



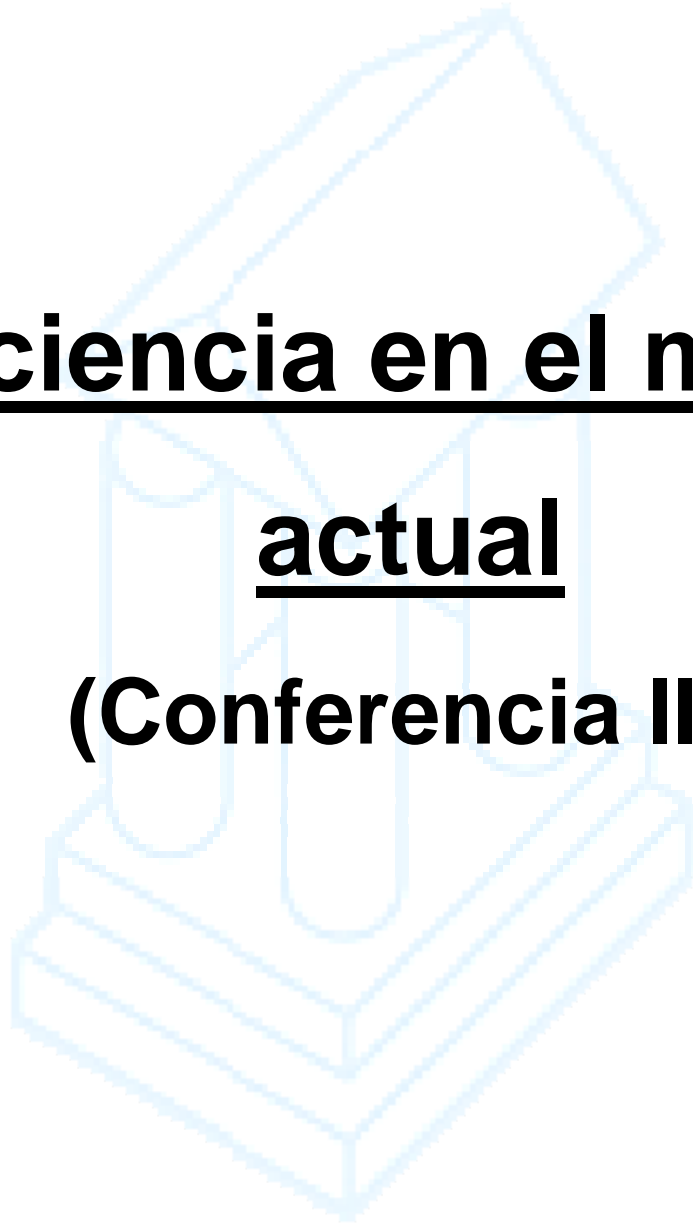
***LA CIENCIA EN
EL MUNDO Y EN
ESPAÑA***

Director: Federico García Moliner

La ciencia en el mundo

actual

(Conferencia III)



El presente texto está ampliamente basado, con algunas actualizaciones, en el artículo del mismo autor publicado en Memorias de la Real Academia Sevillana de Ciencias, 9, 221(2005-2006). El autor expresa su agradecimiento a la RASC por la autorización concedida al efecto.

El desarrollo de la ciencia es un proceso muy complejo. Sus progresos son realmente fascinantes, pero hay también otros aspectos, debido a sus efectos sobre la marcha del mundo y la vida de las personas, que requieren reflexión crítica. Esta reflexión está relacionada con el hecho de que hoy la ciencia es, de hecho, un activo imprescindible de una sociedad moderna, una cuestión pública de creciente importancia.

Aunque la percepción que tiene un científico de su actividad sea intensamente personal y aunque pueda ser con toda sinceridad ajena a otros aspectos de su quehacer, sería un error si concibiese la ciencia simplemente como el objeto de su interés. Por el contrario, ésta es una actividad que tiene lugar en el seno de la sociedad y, en términos generales, está sujeta a los normales condicionamientos culturales, ideológicos, políticos y económicos. Por ello, la percepción pública de la ciencia y la inserción de la misma en el mundo siempre van cambiando en consonancia con los cambios sociales a través de la historia, aunque no todos estos procesos son de la misma envergadura.

Prácticamente desde el Renacimiento hasta mediado el siglo XX los cambios en este sentido fueron comparativamente suaves, siempre dentro de una evolución gradual que, en todo caso, aumentó la situación de privilegio de la ciencia, gozando del respeto de una sociedad que la admiraba sin cuestionarla y de un ritmo de crecimiento superior al de cualquier otro indicador del desarrollo. Por ejemplo, puede estimarse que, desde finales del siglo XVII a nuestros días, la población del Reino Unido ha aumentado en un orden de magnitud, su riqueza en dos y su actividad científico-técnica en tres órdenes de magnitud. En el panorama mundial, si los países más adelantados hubieran mantenido el ritmo de aumento en la fracción del producto interior bruto que venían dedicando a la ciencia por los

años 60 del siglo XX, hoy estarían muy cerca de un 5% y en algún momento de los próximos años treinta este porcentaje tendría que alcanzar el 20%, algo evidentemente impensable. Otro dato que no deja de impresionar es que el número de científicos vivos actualmente es mayor que el número total de científicos, hoy desaparecidos, que han existido en toda la historia pasada hasta nuestros días. Es claro que este ritmo privilegiado de crecimiento no podía seguir indefinidamente, pero además han entrado en juego otros factores de cambio profundo en la relación de la ciencia con la sociedad.

