

## La revolución tecnocientífica\*

Javier Echeverría\*\*

El texto de la conferencia de Javier Echeverría indaga en el origen de la revolución tecnocientífica, como el proceso de cambio en la estructura del hacer práctico de la actividad científica que da por resultado la hibridación entre la ciencia y la tecnología. El autor no sólo propone una definición conceptual sino que explora en los objetivos, ejemplos históricos y evolución en el paso de la tutela del Estado hacia la ciencia, a la llegada de la inversión privada y la competitividad mercantil, produciendo con esto la necesidad de que existan códigos jurídicos para su regulación, pero, sobre todo, una mayor importancia en la relación tecnociencia-sociedad.

### *The Techno-Scientific Revolution*

*The text of the conference given by Javier Echeverría examines the origin of the technoscientific revolution as a process of change in terms of the use of science rather than scientific knowledge itself. The author not only proposes a conceptual definition of technoscience, but also explores the objectives, historical examples, and the evolution of the role of the state in this process. That is, the technoscientific revolution began in the state and the military, and then it spread to the private business sector which resulted in the need for government regulation and policy. Finally, the author argues that the technoscientific revolution has taken on a much greater importance because it has now widened to the general society.*

Gracias por la invitación a este recinto y a quienes hicieron posible este encuentro para hablar sobre la revolución tecnocientífica. Esta conferencia, de alguna manera, me permite hacer referencia al libro que publiqué hace dos años en el Fondo de Cultura Económica y que, por un lado, integra líneas de investigación sobre la filosofía de la ciencia y, por otro, sobre las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación.

Vamos a echar a volar un poco la imaginación, a pensar que es 1904 y a pensar en lo que podía ser este espléndido campus, en lo que era México en aquel entonces o cuál era la relación de fuerzas a nivel internacional, o sea, antes de la Primera Guerra Mundial, y antes de que Albert Einstein publicara su artículo sobre la Teoría de la Relatividad.

En cien años, los cambios han sido impresionantes. Tomemos como ejemplo este entorno, que en realidad son tres: primero, a nivel local, el suelo y la naturaleza que aún están presentes; segundo, el campus y sus instalaciones, sus

conexiones a Internet; y tercero, el campus virtual. Ahora bien, si pensamos a nivel global, a nivel mundial, los cambios en la relación de fuerzas son igualmente impresionantes, y quizá el predominio más significativo es el de Estados Unidos de América en múltiples facetas.

¿Qué ha sucedido? La respuesta es muy sencilla: ha habido una revolución tecnocientífica y esta es la razón que explica este inmenso cambio. Esta revolución también ha llegado a México y, en concreto, al Tecnológico de Monterrey que es una de las agencias tecnocientíficas líderes en este país.

En primer lugar, revolución alude a revolución científica, al libro de Kuhn, *Estructura de las revoluciones científicas*. La idea es que la revolución tecnocientífica parte de un cambio en la estructura de la práctica científica, de la actividad científica, no del conocimiento científico. Las teorías científicas en boga son las de principios del siglo XX, digamos las que emergieron allí: la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica, la teoría de conjuntos que estaba surgiendo. Ha habido nove-

\* El presente texto es una adaptación de la conferencia que, con el mismo título y organizada por la Cátedra Alfonso Reyes, pronunció el autor en el Tecnológico de Monterrey el 31 de marzo de 2004.

\*\* Instituto de Filosofía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España.

dades en el ámbito del conocimiento, pero no propiamente revoluciones, como fue la revolución científica del siglo XVII.

En donde ha habido un cambio radical es en la actividad científica, en la propia estructura de lo que hacen los científicos y los ingenieros y se manifiesta en la investigación, el desarrollo y la innovación. Es decir, ya no sólo se trata de investigar, sino que hay que generar desarrollos tecnológicos que deriven en innovaciones que se pongan en práctica en el mercado, en la empresa, en la sociedad. Todo esto no estaba presente en los científicos de 1904, a diferencia de los actuales, que lo tienen perfectamente presente.

En la revolución tecnocientífica, yo distingo dos fases: la primera se produce en la época de la Segunda Guerra Mundial y, fundamentalmente, en los Estados Unidos de América, y esto es importante tenerlo en cuenta, porque se trata de los macroproyectos de investigación, del enorme cambio en tiempos de guerra.

