a medio camino entre la partícula y la onda, o quizás las dos cosas a la vez. La nueva *realidad* del universo que nos ofrece la ciencia hoy es radicalmente diferente a la que nos ofrecía hace tan sólo cien años. Y las más prometedoras de las nuevas teorías físicas, como la de supercuerdas, nos anuncian todavía nuevas convulsiones conceptuales con escenarios aún más alejados de cualquier posible intuición humana.

Soy consciente de que no se puede construir una argumentación sólida en base a la extrapolación de un escenario histórico. La inducción en este caso tampoco nos proporciona certeza. Pero deberá admitirse que el peso de la prueba debe recaer en quién afirme que *la*

*realidad* que nos describe hoy la ciencia es la *verdadera*, aunque sea con un cierto grado de aproximación. En mi opinión, el único punto a favor de la capacidad descriptiva de la ciencia es que funciona, es decir, que explica y predice hechos, y que permite desarrollar en base a ella una tecnología eficaz. Pero este argumento utilitarista, nos garantiza la eficacia de la ciencia, no su verdad. Se puede ser eficaz, incluso muy eficaz, sin poseer la verdad. De hecho, las teorías astronómicas de Ptolomeo, Newton y Einstein, tienen un nivel similar de eficacia en la descripción de múltiples fenómenos físicos, por ejemplo la posición del sol, la luna y los planetas. Los puentes y calzadas romanas en nada desmerecen en algunos aspectos a muchas construcciones contemporáneas. Por tanto habrá que buscar argumentos más allá de los de pura utilidad para justificar el realismo científico.

#### IV

Pero no sólo en la gran ciencia surgen estas dificultades de interpretación. También en el trabajo diario del científico o del ingeniero de a pie surgen ejemplos que cuestionan la interpretación realista de la ciencia. Así, por ejemplo, cuando a un experto en electrónica se le pregunta por lo que consiste *en realidad* el fenómeno de la conducción eléctrica en un circuito, nos hablará probablemente de electrones que se mueven dentro de un conductor, a semejanza de bolas dentro de un tubo. Este sería el modelo estándar para la mayoría de los expertos, proporcionado sin duda por la teoría de circuitos vigente. Pero esta descripción no es más que un modelo que deja de ser válido para circuitos de alta frecuencia. Los expertos que trabajen en este área quizás nos expliquen que la electricidad *en realidad* es un campo electromagnético que se propaga dentro de un conductor. El modelo así obtenido nos permite operar también en circuitos de alta frecuencia al precio de una considerable complejidad. Aún más, el puñado de expertos en electrónica que trabajen en el estudio de ciertos dispositivos, como por ejemplo el diodo túnel, necesitarán acudir a modelos de mecánica cuántica en las que el electrón mantiene una equívoca sustancialidad. Ni que decir tiene que los modelos resultantes son de complejidad prohibitiva para la mayoría de las aplicaciones convencionales. Vemos pues, en este ejemplo, tres niveles de descripción de la realidad, tres modelos teóricos radicalmente diferentes que, para poder penetrar en determinadas áreas nuevas (alta frecuencia o diodos túnel), necesitan dar un vuelco a la descripción

de la *verdadera realidad* de la conducción eléctrica. Y este es, además, un camino psicológico que el joven electrónico tiene que recorrer. En el curso de pocos años se le van a dar tres explicaciones diferentes de lo que *en realidad* es la electricidad. ¿Cómo fiarse, al final de este proceso, de la última descripción de la realidad que se nos presenta como *verdadera*?

Veamos un segundo ejemplo. Desde hace varios años vengo observando la dificultad con la que mis alumnos, y los de otros colegas en disciplinas similares, se enfrentan por primera vez a los conceptos del análisis espectral. Durante un buen número de años, más concretamente desde la invención del cálculo por Newton y Leibnitz, la descripción física de muchos fenómenos se viene realizando en base a las denominadas funciones temporales, es decir, herramientas matemáticas en las que se representa la evolución de una determinada magnitud física, por ejemplo una intensidad eléctrica, a lo largo del tiempo. Esta descripción mediante funciones temporales, que tiene aproximadamente 3 siglos, es la que principalmente sigue utilizándose hoy. Si utilizamos la descripción temporal para describir una intensidad eléctrica, probablemente nos representamos el fenómeno físico como el de unas bolas (electrones) que se mueven arriba y abajo a lo largo del circuito y cuyo movimiento viene precisamente descrito por la función temporal. Incluso podemos construir aparatos (osciloscopios) que nos permiten “ver” en una pantalla la misma función temporal que habíamos utilizado analíticamente. Con esta constatación visual nos reafirmamos en nuestra convicción de que el movimiento de los electrones en el cable se corresponde con la función temporal.

