

De la sociedad de la información y el conocimiento a la sociedad del riesgo: dilemas, impactos y retos de la cultura tecnocientífica

Manuel Medina

Universitat de Barcelona

Center for Research in e-Society

Parc Científic de Barcelona

La emergencia de la *sociedad del riesgo global*¹ ha venido evidentemente ligada al desarrollo de las tecnociencias, es decir, los sistemas de producción híbrida de ciencia y tecnología que caracterizan la investigación, el desarrollo y la innovación desde el siglo XX, junto con la incapacidad de subsanar las incompatibilidades y los riesgos derivados de las correspondientes formas de producción industrial, organización economía y práctica política propias de la cultura tecnocientífica. Accidentes en las industrias nucleares, químicas y de armamentos, relacionados tanto con la producción como con el transporte; la acumulación de residuos tóxicos y radiactivos en incesante aumento sin una forma segura de deshacerse de ellos; la contaminación continua del medio ambiente y de los productos vitales mediante procedimientos y sustancias químicas; los efectos impredecibles e incontrolables de un empleo extensivo en todos los ámbitos de recursos y procedimientos biotecnológicos y de ingeniería genética; el deterioro creciente de la capa de ozono; los cambios climáticos en perspectiva debidos al calentamiento global; la pobreza, las hambrunas y las permanentes crisis económicas, sociales y militares en el llamado Tercer Mundo, donde habita la mayor parte de la población mundial que crece desmedidamente; la amenaza del eventual empleo de armas químicas, biológicas y nucleares en las confrontaciones bélicas o en las acciones terroristas; la confrontación violenta a escala mundial de cosmovisiones y culturas, etc.: todo ello forma parte de la larga lista de riesgos, crisis y conflictos relacionados, de una forma u otra, con los impactos de nuestra cultura de la tecnociencia.

Ciertamente, esta situación no es inédita en la historia. Desde las épocas más antiguas han surgido cambios técnicos y cognitivos, generados internamente o impuestos por extraños, que han puesto en crisis el conjunto de determinadas culturas, provocando su transformación o su desaparición. Pero, quizás, nunca fueron los riesgos tan impresionantes ni las posibilidades y las oportunidades del futuro tan radicalmente abiertas e imprevisibles. Ya que las potenciales transformaciones no afectan solamente a los entornos y las formas de vida, las configuraciones sociales y políticas o las cosmovisiones, sino que pueden llegar a incidir de forma radical en la misma naturaleza y la existencia del hombre y de su planeta.

La conciencia de los graves problemas ecológicos, sociales y políticos que plantea la implantación masiva e indiscriminada de innovaciones tecnocientíficas ha ido creciendo en parte de la opinión pública de algunos países y, aunque con manifiesto retraso, se ha ido asumiendo la necesidad

de urgentes soluciones y de nuevas formas de abordarlos. En todo caso, ha empezado a ser evidente que la solución y la superación de riesgos, crisis y conflictos derivados del desarrollo y las transformaciones tecnocientíficas contemporáneas en las que se han venido en llamar sociedad de la información y sociedad del conocimiento, plantean algunos de los mayores retos y dilemas de nuestro tiempo a la acción política y social, así como a la reforma educativa y la investigación académica de nuevos modelos de interpretación, valoración e intervención.

Guerras de la ciencia y dilemas de la política

Los resultados de la organización estatal y militar de la investigación científica durante II Guerra Mundial y el principio de la Guerra Fría promovieron en gran manera el prestigio y la importancia de la ciencia en EE UU. Así, el proyecto Manhattan desembocó en la construcción y el lanzamiento sobre el Japón de las primeras bombas atómicas. Posteriormente, se fabricó la bomba de hidrógeno con la ayuda de uno de los primeros ordenadores digitales, el ENIAC. Con esta primera convergencia entre tecnociencias físicas e informática se marcó el camino para el desarrollo de la tecnociencia digital inaugurándose la nueva era nuclear e informática. Muchas investigaciones relacionadas con las ciencias físicas fueron organizadas y financiadas por el Departamento de Defensa de cara al desarrollo de tecnologías de relevancia militar y política en el contexto de las confrontaciones de la Guerra Fría. Al mismo tiempo, se fue promocionando y difundiendo una imagen filosófica de la ciencia y la tecnología como esencia de la razón, culminación de la cultura humana y garantía de la organización democrática y racional.