Uno de los primeros teóricos de esta revolución, a mi entender, no fue un filósofo sino un científico, fue Vannevar Bush, luego de presentar su informe al presidente Roosevelt, y gracias a ello esta nueva estructura de la práctica científica permaneció en tiempos de paz. Otro libro a destacar es *Big Science, Little Science*, de Derek Price, publicado en 1962. Estas son las primeras personas, desde mi punto de vista, que se dieron cuenta y teorizaron, escribieron y publicaron sobre este cambio del que hablo.

Esta forma de organizar la investigación se extendió a Europa y a países como la Unión Soviética, con el lanzamiento del Sputnik, ejemplo más ilustrativo de la megaciencia. El desarrollo de la tecnociencia en la década de los cincuenta, sesenta y años posteriores, es la clave para interpretar lo que fue la Guerra Fría, aquella contienda tecnocientífica que Estados Unidos le ganó a la Unión Soviética. Esta revolución ha avanzado en una buena parte del planeta, ha llegado a México, también a España donde se instala a finales de los años setenta y principios de los ochenta.

La segunda fase surge tras una crisis de la *Big science* militarizada de los años 1965-75, en lo que se llama Mayo del '68, la revuelta en los campos universitarios californianos y europeos contra la militarización de la tecnociencia. A partir de los años ochenta, con la administración Reagan se produce una reestructuración de la *Big science*, una iniciativa que había estado reservada al gobierno y al sector público y que ahora

en mayor cuantía involucra al sector privado. En resumen, las inversiones en I+D+I son bastante mayores: 70% del sector privado y sólo 30% del sector público y, es en este momento cuando cabe hablar de tecnociencia propiamente dicha o de la segunda fase de la revolución tecnocientífica.

Una última idea en este primer panorama es que, así como las relaciones entre "ciencia" y "sociedad" eran buenas, los científicos eran gente singular que estudiaba cosas muy abstractas; por ejemplo, Einstein o Mendel se ocupaban de problemas ligados al saber, al conocimiento. La profesión del científico del siglo XIX o de principios del XX era como cualquier otra, aunque no era la más relevante socialmente.

Con el surgimiento de la tecnociencia, sin embargo, el prestigio social de los científicos y los ingenieros crece enormemente; pero la sociedad, en cambio, comienza a desconfiar de los expertos, es decir, la buena relación que había entre ciencia y sociedad, cambia durante la época de la ciencia moderna. Este es otro aspecto de la revolución tecnocientífica.

Ahora bien, si hablamos del desarrollo que ha tenido esta manifestación de la realidad, justo es que también mencionemos tecnomatemáticas, tecnofísica, tecnobiología, tecnogeología, tecnoastronomía y también tecnociencias sociales como tecnoeconomía, tecnosociología. Es decir, la propuesta de la tecnociencia supone una transformación que no llega a todas las disciplinas a la vez, pero que tarde o temprano afectará a todas las disciplinas científicas e ingenierías.

En Estados Unidos, la tecnociencia está plenamente consolidada, en la Unión Europea desde hace diez años recibe un gran impulso, pero tiene diferentes grados de desarrollo y aplicación en otras partes del mundo.

Dos claros ejemplos de lo que llamo tecnociencia, esta convergencia entre nanotecnología, biotecnologías, tecnologías de la información y ciencias cognitivas-, son el plan *Europe* sobre el desarrollo de la sociedad de la información aprobado en la cumbre de Lisboa, en 2001, y el plan *Converging Technologies* de la *National Science Foundation* estadounidense.

El término "tecnociencia" lo usó Bruno Latour en 1983 tan sólo para abreviar la interminable frase de "ciencia y tecnología". Otros muchos autores han usado ese mismo término de manera omnicompreensiva. En resumen, hoy en día, para todos,

la convergencia entre ciencia y tecnología es tan profunda que todo es tecnociencia.

Mi propuesta es diferente, mi propuesta es que hay tecnociencia y es una modalidad de actividad científica y tecnológica que es necesario analizar. Mi planteamiento es evolutivo y radica en el hecho de que sigue habiendo ciencia y sigue habiendo tecnología. En cuanto a tradición cultural, la ciencia y la ingeniería siguen en desarrollo, aunque se ha producido una mutación, una hibridación entre ciencia y tecnología y ha surgido una nueva rama evolutiva: la tecnociencia.