Ya comentamos en la primera conferencia de este ciclo que, contrariamente a una idea muy extendida, durante la mayor parte de la historia humana la ciencia ha influido en nuestras vidas más por sus ideas que por sus productos. A partir del Renacimiento empezó una época en la que la ciencia introdujo la razón donde habían predominado la superstición y el autoritarismo; algo radicalmente opuesto al fundamento de un modo de indagar sobre la naturaleza del mundo que no acepta argumentos de autoridad ni ideas que no se puedan comprobar por la evidencia de los hechos experimentales analizados con argumentos de razón. Bertolt Brecht, al que aludimos anteriormente, notó la importancia que el desarrollo de la ciencia tuvo como elemento liberador de las gentes al ayudar a disolver los grupos de prejuicio que abonan el terreno a los autoritarismos y dedicó a esta idea su conocida obra *GALILEO*.

También comentamos el impacto profundo que tuvo la cosmovisión aportada por la dinámica de Newton en la evolución de la sociedad en los países que desde su época tuvieron más peso en la marcha del mundo. Recordemos la importancia de las *lecciones antitoga*, organizadas con gran éxito por los fundadores de la Sociedad Lunar de Birmingham, y el establecimiento por todo el Reino Unido de *Institutos Mecánicos*, que fueron un importante instrumento en la educación de las clases trabajadoras, con su repercusión en los grandes cambios sociales que llegaron poco después.

Recordemos también la influencia de esta cosmovisión mecanicista, lineal y determinista, en el pensamiento político de Thomas Jefferson, así como en una larga lista de importantes pensadores del siglo XIX. Sin olvidar la igualmente profunda influencia de las ideas del segundo principio de termodinámica en el pensamiento de muchas otras figuras importantes del periodo decimonónico. Finalmente, en este rápido recuento de cambios importantes debidos a las ideas científicas, cabe recordar también que la dinámica caótica, al romper el vínculo entre causalidad y predictibilidad, ha abierto una importante ventana para otra manera de pensar, con posibles repercusiones en muchos otros campos.

Todo esto es muy importante, pero el conocimiento de la realidad -al menos la realidad fenomenológica- aportado por la ciencia, además de ser un valor en sí mismo, es también posible fuente de aplicaciones muy prácticas. Dos conceptos de la Física han contribuido sobremanera a cambiar el mundo desde su introducción en el siglo XIX: el concepto de *campo*, debido a Michael Faraday y el del *electrón*, descubierto experimentalmente por J. J. Thompson justo al final, en 1897. Aunque no se puede ignorar la importancia de muchos otros avances científico-técnicos (incluso dentro de la propia Física) es realmente la entrada en escena de la electricidad la que marca el inicio de lo que Lewis Mumford llama el *periodo neotécnico*. La electricidad primero, la entrada en escena del campo electromagnético en su sentido amplio y la electrónica después, han contribuido en gran manera a cambiar radicalmente la faz del mundo y la vida de sus habitantes. La mecánica cuántica, además de su poderoso impacto intelectual y filosófico, ha venido a intensificar estos cambios también en muchos aspectos prácticos. Basta considerar, como ejemplo, la gran diferencia que supuso cambiar de la electrónica de lámparas a la de *chips* semiconductores, primer paso de una sucesión de novedades que nos han llevado a la nanoelectrónica actual. Todo esto como consecuencia de los avances en física de sólidos basados en la mecánica cuántica.

Con ello arranca una nueva etapa en la que los productos de la ciencia, a través de tecnologías avanzadas cada vez más ligadas a los progresos científicos, irrumpen con creciente intensidad en la marcha del mundo. Es de suponer que las ideas de la ciencia siguen siendo igualmente importantes, pero la importancia de sus productos como factor de cambio de nuestras vidas ha crecido de manera asombrosa y espectacular. El que hayamos o no entrado en una época en la que la importancia de los productos es comparable, si no mayor, puede ser una especulación interesante, pero en cualquier caso las personas percibimos antes sus efectos prácticos, casi inmediatos y claramente palpables, que los de las ideas, más profundos, pero de largo plazo y no perceptibles de manera inmediata. Estos últimos son hechos de rango histórico pero, aunque la historia se fragua y se desarrolla delante de nosotros, no la percibimos con la necesaria perspectiva; sólo vemos los episodios que presenciamos.

Poco después de la II Guerra Mundial empezaron a tener lugar cambios muy significativos en la percepción pública de la ciencia, que se fueron intensificando y extendiendo hasta modificar profundamente su relación con la sociedad. La ciencia siguió influyendo en el mundo, pero también la sociedad empezó a posicionarse frente a la ciencia; tal vez aún admirándola, pero empezó a escrutarla y a cuestionarla, ejerciendo en consecuencia sobre ella un nuevo tipo de influencia.