Sin embargo en el siglo XIX, dos siglos después de la invención del cálculo, Fourier, un ingeniero francés, propone una nueva herramienta matemática para analizar ciertos fenómenos físicos de transmisión del calor: el análisis espectral. En él desaparece la magnitud “tiempo” como tal y en cambio aparecen los armónicos. Adentrarnos en los detalles del análisis espectral es innecesario para los ya iniciados e imposible en este foro para los que son ajenos a esta técnica. Pasemos pues por alto los detalles y concentrémonos en su interpretación. Ahora, el mismo fenómeno físico de conducción eléctrica, se representa mediante una función compleja (es decir, con parte real y parte imaginaria) dependiente de la frecuencia de vibración. La representación más probable de la conducción eléctrica es ahora la de unas bolas (electrones) vibrando, como una cuerda de guitarra, a un conjunto de frecuencias superpuestas. Pero, al igual que en el caso ante-

rior, también somos capaces de construir un dispositivo (analizador de espectros) que nos permite ver en pantalla la función espectral que habíamos utilizado analíticamente. Es decir, la misma realidad física, según se conecte a uno u otro aparato, se “ve” de forma radicalmente distinta.

Obviamente ambas representaciones son equivalentes, pues detrás tienen la misma realidad física que describir. Son dos aproximaciones matemáticas al mismo problema. Pero cada una de estas aproximaciones nos permiten “ver” la realidad de diferente forma. Si uno conoce suficientemente bien las dos, no tiene dificultad en darse cuenta de la equivalencia profunda, no sólo formal, entre ambas representaciones. Pero, sin embargo, al ingeniero principiante le resultan radicalmente diferentes. La nueva representación, la espectral, le parece confusa, artificiosa y sin significado físico. Sólo su utilidad práctica, mucho mayor en ciertas aplicaciones que la “más natural” representación temporal, le evita abandonarla con desprecio.

Hay que notar cómo diferentes modelos formales (funciones temporales o análisis espectral), condicionan nuestra forma de ver la realidad. Y, sin embargo, ambos modelos formales se corresponden con el mismo modelo conceptual de la electricidad (por ejemplo, electrones en movimiento). Cuando los que compiten son modelos conceptuales, las diferencias de interpretación de la realidad se amplían sustancialmente. Y sin embargo son sólo modelos de mayor o menor eficacia o utilidad.

Los argumentos expuestos hasta ahora justifican, a mi juicio, el escepticismo en la ciencia como fuente de conocimiento de la *verdadera realidad*. Aún admitiendo que el objetivo de la ciencia sea *conocer la realidad*, esta expresión no debe entenderse, como hace Horgan, en un sentido realista. ¿Cómo pues? ¿De qué manera conoce la ciencia la realidad? Desde mi punto de vista esta pregunta sólo puede tener una respuesta instrumentalista más o menos matizada. Es decir, las teorías científicas son modelos de la realidad que nos permiten la explicación, la predicción y la técnica. Son instrumentos de cálculo. Ni siquiera podemos afirmar que la descripción de la realidad que nos hace la ciencia contemporánea sea aproximada y crecientemente verdadera. Sólo podemos afirmar que la ciencia es aproximada y crecientemente útil en su tarea de explicación y predicción, y que sus aplicaciones nos permitirán controlar más y mejor nuestro entorno.

Sin embargo, estas expresiones deben ser matizadas en tres aspectos. En primer lugar, no quiero afirmar que las teorías científicas sean modelos arbitrarios de la realidad que han resultado útiles. Probablemente hay un residuo de realidad incognoscible en toda teoría científica. Ese residuo es el que condiciona, en última instancia, las diferentes formulaciones que se puedan construir para explicar una determinada realidad. Las diferentes teorías serían como los idiomas: ante una misma mesa podemos nombrarla en español, en inglés o en chino. Ninguna de las diferentes palabras para denominarla son la mesa, ni describen la mesa. Son tan sólo instrumentos utilizados para referirnos a una cierta realidad. Incluso el vocablo usado en cada caso puede tener diferentes significados en cada idioma. La voz "mesa" designa una realidad parecida pero diferente de la voz "table", que puede significar también "tablero". Por todo ello las traducciones, aún siendo sólo aproximaciones, son posibles. Y es precisamente la realidad subyacente común de la mesa, la que hace posible los diferentes lenguajes y sus traducciones. En este mismo sentido, es el residuo de realidad común incognoscible el que posibilita las diferentes teorías científicas. Las teorías científicas no describen la *verdadera realidad* pero sí se refieren a ella, no la abarcan pero la evocan.