En el ámbito de la filosofía de la ciencia y la tecnología, por un lado, tendríamos técnicas y, por el otro, tecnologías. El español es muy prolijo en ese sentido, y nos permite hacer la diferencia entre técnica y tecnología. En España decimos que las técnicas son artesanales; por ejemplo, las técnicas del tejido, de preparación de un platillo, de arado de un campo, aquellas propias de culturas agrícolas o ganaderas; mientras que por tecnología se entiende técnicas vinculadas a la sociedad industrial y, por tecnociencias, técnicas o tecnologías relacionadas a la sociedad de la información.

Creo que es muy difícil definir “tecnociencia”, aunque sí es posible caracterizarla, caracterizar un concepto. Tecnociencia es una metodología de rasgos distintivos, de diferencias entre ciencia y tecnología, por un lado, y entre tecnología y tecnociencia, por otro.

En su libro *Estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn siempre hablaba de paradigmas y sus cambios, y un paradigma era básicamente una estructura epistémica, de conocimiento, teorías y generalizaciones simbólicas, que no es el caso de la revolución tecnocientífica. Es decir, Kuhn y otros muchos filósofos de las ciencias del siglo XX no se ocuparon de la actividad científica e igual se podría decir de los sociólogos de la ciencia ya que éstos sólo se han ocupado del conocimiento científico a partir de los años noventa.

Hoy en día, la corriente a nivel internacional indica que los estudios de ciencia y tecnología comienzan a ocuparse a fondo de la actividad científica, de la práctica científica. Pues bien, en ese sentido cabe hablar de revolución tecnocientífica como un cambio radical y profundo. Un claro ejemplo es la diferencia que hay entre aquel científico de 1904 que trabajaba e investigaba y el de hoy, que está “en otro mundo”, y no es que vea el mundo desde la perspectiva del conocimiento de manera diferente, sino que las cosas que tiene que hacer para investi-

gar, publicar y demás son radicalmente diferentes de las que tenía que hacer hace un siglo. Por lo tanto, podemos hablar de paradigmas de la práctica científica y, entonces, la noción de paradigma pasa a ser ejemplares canónicos de lo que hacen los científicos y los ingenieros, y en ese sentido, se reformula la noción de paradigma kuhniano.

Kuhn identificó las comunidades científicas, y éstas no hacen tecnociencia, sino otro nuevo tipo de entidad que son las empresas tecnocientíficas. Hoy en día, un tecnocientífico sigue siendo parte de una sociedad científica ya sea de matemáticas, de lógica y filosofía de la ciencia, pero, además, se integrará a un nuevo tipo de organización que es una empresa tecnocientífica, que puede ser pública o privada.

## OBJETIVOS DE LA CIENCIA

Buena parte de las teorías de la racionalidad científica y tecnológica se basan en objetivos como el avance en el conocimiento, la búsqueda de nuevo conocimiento, la búsqueda de la verdad o la aproximación a la verdad –diría Popper. La racionalidad científica se ha sustentado siempre en función de los objetivos, y la racionalidad tecnológica en la eficiencia, la competencia, la utilidad.

En el caso de la tecnociencia, desde este ángulo, los objetivos de la ciencia y de la ingeniería siguen existiendo, aunque subordinados a otros, es decir, el propio conocimiento científico pasa a ser un instrumento, un medio para el logro de otros objetivos; por ejemplo, objetivos militares, empresariales, económicos, políticos o sociales.

Otra diferencia relevante de la revolución tecnocientífica es la importancia de las inversiones en investigación, actualmente algo tan trivial que no estaba tan presente a finales del siglo XIX. Ya no cabe la imagen de un señor que en su huerto con guisantes sea capaz de concebir una teoría como la genética; esto es ciencia, no tecnociencia. En este momento de tecnobiología o biotecnología, si no se dispone de grandes equipos informáticos, equipos múltiples de investigación, de recursos humanos, no se avanza. La tecnociencia no la hace una sola persona, sino un equipo, una empresa, en el sentido fuerte de la palabra; se requiere una fuerte inversión para que se desarrolle la actividad tecnocientífica. Por lo tanto, la economía de la ciencia adquiere una relevancia enorme y tiene un futuro impresionante.

## EJEMPLOS DE TECNOCIENCIA

---

Una vez que se hace una hipótesis conceptual, surgen múltiples ejemplos. Uno es el proyecto ENIAC, lo que se considera el primer ordenador con arquitectura Von Neumann y que dio origen a lo que hoy llamamos ciencias de la computación. Es un proyecto militar y secreto que después de la Segunda Guerra Mundial se difundió al público y en el que colaboró el propio Neumann quien se dedicó a dar conferencias por todo el mundo.