Al acabar la guerra el prestigio de la ciencia era enorme, pero pronto desde distintos sectores de los ámbitos académicos y sociales se empezó a constatar que las consecuencias de su uso no eran siempre buenas. A ello contribuyeron también muchos científicos distinguidos, inicialmente preocupados, sobre todo, por la estela de consternación que dejó en los círculos científicos y académicos el desarrollo y uso de las bombas nucleares. Pero las preocupaciones de la gente no se limitan al ámbito de la guerra y los armamentos. El mismo desarrollo, fuertemente impulsado por una tecnociencia cada día más eficaz, produce mejoras en el nivel de vida

que casi todos aprecian pero, también, inevitablemente, acarrea consecuencias indeseables que todos detestan. Surgen nuevos problemas y riesgos, porque es un hecho de la realidad que no hay progreso sin riesgo. De éstos, unos son reales y otros imaginados y voceados con mucho populismo, pero siempre eficaces en la creación de alarma pública y siempre asociados, en el ideario popular, con la ciencia. Pronto las preocupaciones del público se extendieron a problemas relacionados con la alimentación, los medicamentos, el medioambiente y otras cuestiones semejantes.

En los ámbitos intelectuales empezó a surgir la preocupación de que la ciencia podría ir camino de acabar siendo simplemente una esclava de la tecnología y que ésta tendía a ser usada exclusivamente por consideraciones económicas, sin tener en cuenta los posibles perjuicios que pudiera causar. Se fue extendiendo un clima de desconfianza generalizada en el que del entusiasmo por la tecnociencia se fue pasando a la desconfianza y el recelo.

Muchos empezaron a distinguir entre nivel material de vida y calidad de vida, de cuyo deterioro ya es costumbre culpar a la ciencia, como si las opciones públicas y privadas no tuvieran con ello ninguna relación. Es cierto que transferir a la ciencia la aversión por las consecuencias indeseables de su mal uso es irracional, más aún porque los científicos no tienen en ello ningún poder de decisión, pero así es el clima de opinión pública que se ha ido generalizando extensamente y eso es tan real como que llueva o haga sol. No podemos neutralizarlo simplemente diciendo que es absurdo y nos disgusta. En un mundo en el que, más bien, predomina el distanciamiento entre la ciencia y la gente es necesario que los científicos hagamos un esfuerzo por establecer un nuevo modelo de relación con la sociedad en la que convenzamos con razones válidas.

Por otra parte, hay también realidades innegables. La ambición, la injusticia y la explotación de los débiles por los fuertes han estado siempre presentes en la historia humana, pero el espectacular progreso científico-técnico de los últimos tiempos ha puesto en manos de los poderosos unos nuevos medios (materiales e inmateriales) que pueden ser terribles. Un ejemplo paradigmático es la nanotecnología, la gran revolución científico-técnica de nuestros tiempos y por ello principal protagonista en la polémica del determinismo tecnológico. Fuente de grandes esperanzas en campos como el de la salud, pero también causa de grandes temores. Con sólo que se realice una fracción de lo que ya es posible, la humanidad entera puede experimentar unos cambios sin precedentes en su historia previa. Esta idea asoma en muchos documentos e informes, de los que por supuesto se deduce que estos grandes cambios pueden ser para bien o para mal, pero lo que prevalece en la opinión pública es el temor de que sea lo segundo lo que predomine. Y razones no faltan para ello. Por ejemplo, en un informe reciente del Centro de Nanotecnología Responsable se dice literalmente: “Algunos avances nanotecnológicos pueden ser de tal magnitud que las empresas y los gobiernos que tengan su control pueden acaparar unas cuotas de poder hasta ahora desconocidas”. Dada la tendencia al abuso de los que tienen poder, forzoso es reconocer que hay motivos para tomarse estos asuntos muy en serio.

A esto hay que añadir la insaciable ambición material de todos los humanos, nosotros incluidos, tal vez éticamente inocua, pero ecológicamente muy dañina. En los países ricos el consumo medio de energía *per cápita* hoy se acerca a unas 20 veces lo que era, por ejemplo, en el Reino Unido en los albores de la Revolución Industrial del siglo XVII y esta cifra puede llegar a duplicarse en algunas zonas de los EEUU. Si consideramos, además, el aumento de la población, volviendo al ejemplo anterior, el resultado es que hoy el Reino Unido consume cerca de 200 veces más energía. El problema es que, sólo en los últimos decenios, la actividad humana ha llegado a adquirir las dimensiones de una fuerza de la

naturaleza. Los cambios que estamos introduciendo en ésta, en los sistemas físicos, químicos y biológicos que configuran las propiedades básicas del planeta Tierra afectan a nuestro hábitat con una intensidad, rapidez y extensión nunca antes conocidas. Lo que estamos haciendo equivale a realizar un experimento a gran escala sobre el Planeta. Un experimento básicamente incontrolado y de resultados aún muy inciertos, debido a la enorme complejidad del sistema sobre el que estamos actuando; por eso podemos estar causando un daño que puede tener, según algunos, consecuencias absolutamente aterradoras. Y como en prácticamente todo lo de la vida contemporánea, la tecnociencia está entre los factores importantes en el sentido de que, en definitiva, mucho depende de las opciones tecnológicas que nuestro propio progreso ha hecho posibles.