Sin embargo, a partir de la década de 1960, los movimientos académicos, sociales y educativos entorno a Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), primero en EE UU y luego en Europa, fueron cuestionando eficazmente las concepciones, las prácticas y las legitimaciones difundidas de la investigación, la innovación y el desarrollo científico y tecnológico, junto con la política y la educación en ciencia y tecnología. La crítica partía de los impactos y las implicaciones de las investigaciones tecnocientíficas que iban desde las guerras, los riesgos y las consecuencias de las industrias armamentísticas, nucleares y químicas hasta las contaminaciones medioambientales, las crisis ecológicas y sociales, etc. Como campo académico, los nuevos estudios de CTS, en especial dentro del ámbito de la historia y la sociología de la ciencia y la tecnología, desestabilizaron la autoridad de las interpretaciones y de las valoraciones propagadas por la filosofía analítica y la historia internalista de la ciencia, que hasta el último tercio del siglo XX habían dominado la escena académica, institucional y educativa. Estas investigaciones fueron poniendo progresivamente de manifiesto la compleja trama de los diversos agentes, actividades y entornos que de hecho integran las ciencias y las tecnologías contemporáneas. Al estudiar integradamente las prácticas y los contextos científicos y tecnológicos, la ciencia y la tecnología se mostraron, al igual que cualquier otro resultado de la cultura humana, como realizaciones sociales y culturales, que difícilmente podían reclamar los privilegios de la soberanía epistemológica, la excelencia racional y la neutralidad valorativa que se les ha querido otorgar en la tradición filosófica positivista.

Con el tiempo, no fue de extrañar que un buen número de científicos y académicos sintieran que los estudios sobre ciencia y tecnología que se habían desarrollado a partir de CTS amenazaban su

imagen, su prestigio profesional y su preeminente posición en las instituciones de investigación, educación y gestión pública y temieran que sus trabajos, métodos y resultados de investigación pasaran a ser objeto de valoración y de intervención social y política. De hecho, se puso en marcha, a mediados de los años 90 en Norteamérica, una contrareacción que dio paso a las llamadas *Science Wars* o guerras de la ciencia, en las que científicos junto con filósofos aliados empezaron a combatir los estudios críticos de la ciencia y la tecnología acusándolos de pseudocientíficos y antiracionales e intentando restaurar la hegemonía de la idea tradicional de la ciencia y, de paso, defender posiciones y territorios profesionales y académicos.

En estas confrontaciones se han distinguido por su combatividad algunos filósofos, como en el caso del filósofo norteamericano de la ciencia de origen argentino Mario Bunge quien hacía ya tiempo que había declarado la guerra a los estudiosos y los activistas de Ciencia Tecnología y Sociedad bajo la bandera de la filosofía analítica de la ciencia. Según su visión de *Science Wars*, a partir de mediados de los años 60 se habían infiltrado en muchas universidades norteamericanas enemigos anticientíficos y pseudocientíficos que habían “construido un caballo de Troya dentro de la ciudadela académica con la intención de destruir desde dentro la cultura superior”². Entre esos enemigos destacan los representantes de la nueva filosofía y la sociología de la ciencia, descarriados, según Bunge, por la influencia de teorías marxistas. Para Bunge, se trata, en realidad, de “charlatanes académicos” que habría que expulsar de los “templos de la enseñanza superior” antes de que puedan minar la civilización moderna conduciéndonos a una nueva Edad Oscura. En vistas de lo serio de la situación, este filósofo de la ciencia hace un llamamiento de guerra a “todos los genuinos intelectuales” para que se alisten en el “Escuadrón de la Verdad” y luchen para dismantelar el caballo de Troya que intenta acabar con la Academia.

Ciertamente no se puede tachar de exagerado al historiador Stephen Cutcliffe cuando compara los planes del extremista Bunge con la caza de brujas de McCarthy³. Pero, sin duda, es aún más significativo cómo se pretende legitimar la confrontación. El pecado capital de los estudiosos de CTS, en general, consiste en no comulgar con la imagen ni con las concepciones de la ciencia y la tecnología características de la filosofía analítica de la ciencia, y, aún menos, con las implicaciones valorativas, sociales y políticas que se quieren derivar de las mismas.

Pues, en buena ortodoxia de la filosofía analítica, hay que entender la ciencia, fundamentalmente, como sistemas lógicamente estructurados de conceptos y de enunciados verdaderos y la actividad científica como una empresa intelectual de investigación teórica que, como Bunge no se cansa de insistir, se rige por la búsqueda de la verdad objetiva. La tecnología se entiende como el resultado de la aplicación de los conocimientos científicos en forma de sistemas de reglas de acción basadas en leyes científicas y, por consiguiente, máximamente racionales. De ahí se llega a concluir que “el conocimiento científico, la tecnología basada en la ciencia y las humanidades racionalistas no son sólo valiosos bienes públicos sino también medios de producción y de bienestar, así como condiciones para el debate democrático y la solución racional de conflictos”⁴.