Con la segunda matización pretendo aclarar que el reconocer la limitación de la ciencia en acercarse a la *verdadera realidad*, no le resta valor a la actividad científica. Únicamente nuestras excesivas expectativas podrían salir decepcionadas. Pero ello no debe ser causa del abandono o minusvaloración de la ciencia. El trabajo científico, sobre todo desde la modernidad, ha producido unos frutos espléndidos. Y no me estoy refiriendo sólo a las aplicaciones técnicas a las que ha dado lugar, sino también y principalmente a la comprensión del mundo que nos ha proporcionado. La ciencia quizás no pueda seguir siendo ya la única herramienta de acercamiento a la realidad como algunas escuelas de pensamiento han podido afirmar. Sin embargo, aún debe conservar un lugar de privilegio entre los medios de aprehender el mundo.

El último aspecto que quiero puntualizar es que la visión de la ciencia que he presentado no tiene por qué corresponder con la opinión de la Ciencia o de la Tecnología. Ni siquiera puedo afirmar cuál sea la opinión de los grandes científicos de hoy sobre esta cuestión. Pero para el científico y el ingeniero de a pie la cuestión es clara. En encuestas realizadas recientemente a alumnos de Ingeniería Informática de 3º y 5º curso, los resultados son concluyentes. Tres de cada cua-

tro encuestados creen que la ciencia describe la *verdadera realidad* de las cosas. E incluso es probable, que el mero planteamiento de la pregunta convierta al instrumentalismo a algunos ingenieros que antes de reflexionar sobre este tema tendrían una visión interna realista no explicitada. Afortunadamente para mi posición la verdad no es democrática.

Llegamos pues al final de nuestro recorrido. He tratado de justificar anteriormente cómo el único fin (objetivo) posible de la ciencia es el de construir modelos eficaces de la *verdadera realidad*. Ese es el camino que debe recorrer la ciencia y en el que sin duda ha logrado grandes progresos en los últimos siglos. Hablar del fin (terminación) de la ciencia en este contexto sólo tiene sentido, como decía más arriba, si la ciencia hubiera cubierto completamente su programa de acción o, si por el contrario, se hubiese encontrado un obstáculo insalvable en su camino. ¿Hemos llegado ya al final del camino? Obviamente no. Todavía nos quedan vastos campos de la realidad que no somos capaces de modelar de manera eficaz, es decir, de explicar, predecir y controlar técnicamente. ¿Será entonces que hemos topado con dificultades insoslayables que nos impedirán ir más allá? Es verdad que en la Gran Física puede haber una cierta sensación en este sentido. Continuar explorando los constituyentes de la materia requiere energías cada vez mayores que, ya hoy, quedan fuera del alcance económico de las sociedades occidentales que suspenden la construcción de las gigantescas instalaciones necesarias. Y en el futuro las energías necesarias para esta exploración de la materia serán, no sólo económicamente prohibitivas, sino incluso técnicamente inviables. Pero lo que puede ser verdad en cierta medida en la Gran Física, no lo es en el resto de esta disciplina ni tampoco en las otras ciencias. El trabajo y progreso continuo de la ciencia y la técnica contemporáneas son constatables a primera vista para cualquier observador. El progreso en la eficacia de la ciencia y de la técnica son hoy indudables.

Por tanto, que no se preocupen las nuevas generaciones de científicos e ingenieros. Todavía caben dentro de estas disciplinas nuevas conquistas, territorios por colonizar, héroes por brillar. No será la falta de problemas, o el desánimo ante ellos, lo que caracterizará a la ciencia y la técnica del próximo siglo. La preocupación no debería estar en si habrá o no progreso científico y técnico, que sin duda lo habrá, sino en como hacer que este avance sea compatible con un progreso de los individuos y las sociedades.