James Lovelock, uno de los más importantes entre los iniciadores del ecologismo científico, fue durante años el icono, la figura emblemática de los grupos ecologistas. Hoy muchos de estos grupos le son hostiles porque como científico lamenta públicamente la falta de rigor de algunas de sus propuestas, que en ciertos casos (de ser seguidas por los poderes públicos) pueden llegar a tener serios efectos contraproducentes. Aunque los escritos de Lovelock, de una lucidez admirable, expresan grandes temores apoyados en datos y argumentos que muestran cómo algunos de los daños importantes causados al Planeta tienen lo que podríamos llamar carácter *iatrogénico*, también hay en ellos una ventana abierta a la esperanza: “aún estamos a tiempo” de hacer algo para remediar males mayores, de adoptar sabias medidas. Pero tienen que ser sabias. Los científicos sólo podemos aportar conocimientos; la sabiduría es otra cosa.

El problema está entre todos: científicos, tecnólogos, ciudadanía en general, medios de comunicación, gobernantes, ejecutivos y todos aquellos que, en diversas formas, tienen poder de decisión en cuanto a opciones tecnológicas. Pero, para empezar, es imprescindible que haya buena

comunicación y buena sintonía entre la ciencia y la gente y es forzoso reconocer que éste no es el caso.

El tránsito de la admiración sin cuestionamientos al desencuentro de la gente con la ciencia y a la visión crecientemente crítica con que ésta es cuestionada se debe a la confluencia de diversos factores. Uno está relacionado con el propio progreso acelerado y extraordinario de la ciencia en nuestros tiempos. En los comienzos de la Segunda Revolución Científica, de la que ha salido la ciencia contemporánea, unos conceptos básicos ya muy interesantes y novedosos, pero aún razonablemente comprensibles para la mayoría de la gente medianamente culta, se podían explicar en un lenguaje que entendían casi todos. En nuestros tiempos esto es ya imposible.

Los conceptos de la ciencia actual, con el espectacular progreso habido en nuestra época, son muy elaborados, sutiles y realmente muy difíciles de comprender por el gran público. A veces incluso por los mismos científicos escuchando a un colega. Muchas de estas ideas, por ejemplo en Mecánica Cuántica, son totalmente ajenas a la intuición natural basada en la experiencia ordinaria. El lenguaje de la ciencia ha tenido inevitablemente que recurrir a la abstracción y es cada vez más esotérico y difícil de asimilar por el público general porque es, como decía el humanista español Pedro Simón Abril refiriéndose en su día al latín, una “lengua extraña y apartada del uso común y trato de las gentes”. Todo esto son factores de distanciamiento que se dan en todas las sociedades, incluso en las más avanzadas, agravados además en el caso de países como el nuestro que despilfarró su siglo XIX y dejó a la ciencia excluida de los postulados de nuestra cultura, un destierro en el que aún sigue.

Pero volviendo al caso general, los factores de cambio más importantes hoy se deben, al menos en el sentido inmediato, pero también sin olvidar las preocupantes perspectivas de futuro, a las consecuencias para el mundo y

para la gente de las opciones tecnológicas que tantos avances científico-técnicos han hecho posibles. En parte, estimulada por la preocupación que dejó la II Guerra Mundial, fue tomando cuerpo en la segunda mitad del siglo XX una tendencia a esos análisis de orientación más externalista, contextual y crítica que hoy se conoce por sus siglas CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Todo ello, unido a nuevos motivos de preocupación, fue moldeando una nueva y más crítica percepción social de la ciencia que se ha visto, de esta manera, sometida a una presión a la que no estaban acostumbrados los científicos.

Con frecuencia aparecen en los medios de comunicación noticias alarmantes, relacionadas con la tecnociencia, que causan mucha preocupación en el público general. Tanto el interés práctico como la inquietud que suscitan los asuntos científicos han calado en la vida pública hasta el punto de condicionar, con creciente frecuencia, las declaraciones y actuaciones de los políticos y gobernantes. En la Red se pueden encontrar numerosos documentos de gobiernos, parlamentos y otros organismos públicos relacionados con estos temas. En el Reino Unido la Cámara de los Lores suele publicar informes de este tipo. En los EEUU aproximadamente la mitad de los temas de debate que llegan al Congreso tiene alguna relación con la tecnociencia. En las sociedades democráticas más avanzadas, en las que muchos de los asuntos públicos suelen trascender, hay una desconfianza creciente en los científicos en cuanto a asesores de la Administración, que preocupa mucho a las autoridades. La ciencia, en resumen, es ya una cuestión pública importante en el mundo actual, un activo imprescindible en toda sociedad moderna. Así lo reconoce la mayoría de la gente, pero ahora desde una perspectiva totalmente alejada del anterior candor progresivista.

Esta nueva actitud tiene sus fundamentos, que los científicos debemos esforzarnos en comprender. Hasta no parecería irrazonable pensar que en parte puede indicar simplemente que la sociedad ha madurado algo, pero el

problema de su relación con la ciencia tiene aspectos injustificados y preocupantes, aunque sean comprensibles como fenómenos sociales. Uno de los nuevos factores, tal vez el más importante de los que han configurado el clima social y la actitud del público respecto a la ciencia, es precisamente el comentado anteriormente: el aumento de la preocupación con la tendencia (a veces perversamente estimulada) a culparla de las consecuencias de su mal uso.