Otro caso es el Manhattan, proyecto militar totalmente secreto y con recursos ilimitados, relacionado con el cálculo de la masa crítica, ni más ni menos, del uranio, del plutonio; todo esto implica grandes avances teóricos, aunque subordinado a la construcción de las bombas atómicas.

Un tercer gran ejemplo y también proyecto militar son los "Radiation laboratories" en varias universidades estadounidenses donde se fabricaban los radares que fueron absolutamente fundamentales en la Segunda Guerra Mundial y que generaron mucho conocimiento sobre electromagnetismo, telecomunicaciones, etcétera.

La conquista del espacio se suma a la serie de ilustraciones de la tecnociencia. Como es bien sabido, la tremenda confrontación entre la Unión Soviética y los Estados Unidos de América hizo que el presidente John F. Kennedy lanzara el programa espacial y que por razones fundamentalmente políticas se creara la NASA. Ahora mismo, la NASA tiene la oportunidad en Marte y esto es fundamental para la investigación científica, aunque el origen y el motor de la tecnociencia, es decir, el conocimiento científico y los desarrollos tecnológicos sean secundarios.

No todo es así en la tecnociencia, también hay grandes equipamientos e infraestructuras que, aparte del enorme avance en el conocimiento, dan pie a grandes desarrollos tecnológicos extraordinarios como la propia *World Wide Web* generada por el CERN europeo. Los adelantos en el conocimiento científico y los desarrollos tecnológicos van imbricados tan estrechamente que si la Unión Europea mantiene el ritmo y sigue invirtiendo en la *European Space Agency*, si Estados Unidos sigue con la NASA, es por esta mutua imbricación, por esta simbiosis.

Un caso del sector privado, es la empresa Dupont

en los años cuarenta y principios de los cincuenta que, con la fabricación del nylon, tuvo un sonado éxito en el mercado y fue una gran innovación en toda la extensión de la palabra ya que, además, generó toda una línea que se conoce como tecnocímica, aunque con todo ello arruinó el mercado de la seda. Esto no significa que ya no hay química, claro que siguen los químicos con sus probetas y que hacen análisis químicos en el sentido decimonónico de la palabra, pero cuando hablamos de polímeros, de plásticos, etcétera, estamos ante otra modalidad, ante nuevos materiales.

Los macroproyectos científicos como el *hubble*, el telescopio espacial y toda la saga de sondas espaciales son megaciencia, son la primera modalidad impulsada por los gobiernos y esto da origen a la política científica.

La tecnociencia como tal es una segunda fase estrechamente ligada a la megaciencia; esta última sigue existiendo, pero ha ocurrido una mutación a partir de los años ochenta que tiene que ver con el proyecto Genoma, o con empresas como Microsoft, Intel o Google.

La diferencia entre tecnociencia y macrociencia estriba en que en la primera, participan pequeñas empresas altamente innovadoras capaces de generar avances tecnocientíficos relevantes, y la segunda, se refiere a la *Big science*.

La criptografía es otro ejemplo. En el País Vasco existe un antivirus muy famoso que se llama "Panda Software" y está entre los diez primeros del mundo, lo cual significa que es una empresa tecnocientífica altamente importante para el nivel de la tecnociencia en España. Otro caso es la comunidad Linus que se relaciona con las cuestiones de clonación y tecnociencias sociales. Estas últimas son los sistemas de indicadores que utiliza una instancia, como el Banco Mundial, para medir la inflación, exactamente igual a toda la tecnología usada para cuantificar la opinión de la ciudadanía; es decir, son técnicas muy sofisticadas que requieren un enorme equipamiento informático para el procesamiento de datos. En pocas palabras, la tecnociencia es un campo abierto a la innovación.

## TECNOCIENCIA Y MERCADO

---

Uno de los rasgos distintivos de la tecnociencia es que llega la inversión privada a la investigación científica, algo sin precedentes en la historia de la ciencia. Por lo general, un

investigador ponía su propio dinero, tenía un mecenas o trabajaba en una universidad; pero esta idea de que las empresas tecnocientíficas coticen en la bolsa y que llegue la inversión a la bolsa, es algo que no sucedía.