El anterior enunciado de Bunge resume en pocas palabras algunos de los principales “mitos” filosóficos positivistas que, según el científico Daniel Sarewitz, han guiado el desarrollo de las ciencias en los últimos cincuenta años, sirviendo más a los intereses de los científicos que a los del conjunto de la sociedad. Entre ellos se encuentran:

- *El mito del beneficio infinito*: más ciencia y más tecnología conducen a más bien público.
- *El mito de la autoridad*: la información científica provee una base objetiva para resolver disputas políticas.
- *El mito de la frontera sin límites*: los nuevos conocimientos generados en las fronteras de la ciencia son autónomos respecto a las consecuencias morales y prácticas de los mismos en el seno de la sociedad.⁵

Conforme a estas mistificaciones, apenas cabe pensar en riesgos, impactos negativos o crisis ni tampoco en conflictos políticos derivados de los desarrollos científicos y tecnológicos.

Ahora bien, si comparamos los bandos confrontados en las guerras de la ciencia, queda claro que, a nivel dialéctico, las batallas se libran, fundamentalmente, entre concepciones filosóficas de tradición analítica y concepciones críticas, que implican, respectivamente, posiciones de carácter valorativo, social y político muy divergentes y frecuentemente opuestas las unas a las otras. De un lado se encuentran las concepciones divisorias tradicionales de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que sitúan a la ciencia en la posición jerárquica superior como conocimiento teórico objetivo, a la tecnología en el segundo lugar del escalafón como conocimiento práctico racional y a la sociedad, disociada de ambas, en el ámbito de las interacciones sociales, las ideas y las preferencias subjetivas, las valoraciones y las confrontaciones políticas de intereses y objetivos distintos. Las divisiones teóricas entre ciencia y sociedad se levantan sobre el postulado de la neutralidad valorativa de la primera, con el que se quiere, de algún modo, garantizar su descontaminación social.

Este discurso filosófico tiende a legitimar la ciencia establecida, estabilizar el *business as usual* de la investigación y de la innovación tecnocientíficas y, de paso, fomentar la inmunidad investigadora. Pues, las responsabilidades se plantean, preferentemente, en un contexto ético relacionado con las normas internas de “control de calidad” de los propios sistemas de producción científica y tecnológica, como las que tienen que ver con la revisión por pares o la “honestidad científica”. Dichos sistemas quedan prácticamente sellados para cualquier tipo de valoración democrática o de intervención política debido a que para tener voz y voto se exige como condición imprescindible la competencia científica especializada. A la inversa, sin embargo, los sistemas de deliberación e intervención social y política en general se consideran dominios que han de estar especialmente abiertos a la intervención tecnocrática de los expertos científicos sin ningún tipo de condiciones.

Del lado de los planteamientos que caracterizan los estudios de ciencia y tecnología iniciados a partir de CTS, por el contrario, se cuestionan tales supuestos filosóficos analíticos junto con sus implicaciones valorativas y políticas. Frente a las divisiones teóricas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, se promueve el estudio integrado de los entornos teóricos, técnicos, sociales y políticos así como de los contextos de valoración y de intervención, y se destaca su relevancia para poder comprender y manejar la tecnociencia contemporánea. Al yuxtaponer los términos que dichas divisiones habían disociado, el mismo nombre de los programas de Ciencia, Tecnología y Sociedad indica que tratan de reunificar, en un complejo entramado, lo que había sido dividido filosófica y académicamente.

En contraposición a las tesis que postulan la neutralidad, la superioridad racional y la libertad absoluta de la investigación científica, los nuevos planteamientos críticos interpretativos y valorativos reivindican nuevas formas de investigación responsable junto con la valoración y la intervención social de carácter democrático en los desarrollos científicos y tecnológicos, así como nuevos planteamientos para la gestión y la política de la ciencia y la tecnología, y para la evaluación de las consecuencias y de los riesgos derivados de las innovaciones científicas y tecnológicas.

Por todo ello, se considera necesario, no tanto difundir teorías filosóficas que establezcan interpretativamente la investigación y el desarrollo científico y tecnológico al uso y fomenten la confianza acrítica en la bondad y la fiabilidad absolutas de la ciencia y la tecnología como base fundamental de la cultura moderna, sino promover la competencia cultural sobre CTS de todos los ciudadanos, en general, y de los científicos y tecnólogos, en particular, con vistas a su participación en procesos de valoración crítica y de intervención política democrática en los problemas planteados por el desarrollo de las innovaciones, los impactos y las transformaciones tecnocientíficas.