Esto requiere una breve aclaración sobre los conceptos de peligro y riesgo (estos dos conceptos, que son diferentes, suelen estar muy mezclados en la imaginación del público, que tiende a pensar que vive en un mundo más peligroso). Por ejemplo, el peligro de que haya un terremoto en un determinado lugar lo decide la naturaleza y sobre eso no se puede hacer nada, pero el riesgo que corren los edificios de esa zona depende de dónde y cómo se han construido. Lo que ha aumentado de hecho con los grandes avances científico-técnicos contemporáneos son los riesgos. La importancia de la diferencia entre peligros y riesgos estriba en que los primeros no dependen de las decisiones (propias o ajenas) pero los segundos sí.

Volvamos a lo afirmado anteriormente: no hay progreso sin riesgo, que es, sin duda, inseparable de las opciones tecnológicas. La idea de riesgo ha invadido todos los ámbitos cuando se hace referencia a la tecnociencia; para muchos filósofos, sociólogos y estudiosos académicos de todo tipo hoy vivimos en la “sociedad del riesgo”, numerosos análisis se centran en la “gestión del riesgo”, algunos demagogos explotan como arma política arrojadiza la alusión a los riesgos atribuibles o atribuidos a la tecnociencia y la gente, en general, está cada día más preocupada, unas veces con razón y otras sin ella, pero en todo caso el tema ha llegado a constituir una cuestión pública tan importante como para condicionar en parte, algunas veces, las agendas de los políticos.

Es ya una costumbre extendida el atribuir muchos de los daños que ocurren en el mundo a las consecuencias de determinadas opciones tecnológicas. El público tiende entonces a pensar que estos daños no se hubieran producido sin tanta ciencia, a la que a menudo culpa de la situación; la idea de aceptar riesgos es muy molesta y cuando algo molesta o preocupa se buscan culpables. Lo importante de este tipo de razonamiento no es su inconsistencia lógica, sino su realidad psicológica. De hecho, también se espera que esos mismos conocimientos puedan aportar medios eficaces para reducir riesgos o para remediar daños producidos, pero el efecto final en la opinión pública, que no se basa en análisis detallados sino en eslóganes sencillos fácilmente asimilables, consiste simplemente en asociar los riesgos con la tecnociencia. Esto, según señala la Comisión Europea, conduce a una relación ambigua y paradójica entre la ciencia y la sociedad, que tiende a verla a la vez como algo admirable (una base de esperanza frente a los daños temidos o producidos) y como algo tenebroso (causa de éstos).

El lado resbaladizo de esta actitud está en la tendencia creciente del público a creer que la ciencia no está cualificada para resolver los riesgos, sobre todo los de índole ecológica, porque han sido precisamente los desarrollos científico-técnicos los que los han producido. Son hechos como éstos los que configuran una actitud radicalmente diferente de la sociedad hacia la ciencia y, aunque muchas veces los juicios sean imperfectos o la opinión pública sea manipulada, es un proceso que tiene cierto fundamento. Sobre todo es un aspecto real, innegable, de la nueva situación de la ciencia en el mundo con la que tenemos que aprender a vivir.

En realidad, hoy por hoy, la ciencia en conjunto aún tiene gran prestigio social. No es que la gente esté en su contra, sino que se reclama una ciencia responsable. Lo que hay es, más bien, una crisis de confianza. Básicamente de lo que se desconfía, en realidad, es de la capacidad de los gobernantes para tomar decisiones acertadas sobre cuestiones muy

complejas, pero se piensa que también a menudo intervienen los científicos (y tecnólogos) a los que se suponen conocimientos avanzados para asesorar con acierto. Al final, aunque difusa y confusamente, se genera una actitud más crítica, incluso a veces una desconfianza hacia la propia ciencia, que es parte del problema que nos ocupa. Problema en el sentido de que estamos ante una situación nueva a la que tenemos que adaptarnos y en términos generales aún no nos hemos mostrado muy dispuestos a ello.

Predomina aún entre los científicos la obstinación en negarse a asumir estas consideraciones; solemos hacer bien nuestro trabajo profesional en el sentido técnico, pero somos demasiado reacios a reconocer que la realidad social nos obliga a despertar de nuestro sueño y a renunciar a lo que ha sido durante mucho tiempo una situación privilegiada. Si desde el Renacimiento la sociedad tenía a la ciencia en un pedestal y la admiraba sin cuestionarla, ahora esa actitud ha cambiado radicalmente. Ahora a la ciencia se la escruta críticamente y se le piden cuentas. Los planteamientos podrán ser a veces torpes, demasiado impacientes e irrazonables en su naturaleza o en su forma; a menudo lo son inevitablemente debido precisamente al desencuentro con la sociedad y a lo que se ha venido en llamar un vasto analfabetismo científico, término sobre el que volveremos en breve. Es claro que una crítica formulada desde el desconocimiento no puede ser competente, pero cuando se le pide a la ciencia que se explique y se justifique, debemos aceptar que la exigencia está *justificada* en lo esencial, pues estamos sujetos a la obligación de justificarnos. Somos *responsables*, en el sentido del término inglés *accountable*, es decir, tenemos que rendir cuentas y debe quedar claro que esto no se refiere solamente a la contabilidad de los gastos. Dentro de los análisis contemporáneos de la ciencia, no ya como un sistema de conocimientos sino como una actividad, la introducción de esta noción de *responsabilidad* en el sentido explicado constituye una novedad sustancial de nuestros tiempos.