Este cambio rompe con la cuestión de que el científico o el ingeniero tiene que vivir del padre Estado, ahora se asume que tienen que ser extremadamente competitivos en el mercado, o sea, convertirse en empresa y ser capaces de atraer inversión, capital. Claro que quien invierte pide rentabilidad o dividendos o, por lo menos, capitalización en la bolsa, lo que se traduce en que la búsqueda de conocimiento y el desarrollo tecnológico están subordinados a la capitalización en bolsa o al aumento de los beneficios, al crecimiento del volumen de la empresa, en fin, a los objetivos típicos de la racionalidad empresarial.

A partir de la década de los ochenta, la mercadotecnia se vuelve indispensable en una empresa tecnocientífica porque ello supone impactos en los medios de comunicación, en los inversionistas y en la bolsa. Los matemáticos, por ejemplo, son partícipes de un cambio relevante al hacer públicos, ante los medios de comunicación sus hallazgos y sus grandes avances porque eso les puede acarrear reconocimiento y financiamiento a su investigación.

### IMPACTOS AMBIENTALES

---

La privatización de la tecnociencia conlleva a nuevos elementos como son los impactos en el medio ambiente y, por lo tanto, al surgimiento de una forma muy concreta de rechazo por parte de la sociedad, en este caso el movimiento ecologista. Greenpeace, por ejemplo, es un agente tecnocientífico en la lucha por los valores ecológicos y a menudo usa los medios de comunicación para erigirse como agente que está en los márgenes del sistema de ciencia y tecnología a nivel internacional.

### MEGACIENCIA

---

Un proyecto de investigación de megaciencia no podría avanzar sin la convergencia en el laboratorio y la estrecha participación de científicos y tecnólogos, de científicos e ingenieros, y todo impulsado por una política científica gubernamental. Hoy en día nos puede parecer común la existencia de la política científica, pero en 1904 era inexistente.

En Estados Unidos se inaugura, en 1945, lo que hoy conocemos como política científica, y en Europa cabría buscar antecedentes de política científica pero, sin duda, no habría mucho comparado con lo que actualmente usa la Unión Europea.

Características importantes de la megaciencia son la militarización de algunos proyectos y la industrialización del conocimiento científico. Antes, las universidades proporcionaban pequeños talleres a los científicos para que produjeran conocimiento, amén de los riesgos que corrían. Mientras que en la megaciencia, por el contrario, surgen grandes factorías de producción del conocimiento científico y, por lo tanto, el modo de generar conocimiento y de investigar cambia radicalmente.

En este momento empieza la gestión del conocimiento, de recursos humanos, de equipamiento, de fondos. Tan importante es el buen gestor de un proyecto de investigación como el investigador mismo, sobre todo para el caso de la tecnociencia, a partir de 1980. Esto es una novedad, esto no sucedía en el siglo XIX, mucho menos en el XVIII, cuando no había gerentes de proyectos de investigación (y en consecuencia no había diferencia entre ciencia y megaciencia).

Ahora bien, ¿qué es un megacientífico o tecnocientífico de primera época? Bueno, pues, es la simbiosis, en una misma institución, de científicos, ingenieros o tecnólogos y técnicos, empresarios, empresarios industriales, políticos y militares en la mayoría de los casos. De esta manera, el cambio radica en la confluencia de estas cinco grandes culturas: científica, ingenieril, empresarial, política y militar; y por lo tanto, en lugar de hablar de un sujeto individual capaz de investigar y de generar conocimiento, de producir invenciones, es necesario que existan estos cinco personajes para que se genere un cambio a nivel micro que es propio de la megaciencia.

### CONFLICTOS JURÍDICOS

---

Antiguamente, las controversias científicas se resolvían en la propia comunidad científica, pero ahora los conflictos tecnocientíficos, por lo general, se resuelven en tribunales. Microsoft aún tiene problemas con Apple y la Unión Europea hace poco le impuso una multa enorme. Por lo tanto, es menester patentar los resultados de una investigación porque, de lo contrario, la empresa puede enfrentar interminables problemas.

Uno de los factores para que una empresa se vaya a pique es la falta de un experto en leyes internacionales, porque de nada sirve tener investigadores, gerentes, expertos en mercadotecnia, si no existe la figura de un experto jurídico que realice un buen contrato de patentes, por ejemplo.