Las confrontaciones que han aflorado en las llamadas *Science Wars* (con la intención, más o menos consciente, de poner en marcha la restauración de la hegemonía académica e ideológica de las teorías ensalzadoras de la ciencia y la tecnología) señalan claramente los dilemas y la contraposición entre dos tipos fundamentalmente distintos de modelos y de proyectos culturales y sociales tanto de interpretación como de valoración y de intervención política sobre el desarrollo científico y tecnológico: los primeros de carácter netamente tecnocrático y los segundos con un marcado énfasis en la participación democrática.

Impactos y retos de la cultura de la tecnociencia

Desde mediados del siglo XX la tecnociencia se ha ido constituyendo cada vez más en la clave fundamental que ha configurado globalmente los entornos de las sociedades y las culturas en todas y cada una de sus dimensiones materiales, simbólicas, sociales y ambientales, así como en el motor de su acelerada transformación. Las innovaciones tecnocientíficas impactan sobre las culturas propias del siglo XXI modelando decisivamente el conjunto de los agentes culturales y las formas de vida, los entornos tanto materiales como interpretativos y valorativos, las cosmovisiones, los modos de organización social, económica y política junto con el medio ambiente característicos de esta época. Mirando hacia adelante, no cabe duda que su influencia va a ser aún más decisiva, si cabe, en el futuro.

La realidad de la desbordante producción tecnocientífica desde la física del estado sólido, la telemática y las *e-sciences* hasta la ingeniería genética se ha encargado de acuñar el carácter de la cultura generada por la tecnociencia, también llamada tecnocultura. Reactores y bombas nucleares, vuelos espaciales, ordenadores, satélites de comunicaciones, armamentos "inteligentes", redes telemáticas, entornos de realidad virtual, Internet, implantes electrónicos en el cerebro humano, microprocesadores biónicos, plantas y animales clonados, alimentos transgénicos, congelación y manipulación de embriones humanos, píldoras abortivas y poscoitales, psicofármacos, etc. forman parte de una larguísima lista de sistemas tecnocientíficos que constituyen decisivamente la actual cultura de la tecnociencia.

Sociedad de la información, sociedad del conocimiento o globalización son algunos de los nombres con los que se nos presentan, de una forma positiva, determinadas configuraciones de la cultura tecnocientífica. Así, la sociedad de la información y los procesos de globalización que la acompañan vienen dados por las nuevas tecnologías digitales de la información y la comunicación y las *e-sciences*, que, a su vez, son el resultado de la investigación, el desarrollo y la innovación tecnocientíficas. Y la llamada sociedad del conocimiento se basa fundamentalmente en los modos y los sistemas característicamente tecnocientíficos de investigación y producción de saber, cuyas prácticas, artefactos, teorías y tecnologías dominan en la actualidad con poder decisivo tanto científica como social, económica y políticamente.

Sin embargo, como resultado de los procesos de tecnocientificación universalizada (es decir, la configuración mediante sistemas tecnocientíficos de todas las prácticas y los entornos tanto materiales como simbólicos, sociales o bióticos) se ha ido produciendo una larga serie de consecuencias no deseadas, riesgos y crisis ecológicas, sociales, culturales, económicas y geopolíticas que se han venido a señalar, en su conjunto, con el término de *sociedad del riesgo*. Así pues, sociedad de la información, sociedad del conocimiento y sociedad del riesgo representan los más significativos impactos y retos de la cultura de la tecnociencia a principios del siglo XXI.

Si se comparan dichos impactos y retos con las situaciones y las crisis que dieron origen al movimiento CTS hace ahora unos cuarenta años, se puede constatar que siguen los mismos tipos de problemas y desafíos. Siguen las guerras, como la de Irak, marcadas y alimentadas por el desarrollo tecnocientífico de nuevos sistemas de armamentos, comunicaciones, y transportes. Sigue la amenaza mundial de las armas de destrucción masiva nuclear, química y bacteriológica. Siguen los riesgos y los desastres ambientales de las industrias energéticas y químicas, etc.

No obstante, las investigaciones y los desarrollos tecnocientíficos prosiguen su trayectoria que parece imparable. Las tecnociencias digitales de la información y la comunicación han transformado los colectivos, los entornos, las interacciones y las dinámicas sociales, económicas y políticas dando paso a la *e-society*, en la que se ha puesto de relieve el papel central que juegan y han jugado a lo largo de la historia las técnicas, los artefactos y los entornos de la información y la comunicación en la configuración particular tanto de las sociedades y los estados como, en general, de las culturas, las ciencias y las tecnologías propias de cada época.