Y es natural que estos cambios hayan tenido lugar, porque el mundo ha cambiado mucho. Siendo la ciencia un activo imprescindible de toda sociedad avanzada, no sería natural que no cambiase también su inserción social. Precisamente por serlo, la producción del conocimiento científico se realiza hoy en sistemas más abiertos, más directamente relacionados con el interés general, más escrutados por la sociedad y más incómodos para los científicos. Tradicionalmente los centros académicos, como las universidades o los organismos públicos de investigación, eran solamente responsables de garantizar la calidad de la ciencia básica en ellos producida. Para ello había normas y procedimientos que la comunidad científica ha observado siempre (y en general con rigor) con el objeto de garantizar la fiabilidad de los nuevos conocimientos. Las agencias públicas de financiación de la ciencia sólo requerían que las propuestas de investigación fuesen avaladas por la propia comunidad científica según sus normas. El conocimiento así producido era o no validado por ésta y, si con ello alcanzaba la consideración de fiable, entonces tras el final de la comunicación interna tenía lugar el único paso de comunicación con el exterior, de los científicos al público general. Simplemente se daba noticia de unas novedades del progreso científico que los expertos habían conseguido y garantizaban como fiables.

Pero las enormes posibilidades de aplicaciones prácticas que presenta la tecnociencia contemporánea han cambiado radicalmente el panorama. Hoy los mismos organismos académicos se han ido transformando, de hecho, en instrumentos cada vez más orientados hacia las prioridades económicas, tecnológicas y sociales que les imponen las agencias públicas de financiación. La vida de las instituciones académicas ya no se rige por los criterios académicos de los profesionales (profesores, investigadores...), sino por criterios de tipo económico y de gestión administrativa. En las universidades está aumentando la proporción de los fondos para investigar que provienen de contratos con corporaciones privadas externas. La fiabilidad del conocimiento científico ya no basta para satisfacer a la

sociedad; estos conocimientos ahora tienen que resultar eficaces y rentables en la práctica, además de contribuir al bienestar general o de no hacer daño al mundo, ni a la gente ni al Planeta. Todo ello ha intensificado esa cultura de la *responsabilidad* en el sentido señalado anteriormente, ha sacado a la ciencia del limbo académico que era su contexto tradicional y la ha puesto en contextos diferentes. Precisamente *contextualización* es uno de los términos frecuentemente usados en los análisis contemporáneos.

La ciencia es así analizada en un *contexto de aplicación* y, como con su uso práctico se puede hacer mucho bien o mucho daño, ya no se concede a los científicos el derecho a ignorar las implicaciones éticas y sociales de su actividad. El mundo nos ve como personas implicadas en las consecuencias que el progreso científico-técnico tiene para todos, lo que conduce a la introducción de otro término (es decir, de otra noción) en el análisis: el *contexto de implicación*. A la sociedad no le basta con que los científicos garanticen que el conocimiento es fiable; ahora exige que éste sea lo que se ha venido en llamar *socialmente robusto*. ¿Qué significa este término?

Sobre esto se ha escrito mucho y, sin duda, se escribirá mucho más. Para tratar de resumir lo que significa me aventuro a proponer que, en definitiva, lo que el mundo requiere de la ciencia es que cumpla los tres requisitos canónicos de la sostenibilidad. Básicamente: que sea económicamente rentable, que no haga daño, ni a las personas ni al medioambiente, y que sea socialmente aceptada. Es decir, podría ocurrir que lo que el mundo actual se plantea (consciente o inconscientemente) es, ni más ni menos, que la sostenibilidad de la ciencia como empresa social.

Esto es un contraste muy fuerte con el punto de vista desde el que tradicionalmente hemos visto a la ciencia. Es imposible ser humano sin tener curiosidad y estamos acostumbrados a pensar en la ciencia como consecuencia de su verdadero motor, que es la curiosidad por conocer. La idea es correcta, pero este punto de vista es el internalista. Lo que el mundo

nos dice ahora es que se requiere mirarla desde la perspectiva externa contextualista. Es un cambio social demasiado profundo para ignorarlo. En el fondo, deberíamos sentirnos halagados, porque todo ello indica simplemente que la sociedad se ha apercebido de la enorme importancia de la ciencia como cuestión de interés público. Pero nobleza obliga y esto a menudo supone un costo en incomodidad para los científicos, que aún en su mayoría insisten en ignorar la realidad externa. Por otra parte, la ciencia ha experimentado otros cambios significativos en su propia evolución natural dentro de un mundo en cambio. Es oportuno fijarnos en algunos de ellos.