### GENERALIZACIONES SIMBÓLICAS

---

De acuerdo con Kuhn, las generalizaciones simbólicas del conocimiento científico son el lenguaje matemático, el hexágono de Kekulé, el modo de representar las fórmulas químicas, la tabla de Mendeleiev. No obstante, cuando hablamos de las generalizaciones simbólicas de la práctica científica, nos referimos a los indicadores de ciencia y tecnología; por ejemplo, aquellos que miden el nivel de desarrollo de la sociedad de la información, el nivel de desarrollo tecnocientífico de un país, los protocolos que hay que cubrir para presentar un proyecto científico, los protocolos de gestión, etcétera.

### SISTEMA DE VALORES

---

En el caso de la tecnociencia intervienen hasta doce sistemas de valores diferentes, aunque no todos lo hacen en cada una de las actividades tecnocientíficas. Por valores básicos se entiende la vida humana, la salud, el placer, el gozo y su contraparte como la muerte, la enfermedad, el sufrimiento y demás. Entre paréntesis, por básicos, también me refiero a los valores en el mundo animal porque, aunque se habla mucho de los derechos de los animales, habría que traducir esos derechos en valores.

A continuación, aparecen los valores epistémicos que son los propios de la ciencia; por ejemplo, la precisión, el rigor, la coherencia, la generalidad, la fecundidad de una teoría científica o de una hipótesis científica o la verosimilitud, la adecuación empírica, la contrastación. Por valores técnicos o tecnológicos se entiende: utilidad, eficiencia, eficacia, facilidad de uso; en tanto que por valores económicos: la riqueza, la opulencia, los beneficios; y por disvalores: la pobreza, la miseria, las pérdidas.

También existen valores militares como la victoria frente a la derrota, la disciplina, la obediencia, la jerarquía, la cadena de mando y muchos más. La legalidad, la independencia del Poder Judicial son parte de los valores jurídicos. Dentro

de los valores ecológicos se encuentran la biodiversidad, el equilibrio de un sistema ecológico. Claro, también hay valores políticos, sociales, estéticos, religiosos, morales.

Ahora bien, si se quiere hablar de tecnociencia desde una perspectiva axiológica o de valores, se deben tener en cuenta estos doce sistemas de valores. Los básicos, porque hay medicina y, por lo tanto, hay salud y sufrimiento; y en la experimentación con los animales, menguar el sufrimiento de los animales es un objetivo basado en valores epistémicos. A esta interacción de valores yo la denomino el poliedro axiológico.

Todo esto no significa que no haya conflictos de valores en la tecnociencia, claro que los hay; esto forma parte de la estructura de la práctica científica. Es decir, cada uno de los agentes involucrados en un laboratorio, por ejemplo, tiene su sistema de valores; algunos quizá se inclinen por menguar el sufrimiento sin tener tan en cuenta el rigor o la precisión, en tanto que otros, tal vez, sólo busquen incrementar el conocimiento, por lo tanto, puesto que confluyen en un mismo espacio es de esperarse que surjan roces entre ellos.

### TECNOCIENCIA Y SOCIEDAD

---

La idea es que la tecnociencia no ha surgido de la sociedad, sino de ámbitos de la sociedad como los políticos, en concreto, los gobiernos, los sectores militares, el sector empresarial y el sector jurídico. La relación tecnociencia y sociedad genera desconfianza o tecnofobia en los expertos; en México, por ejemplo, hay rechazo a los transgénicos, hay preocupación en cuanto al tema de la clonación humana (como en todo el mundo) o hacia determinadas modalidades de reproducción tecnológicamente asistida, y esto demuestra que se trata de debates sociales.

Desde mi punto de vista, la tecnociencia genera grandes y profundos debates sociales que en el fondo son conflictos de valores y, por ende, la tecnociencia cada vez atiende más a las relaciones tecnociencia-sociedad. En este sentido, los estudios de ciencia-tecnología-sociedad surgieron en mayo del 68, en la primera crisis de la tecnociencia y el gran impulso, en distintos países, de los programas que involucraban estos factores, con el fin de analizar, resolver y crear marcos de comprensión a estos conflictos que, a mi modo de ver, son estructurales.

La sociedad desde hace tiempo reclama el derecho de entrar en el núcleo donde se toman las decisiones sobre tecnociencia y para ello se hacen moratorias para problemas especialmente sensibles, se paran líneas de investigación, se utiliza el principio de precaución, y es la propia empresa tecnocientífica la que tiende a demostrar que su investigación es inocua, que no genera contaminación ni pone en riesgo la cadena alimentaria o el medio ambiente; aunque, por otro lado, hay otras empresas que, como la telefonía móvil, han recibido el apoyo total de la sociedad.