La convergencia de genética e informática ha generado nuevas disciplinas como la bioinformática sin la que no hubiera sido posible desarrollar el Proyecto Genoma Humano como una de las realizaciones tecnocientíficas más representativas iniciadas en el siglo XX. De hecho, el alcance de los impactos y la velocidad de los cambios operados por las tecnociencias informatizadas han superado ya el umbral crítico de las transformaciones revolucionarias en todos los ámbitos.

Así, los procesos de tecnocientificación se extienden a toda clase de bioentornos desde la producción de animales y plantas, hasta la medicina y la reproducción humana. Los impactos de las innovaciones biotecnocientíficas (como los alimentos transgénicos, los animales clonados, el control prácticamente total de la reproducción humana, las terapias génicas o la clonación de humanos en perspectiva...) están generando transformaciones tan rápidas y radicales que desestabilizan traumáticamente tradiciones culturales profundamente arraigadas, sin que se lleguen a ver formas efectivas de encauzarlas culturalmente de una manera adecuada.

La continua expansión de las nuevas tecnologías digitales de la información y la comunicación no sólo ha potenciado la tecnocientificación de la producción industrial civil y militar, sino que ha creado redes digitales mundiales de información y comunicación por las que está avanzando de una forma arrolladora la globalización universal de la economía, las finanzas, la política y la cultura. Con las nuevas tecnologías y redes globales digitales han surgido sofisticados sistemas tecnocientíficos de control policial y político cuyo empleo supone, de hecho, una restricción de la libertad y la privacidad ciudadana, o de dirección centralizada a nivel mundial que posibilita la deslocalización de entornos de producción económica con el consiguiente desarraigo profesional y cultural de los afectados. En estos nuevos espacios globales, la primacía en el control de las tecnociencias digitales se ha constituido en la base de nuevas formas de hegemonía imperialista económica, militar, geopolítica y cultural. Así pues, al mismo tiempo que han avanzado la intensiva tecnocientificación de la producción industrial y la organización económica junto con los procesos de globalización general, también han proliferado sus consecuencias negativas y riesgos a escala mundial, que han desembocado, como ya se ha señalado, en la llamada sociedad del riesgo global y en las crisis, los conflictos y las confrontaciones sociales, culturales e internacionales relacionadas con dichos procesos.

Tecnocientificación y espiral de riesgo

La relación de la tecnociencia con el desencadenamiento de los riesgos propios de nuestra época es, hoy en día, suficientemente obvia en muchos casos. De una forma bastante inmediata se puede constatar que los riesgos más extremos y las consecuencias potencialmente más irreversibles tienen que ver con desarrollos tecnocientíficos en los campos de la química, la producción de energía, la ingeniería genética o la informática. Sin embargo, los procesos que generan dichos problemas y riesgos no son perceptibles de una manera tan inmediata sino que requieren una amplia reconstrucción que va más allá de las explicaciones y evaluaciones técnicas corrientes.

Los procesos en cuestión radican en la exportación y la difusión generalizada de los sistemas tecnocientíficos producidos en los laboratorios de investigación y su implantación en entornos y medios culturales extracientíficos. Dichas transferencias están operando la progresiva *tecnocientificación* de las culturas de origen europeo y, a través de su expansión transcultural, la homogeneización de las diversidades culturales a escala planetaria. Pues, la configuración tecnocientífica de cualquier práctica implica entornos asimismo tecnocientificados, es decir, configurados como sistemas tecnocientíficos que han de ser máximamente controlables. Ahora bien, los sistemas tecnocientíficos sólo pueden implementarse (es decir, los procedimientos y entornos de intervención tecnocientífica sólo pueden estabilizarse y ser efectivos en medios culturales extracientíficos) si se transfieren conjuntamente, de alguna manera, a esos mismos medios culturales las condiciones de laboratorio originarias que garantizan y forman parte de su funcionamiento. De esta forma se intenta eliminar las perturbaciones potencialmente incontrolables y asegurar la reproducción y el control tecnocientífico de los procesos deseados.