Los problemas de gran envergadura, que ya tiene sentido plantearse con el actual grado de progreso científico, requieren el montaje de instalaciones cuyo coste está fuera del alcance de muchos países aisladamente. Es el caso, por ejemplo, de los grandes centros para astronomía, radioastronomía o astrofísica, fuentes de neutrones, fuentes de radiación con unas características especiales o grandes aceleradores de partículas para estudiar la estructura más íntima de la materia. Esto ha llevado a la creación de instituciones internacionales con enormes y costosísimas instalaciones sólo asequibles si contribuyen distintos países. El carácter universal ha sido siempre inherente a la naturaleza de la ciencia pero ahora estos centros, de los que ya hay un número significativo en el mundo, constituyen un conjunto de crisoles culturales. Se produce en ellos la convivencia intensa y masiva de científicos, ingenieros y administrativos de diversos países en una escala sin precedentes. La necesidad de convivir y colaborar intensamente para un objetivo común es a su manera un ejemplo de multiculturalidad en acción. Al mismo tiempo, unas instalaciones como las del CERN, en Ginebra, desempeñan un papel importante en la formación de una élite científica europea y en la cohesión de esta comunidad científica, lo que tiene un marcado carácter político. Todo ello pone a los profesionales que participan en esta empresa en una situación en la que su quehacer profesional está enmarcado en un sistema de muchos más matices humanos, sociales y

políticos de los que cabría pensar si sólo se repara en el aspecto técnico de su trabajo.

La adaptación de diversas culturas en mutua convivencia puede efectuarse de manera constructiva y enriquecedora en los grandes centros internacionales, pero el caso ya es diferente en otras instancias. Los gobiernos están muy conscientes del potencial práctico de la tecnociencia actual y en los países más ricos y poderosos controlan directamente muchos centros de investigación tecnocientífica de lo más avanzado. Otras veces son las corporaciones privadas, en ocasiones trabajando para los gobiernos. En esto sí que hay un difícil problema cultural. La producción y comunicación del conocimiento, que es la esencia del trabajo científico, y el secretismo esencialmente característico de los gobiernos y corporaciones privadas son dos culturas diferentes y a todas luces antagónicas. El hecho es que hay un número grande y creciente de científicos trabajando en estas condiciones. Esto no es una mera elucubración. Es una cuestión que está siendo objeto de análisis y preocupación en ámbitos contemporáneos.

También en nuestros tiempos se está produciendo un cambio notable en la manera de investigar. A medida que la ciencia se está ocupando de cuestiones crecientemente complejas (como, por ejemplo, el cambio climático) se va imponiendo la evidencia de que no hay problema importante para el que sea suficientemente adecuado un estudio basado en una disciplina única. Hasta no hace mucho, hasta prácticamente la época en que algunos de nosotros fuimos educados, el investigador investigaba casi siempre dentro del marco bien definido de su propia disciplina. Además, en un sentido básico el temperamento intelectual de la ciencia era predominantemente de carácter reduccionista. Hoy es cada día más evidente que la mayoría de los problemas interesantes de la realidad requieren un enfoque sistémico, lo que conduce necesariamente a un trabajo de investigación científica más multidisciplinar. De hecho, está aumentando sensiblemente el número de equipos multidisciplinarios que se

van formando por aglutinación de científicos procedentes de distintos campos. Cabe aventurar que esta especie de reconversión, de táctica a estrategia, producirá en el próximo futuro un sustancial cambio cultural de la ciencia. No una revolución científica como las del Renacimiento o el Romanticismo, pero sí un cambio significativo en la manera de hacer ciencia. Veremos cuánto tiempo tardaremos en las universidades en ponernos al día en la preparación de nuestros estudiantes para el mundo que les aguarda.

Además, el enorme potencial que tiene la ciencia contemporánea de servir de base al desarrollo de nuevas tecnologías de gran eficacia la impregna de potencial económico, hasta el punto de que es cada vez más difícil sustraerse a nuevas influencias externas. Las grandes instalaciones científicas internacionales resultan ser centros importantes de actividad económica y eso no es un hecho trivial. Los cambios ya comentados en la manera de funcionar de las instituciones académicas, así como el hecho de que hoy los científicos tienen que trabajar en sistemas más abiertos de producción del conocimiento, están en buena parte asociados al hecho de que la frontera entre la ciencia básica y sus aplicaciones se ha difuminado, en gran medida, y hay que aceptar la idea de que esto irá a más. Es otro cambio importante, originariamente desencadenado por el propio vigor de la ciencia, que resulta en una presión de la sociedad sobre la manera de hacerla.

A menudo se dice que la ciencia y las instituciones académicas están para satisfacer las demandas de la sociedad. Esto es frecuentemente puro populismo, porque las demandas de la sociedad no son siempre razonables. Pero sí que tenemos los científicos responsabilidades éticas, humanas y sociales que debemos asumir y en cuanto a la sociedad, sí que tenemos que escucharla y después pensar. Incluso para educarla cuando es necesario y, por supuesto, para esforzarnos en satisfacer sus demandas si son razonables, dentro de las posibilidades de cada uno. La realidad es

que aún hoy la mayoría de los científicos optan por encerrarse en su laboratorio y eludir estas cuestiones, algo que contribuye al desencuentro entre la ciencia y la gente.

Hay una tendencia social que está introduciendo en muchos países avanzados una práctica muy interesante. En el fondo es una manera de satisfacer la demanda de conocimiento “socialmente robusto”, porque esto implica que el conocimiento tiene que ser válido no sólo dentro del laboratorio, sino también fuera y el primer banco de prueba está en los debates sobre las opciones tecnológicas. Los científicos y tecnólogos hemos tendido a pensar que sólo los expertos profesionales deben opinar y asesorar, pero las sociedades más avanzadas están de vuelta de esta idea.