En consecuencia, hay que hacer estudios empíricos de percepción social: cómo percibe la sociedad, cuáles son las actitudes de la sociedad, es decir, modalidades de tecnociencias sociales. La tecnociencia, por lo tanto, es una nueva modalidad de poder; la sociedad ante este poder, por un lado, lo acepta y lo admira, porque sin duda las innovaciones son espectaculares; pero, por otro, lo rechaza en algunos casos, le preocupa, desconfía, y esto supone un problema estructural que es necesario afrontar y es, quizá, una de las cuestiones más interesantes de la revolución tecnocientífica.

La tecnociencia es el motor actual del desarrollo y del avance –del avance en lo bueno y en lo malo–, y como ejemplo, no están las empresas del sector automovilístico o del diseño industrial, sino las que recurren a las tecnologías de la información y la comunicación que ahora son las más ricas del mundo, como Microsoft.

Por esa razón, Monterrey, que fue una capital industrial muy importante en México y que generó mucha riqueza, entró en la reconversión industrial y ahora quiere ser la ciudad de la información y el conocimiento.

En este sentido, las universidades adquieren importancia estratégica (en la sociedad de la información y del conocimiento) porque su papel como motor es integrar y vincular elementos a los diferentes ámbitos de la sociedad como el ejército, movimientos ecologistas, movimientos sociales, el sector productivo, etcétera. Uno puede tener tierras maravillosas y minas de plata y diamantes, grandes fábricas y grandes hangares, pero todo eso es arqueología industrial si no se cuenta con el conocimiento. No obstante, una universidad tradicional (aquella que, sobre todo, cultiva la investigación básica, por decir, los departamentos de física teórica, de matemática pura, etcétera) adquiere una relevancia secundaria; es lo que sucede con la sociedad industrial: permanece aunque a la saga, sin desarrollo.

Otro factor determinante son los integrantes de la sociedad civil que son muy activos y juegan su papel desde

fuera del sistema. Un caso muy claro ocurrió en la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información que organizó la ONU en diciembre de 2004, en Ginebra, y que ejemplifica la importancia de estos actores ya que, por un lado, estaban las grandes empresas del sector Tecnología de la Información y el Conocimiento (TIC); después, los gobiernos; más adelante, las organizaciones internacionales y, por último, representantes de la sociedad civil, divididos, por continentes.

En cuanto a filosofía de la tecnología, el usuario es fuente importante del conocimiento, igual o más que los laboratorios mismos, porque, de hecho, las empresas lo que hacen es consultar continuamente a los usuarios qué hacen éstos con los productos de tales empresas. Quiero decir que con esta vía, los usuarios expertos se van integrando en la dirección de las empresas tecnocientíficas, y me parecería sensato que una de estas empresas integrara en su consejo de administración a representantes de los usuarios, y me parecería más racional que la empresa dejara de considerar a los usuarios como meros clientes.

En lo que respecta al arte, sus exponentes, en este momento, están en un auténtico renacimiento, por supuesto, con otros medios, con el uso de nuevas tecnologías. Ejemplos hay muchos, y entre ellos destacan el arte electrónico, la música electrónica, el fenómeno Napster, el MP3, la tecnoarquitectura (el museo Guggenheim en Bilbao), la tecnodanza (los festejos de inauguración y clausura de las Olimpiadas de Grecia), la ya no tan reciente aparición de *Harry Potter* o *El Señor de los anillos*.

Ya he mencionado que el poder es tecnocientífico; de ahí la gran diferencia que hay entre Estados Unidos y algunos pueblos indígenas. Estos últimos son un yacimiento, una mina de conocimiento, que si no se traduce en tecnociencia seguirá en la ruina. Un ejemplo son las habilidades gastronómicas del País Vasco: los grandes cocineros vascos tienen departamentos de investigación en sus cocinas, departamentos de investigación tecnocientífica y, gracias a eso, son pequeñas empresas transnacionales.

Por último, creo que el límite de la tecnociencia depende de los recursos que utilice, de los daños que pueda hacer a la biosfera; por ejemplo, si es racional y si se guía por valores, como lo hacen los empresarios más avanzados que recurren al "Management by values" (gestión por valores) y no aquel típico empresario de la revolución industrial a quien sólo le importaba maximizar los recursos por encima de todo. No obstante, el mayor límite radica en el que le podría imponer la sociedad.