En general, la tendencia apunta claramente hacia la tecnocientificación total que parece guiada por un *imperativo tecnocientífico* conforme al que *hay que extender las formas de investigación, intervención y control tecnocientífico a todos los dominios que puedan ser objeto de ella*. Pero,

siguiendo la lógica de dicho imperativo y de la equiparación de racionalidad con control tecnocientífico, la misma gestión de eventuales riesgos y la estabilización de funcionamientos problemáticos se plantean en términos del *perfeccionamiento* de los sistemas en cuestión mediante el refuerzo de su diseño tecnocientífico. Es decir, al definir la gestión racional en función de la optimización tecnocientífica del control, la tendencia a la tecnocientificación total de los entornos se hace compulsiva. De este modo, la política del *modelo tecnocientífico de intervención* tiende, por su propia dinámica, a la transformación y organización de la totalidad de los entornos, sean estos materiales, simbólicos, sociales o bioentornos, en sistemas tecnocientíficos, es decir, en entramados completamente predecibles y controlables.

Paralelamente a la expansión de los procesos de tecnocientificación, los sistemas tecnocientíficos se han hecho crecientemente *complejos* y se han interrelacionado formando redes que tienden a abarcar todo el conjunto de los entornos vitales. La complejidad tecnocientífica de estos entramados los hace cada vez más vulnerables a que perturbaciones relativamente pequeñas desemboquen en serias consecuencias. Como se ha podido comprobar repetidamente en el caso de sistemas tecnocientíficos relacionados con la energía nuclear, la industria química, los vuelos espaciales, los sistemas informáticos, las bombas y los misiles “inteligentes”, etc. (especialmente problemáticos por no ser compatibles con fallos menores sin riesgo de efectos irreversibles) con la mayor capacidad de intervención y control tecnocientífico ha crecido también la potencialidad de las desestabilizaciones, los riesgos, los accidentes y las consecuencias catastróficas.

La misma gestión tecnocientífica de los riesgos tiende a conducir a una *espiral de riesgo*. Ya que implica un incremento del control de los sistemas tecnocientíficos sólo alcanzable mediante una mayor tecnocientificación de los entornos que, a su vez, encierra la posibilidad de nuevas desestabilizaciones y de riesgos potenciales, por lo general, de mayor alcance y con consecuencias más extremas. Por otra parte, la gestión de los eventuales riesgos derivados de una producción tecnocientífica desenfrenada supone una tal expansión paralela de la previsión de impactos y de la prevención de riesgos que es difícilmente realizable. Las limitaciones del modelo de evaluación y de intervención basado en la tecnocientificación de esos mismos riesgos radican, precisamente, en que el modelo tecnocientífico está en el origen de los males que intenta remediar.

Cuando un pequeño descontrol corre el riesgo de convertirse en una catástrofe, es explicable, siguiendo la lógica del modelo de intervención tecnocientífica, que se acabe identificando la gestión y la solución racional con un control tecnocientífico aún mayor. Sin embargo, la tecnocientificación absoluta completamente exenta de fallos no ha llegado a realizarse ni parece prácticamente realizable a gran escala, ni siquiera en los sistemas más relacionados con las propias tecnologías del control, como son la informática o la microelectrónica. Los grandes retos de las culturas basadas en el primado del imperativo tecnocientífico y del modelo tecnocientífico de intervención radican, precisamente, en que la aplicación absoluta y global de los mismos parece conducirnos necesariamente al desarrollo de culturas de riesgo y a crisis culturales que no son manejables únicamente con los medios de valoración e intervención tecnocientíficos.

Los procesos generalizados de tecnocientificación y de globalización tecnocientífica plantean, además, otros retos de gran trascendencia con relación a la *homogeneización* tecnocientífica de las culturas. Las innovaciones tecnocientíficas y la tecnocientificación de sistemas culturales, es decir, su transformación en sistemas tecnocientíficos, generan, eventualmente, incompatibilidades con relación a

sistemas tradicionales no tecnocientificados pertenecientes a los medios culturales en cuestión. Por un lado, los sistemas culturales tradicionales son propensos a desestabilizarse en entornos cada vez más tecnocientificados y, por otro, los propios sistemas tradicionales resultan, a menudo, disfuncionales para los sistemas tecnocientíficos del mismo medio, por lo que tienden a ser absorbidos conforme al imperativo tecnocientífico. Cada clase de sistemas culturales corresponde a diversas formas de intervención y de interacción determinadas. Los sistemas de intervención y de interacción tradicionales se hacen, generalmente, inviables en un medio intensamente tecnocientificado con formas de intervención e interacción centradas en el control absoluto. El imperativo de la tecnocientificación total desemboca, así, en una homogeneización tecnocientífica global como resultado de la progresiva desestabilización de sistemas culturales y subculturas basadas en prácticas y entornos no tecnocientíficos.