Este movimiento empezó en EEUU en los años setenta del siglo pasado con los foros de discusión pública en los que las opciones tecnológicas se plantearon por primera vez de manera abierta y con participación de ciudadanos que no eran ni expertos, ni políticos ni representantes de ninguna Administración. En unos veinte años se extendió a muchos otros países como Alemania, Argentina, Australia, Corea del Sur, Francia, Israel, Japón, Países Bajos, Países Escandinavos y Reino Unido. Los expertos tienden a concentrarse en los aspectos técnicos, pero el público está mucho más interesado en las previsible consecuencias y, sobre todo, en los riesgos de las distintas opciones. No hay ninguna razón para pensar que preguntas y propuestas hechas desde puntos de vista diferentes por el público general tengan que ser menos inteligentes. De hecho, en EEUU, ya desde muy pronto, científicos e ingenieros encontraron que la participación de un público culto y motivado ayudaba a formular mejores opciones tecnológicas.

La clave del éxito de este sistema, evidentemente, está en contar con la participación de un público culto y motivado y su debilidad está en lo que se ha venido en llamar el *analfabetismo científico* ampliamente extendido entre

la población, incluso en los países más adelantados y mucho más en los que, como España, adolecen de una cultura científica. Hasta en un país como el Reino Unido, en documentos de instituciones públicas como la Cámara de los Lores se manifiesta la preocupación por este problema, como ya comentamos en la primera sesión de este curso. También en muchos otros países y ámbitos se insiste en estas ideas. Un público en el que predomina el analfabetismo científico, aunque pueda ser muy culto en otros sentidos no está preparado para comprender lo que significa, para su vida y su futuro, una tecnociencia que ha cobrado demasiada importancia como factor de cambio del mundo para ser ignorada.

A todas estas consideraciones, que nos impone la realidad en todos sus aspectos y que tenemos que esforzarnos por entender y asumir para encontrar el lugar de la ciencia en el mundo de hoy y un nuevo modelo de relación con la sociedad, se unen otras que deberíamos añadir nosotros mismos por un simple sentido de obligación en conciencia.

En muchos países los avances científicos del siglo XIX y primera mitad del XX produjeron, en general, resultados beneficiosos para la mayoría de la gente. Inventos como la luz eléctrica, el teléfono, la radio, las neveras, las fibras sintéticas, los antibióticos, las vacunas o la aspirina, por citar algunos, actuaron en cierto modo de igualadores sociales porque sus beneficios alcanzaron a diferentes estratos de la sociedad y en ese sentido tendieron a disminuir las diferencias entre ricos y pobres. Pero después la tecnociencia ha ido aumentando esas diferencias a medida que sus objetivos se han ido separando cada vez más de las necesidades de la mayor parte de la población en este mundo globalizado y dominado por intereses económicos, políticos o militares.

Los objetivos estratégicos de una fracción creciente de la investigación científica (a veces de la más avanzada) se orientan cada vez más en función de intereses que poco o nada tienen que ver con el bienestar de la

gente. Se invoca la mayor eficacia de la globalización, pero no se explican sus “daños colaterales”, muchas veces especialmente duros en los países más pobres. Se intenta convencer al público de que los cuantiosos gastos en tecnologías militares cada vez más sofisticadas y terribles aumentan la capacidad de los gobiernos para garantizar nuestra seguridad, pero apenas unas pocas voces en el desierto explican que esa teoría puede ser un gran error y además muchas de estas tecnologías acaban, a veces muy pronto, estando al alcance de todos. Con ello nuestra seguridad disminuye en vez de aumentar mientras algunos ganan, a veces, unos cuantos votos y otros, siempre, mucho dinero. Es difícil encontrar un ejemplo de mayor divergencia entre el bien general y los intereses de unos pocos.

Los científicos no tenemos el poder de decisión; no somos nosotros quienes determinamos estas orientaciones y usos de la tecnociencia actual, pero nuestro trabajo, directa o indirectamente, ha sido en todo ello absolutamente instrumental. Nuestra obligación más importante es contar al mundo la verdad de lo que entre unos y otros sabemos para que nadie sea engañado en nombre de un supuesto progreso que tiene una fortísima componente científico-técnica. Si nadie advierte a la gente, deberíamos hacerlo nosotros como parte imprescindible de nuestra credibilidad en esa nueva forma de relación con la sociedad que la ciencia necesita establecer. Hay que insistir en que la ciencia en si no es sabiduría, es sólo conocimiento. Pero si como profesionales hemos contribuido a aumentarlo, también como ciudadanos deberíamos esforzarnos por contribuir a su asimilación y buen uso. Por otra parte, esto es algo que tampoco podemos hacer solos y en esto, una vez más, constatamos la necesidad de un mayor entendimiento entre la ciencia y la gente. Hace ya, más o menos, medio siglo Einstein decía: “La época actual se caracteriza por una perfección en los medios y una confusión en los fines”. ¿Qué diría si viviese hoy? Probablemente reiteraría su mensaje, dramatizándolo un poco más y nos diría que hoy tenemos un empacho de conocimientos y un déficit atroz de sabiduría para asimilarlos.