La indiscriminada tecnocientificación global de todas las culturas, promovida por la continua avalancha de innovaciones, exportaciones y transferencias tecnocientíficas, junto con las incompatibilidades y las desestabilizaciones generadas por las mismas con relación a muchos sistemas culturales y culturas tradicionales y los consiguientes impactos y riesgos difíciles de resolver han suscitado, desde hace tiempo, importantes inquietudes y resistencias culturales a nivel mundial y constituyen uno de los desencadenantes principales de las crisis y los conflictos más relevantes de la actualidad. Entre las crisis y los conflictos que directamente o indirectamente tienen su origen en los procesos forzados de tecnocientificación y globalización tecnocientífica actuales, se encuentran los relacionados con el calentamiento global, las contaminaciones ambientales de todo tipo, los riesgos nucleares, la producción de alimentos transgénicos, la clonación generalizada, la investigación con células madre, la reproducción humana “a la carta”, la automatización y el control informático del trabajo y la guerra, las armas de destrucción masiva nucleares, químicas y biológicas, el control de los medios de información y de comunicación, la delincuencia informática, la globalización económica y financiera, etc. Asimismo, el forzamiento generalizado de los procesos de tecnocientificación y globalización tecnocientífica en países y culturas originariamente alejadas de las tradiciones pero que han desembocado en la cultura tecnocientífica tiene mucho que ver incluso con problemas como la marginación y la extrema pobreza de dichos países así como con las violentas resistencias y revueltas fundamentalistas que propician el terrorismo mundial en el siglo XXI.

A modo de conclusión: retos políticos de la cultura de la tecnociencia

Así pues, los actuales desarrollos de la cultura de la tecnociencia plantean retos tanto o, seguramente, más apremiantes e ineludibles que aquellos con los que se confrontaron los pioneros de Ciencia Tecnología y Sociedad a mediados del siglo XX y como ellos toca hoy replantearse la pregunta sobre qué hacer frente a tales desafíos.

Desde la perspectiva del siglo XXI, es más evidente que nunca que la tecnociencia y la cultura tecnocientífica se han constituido en los factores dominantes de la innovación y la transformación a escala supercultural, con todos los beneficios, riesgos, crisis y conflictos que se derivan. Sin embargo, los sistemas y los desarrollos tecnocientíficos, como los que configuran la sociedad de la información y el conocimiento, no son creaciones aberrantes que pongan en peligro la cultura sino que constituyen

auténticas realizaciones culturales humanas que marcan distintivamente las culturas del presente. Pero también es innegable que nos encontramos frente a *extravíos* manifiestos de esa cultura de la tecnociencia como los que marcan la sociedad del riesgo.

El reto decisivo e ineludible que se plantea ahora a los ciudadanos de las culturas tecnocientíficas es, precisamente, el de *enderezar* dichos extravíos. Se trata de ser capaz de interpretar y valorar las eventuales consecuencias irreversibles a las que nos pueden conducir la estabilización y la implantación generalizada de innovaciones tecnocientíficas así como las nuevas posibilidades que las mismas nos ofrecen, y también de formular proyectos que permitan aprovechar las oportunidades y esquivar los riesgos que comportan y modelos para decidir qué se va a hacer y cómo se va a intervenir.

El reto político del *enderezamiento* de los desarrollos de la tecnociencia supone, sin duda alguna, la comprensión de su carácter esencialmente cultural como un complejo entramado híbrido de teorías científicas y tecnologías, de diversidad de agentes, prácticas y entornos materiales, simbólicos, sociales, económicos, políticos y ambientales. Pero, además de la capacidad de interpretar adecuadamente la tecnociencia, las innovaciones tecnocientíficas y sus impactos, es preciso disponer de los correspondientes modelos de valoración e intervención capaces de manejar dichos impactos mediante la resolución de los riesgos, las crisis y los conflictos generados por las transformaciones y las globalizaciones tecnocientíficas. Se trata, pues, de estabilizar modelos de interpretación, valoración e intervención generalizada, es decir, prácticas, entornos y recursos accesibles al conjunto de los ciudadanos (tanto de tipo teórico como técnico y organizativo) que sirvan para reconstruir y comprender la estructura y la dinámica de los procesos tecnocientíficos de investigación, desarrollo, innovación y transformación y, a partir de ahí, poder valorar los impactos y las consecuencias e intervenir democráticamente en dichos procesos.

La viabilidad de dichos modelos depende, en buena parte, de que se llegue a frenar el acelerado proceso de tecnocientificación, atajando el monopolio del imperativo tecnocientífico. Para ello es preciso dar un giro radical a las políticas de ciencia y tecnología consistentes en promover y financiar de forma indiscriminada la proliferación de innovaciones tecnocientíficas y sólo después, cuando amenazan graves riesgos o ya se han producido las primeras catástrofes, preocuparse de los impactos y las consecuencias. En esta situación, cualquier eventual discusión pública se encuentra esencialmente coartada por el peso de las grandes inversiones ya realizadas así como por la inercia de las nuevas tecnologías una vez establecidas, y para una investigación de los eventuales riesgos se hace imposible seguir el ritmo desenfundado de la producción tecnocientífica.

El modelo de política tecnocientífica ha de dar paso a la prevención, la precaución y la minimización de riesgos mediante formas de autolimitación e intervención cultural así como al desarrollo de líneas de investigación alternativa a la tecnocientífica, como ya se pueden encontrar en algunos campos de la química, la energía o las biotecnologías. Para una valoración cultural de los desarrollos de la tecnociencia, el tema clave se centra en las incompatibilidades culturales y ambientales eventualmente generadas por las transferencias y las innovaciones tecnocientíficas. Es cuestión de fijar los límites del imperativo tecnocientífico, diferenciando sistemas técnicos, discerniendo compatibilidades e incompatibilidades y decidiendo prioridades para determinar el alcance de la tecnocientificación, es decir, qué sistemas han de ser preservados o no de la exportación tecnocientífica.

Una renuncia completa a las formas de intervención tecnocientífica en nuestro mundo es difícilmente pensable y prácticamente irrealizable. Sin embargo, esto no es razón -sino todo lo contrario- para renunciar a un desarrollo orientado hacia culturas y entornos en los que de una manera diferenciada y compatible puedan coexistir sistemas tecnocientíficos junto con sistemas culturales de otro tipo y en los que no sólo se preserve como un rico patrimonio la diversidad biológica, sino también la diversidad técnica y cultural.

En este contexto, se puede decir que el *enderezamiento* de la cultura tecnocientífica representa básicamente un reto político, pues plantea un desafío a un modelo político, entendiendo la política en el sentido de sistemas y prácticas culturales de resolución de crisis y conflictos mediante la deliberación y decisión *racional* de normas y sistemas normativos. La tarea fundamental de dicha práctica política es contribuir a estabilizar las culturas como complejas redes de diversos sistemas culturales compatibles o, en otras palabras, compatibilizar en el seno de las culturas una diversidad de formas de vida, de producción, de consumo, de disfrute, etc. En el caso de crisis culturales y conflictos (relacionados, por ejemplo, con la implantación de nuevos sistemas tecnocientíficos que comportan la desestabilización de sistemas culturales tradicionales) donde se enfrentan visiones y sistemas valorativos incompatibles respecto a la resolución de las mismas, se trata de llegar a establecer políticamente normas que impliquen la compatibilización de dichos sistemas valorativos.

Con todo, no hay que olvidar que la participación ciudadana efectiva en este tipo de modelo político presupone la correspondiente capacitación educativa. Hace falta que nuevas generaciones de ciudadanos, en general, y de científicos, ingenieros y formadores, en particular, posean una visión cultural integral de la tecnociencia y los desarrollos de la cultura tecnocientífica. La reconstrucción y la comprensión cultural de la tecnociencia actual han de contribuir a recuperar la capacidad de deliberación, la libertad de decisión y la iniciativa política, contrarrestando la preponderancia oficial del imperativo tecnocientífico y del monopolio del modelo de intervención y gestión tecnocientífica así como sus mistificaciones filosóficas y políticas. Para todo ello son imprescindibles ya ciudadanos competentes y capaces de interpretar, valorar e intervenir políticamente con voz y voto frente a los dilemas, impactos y retos de la tecnociencia y la cultura tecnocientífica contemporáneas.

NOTAS

¹ Ulrich Beck, *La sociedad del riesgo*, Paidós, Barcelona, 1998. Ulrich Beck, *La sociedad del riesgo global*, Siglo XXI, Madrid, 2002.

² Mario Bunge, "In Praise of Intolerance to Charlatanism in Academia", en P.R.Gross et al. (eds.), *The Flight from Science and Reason*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1996, pág. 96.

³ Stephen Cutcliffe, *Ideas, máquinas y valores .Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Anthropos, Barcelona, 2003, pág. 84.

⁴ Bunge, *op. cit.*, pág. 110.

⁵ Daniel Sarewitz, *Frontiers of Illusion: Science, Technology and the Politics of Progress*, Temple University Press, Philadelphia, 1996.