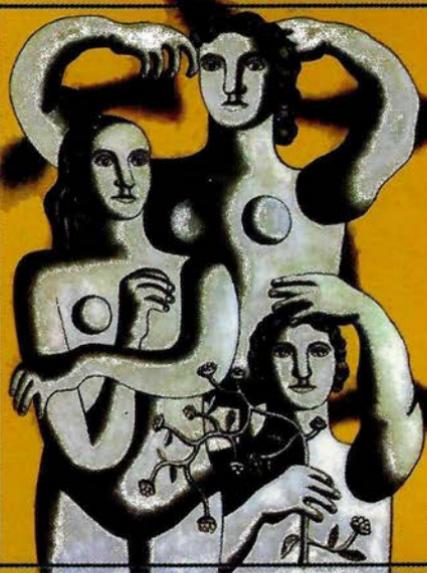


30 AÑOS



La ética  
y los avances  
recientes  
de la ciencia  
y la técnica

Fernando Sancén Contreras  
COORDINADOR



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias Sociales y Humanidades





La ética  
y los avances  
recientes  
de la ciencia  
y la técnica

3

Presentación

*Luis Mier y Terán Casanueva*

5

Introducción

*Fernando Sancén Contreras*

9

Los desafíos éticos del trabajo en la sociedad contemporánea

*Rocío Guadarrama Olivera*

25

Evolucionismo, mejoramiento racial y medicina legal

*Laura Suárez y López Guazo*

43

De mitocondrias, de la ciencia básica, y del apoyo  
a la ciencia en nuestro país

*Diego González-Halphen*

51

Nanotecnología: ¿revolución científica o ética?

*Víctor Manuel Castaño Meneses*

57

Física de materiales: usos y abusos

*Juan Luis Peña Chapa*

69

La ética de la ciencia

*Fernando Sancén Contreras*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Doctor Luis Mier y Terán Casanueva  
Rector general

Doctor Ricardo Solís Rosales  
Secretario general

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-XOCHIMILCO

M. en C. Norberto Manjarrez Álvarez  
Rector

Doctor Cuauhtémoc V. Pérez Llanas  
Secretario

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Doctor Arturo Anguiano Orozco  
Director

Licenciada Iris Santacruz Fabila  
Secretaria Académica

*La ética y los avances recientes de la ciencia y la técnica*  
Primera edición en disco compacto, febrero de 2005

ISBN 970-31-0415-0

Original de cubierta y portada electrónica:

Fernand Léger, *Composición con tres figuras*, 1932, óleo sobre tela, 130 x 89 cm,  
de fondo, *El transporte de fuerzas* (detalle), 1937, gouache, 62 x 101 cm

Edición: Alejandro López Morcillo

Concepto y diseño: Miguel Carranza Trejo

Programación y desarrollo de interfase: Gabriel Pérez Crisanto

Producción editorial y duplicación digital: mc editores

Texcaltitla 27, 01830 Ciudad de México, tels. 2650 3422 y 2650 0964

D.R. © Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco  
Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960 Ciudad de México

## Presentación

En mi calidad de Rector General de la Universidad Autónoma Metropolitana, quiero agradecerles su amable invitación para participar en este evento a partir del cual inauguramos el *II Seminario, La dimensión ética del desarrollo científico y tecnológico*. Para nuestra universidad constituye una valiosa oportunidad en la que volvemos a hacer explícita su función de colaborar con la sociedad en la reflexión de sus más serios problemas.

Sin duda alguna, desde que la UAM fue fundada hace treinta años, uno de los temas vertebrales de nuestra vida académica ha sido la reflexión en torno al vínculo que existe entre la investigación científico-tecnológica y la sociedad que permite y a quien ofrecemos este saber. Bajo la lógica y el sentido de una universidad, dicha vinculación no puede entenderse tan sólo como una relación fundada en el servicio y la atención de necesidades sociales que puedan ser resueltas o atendidas mediante programas de investigación científica, o a partir del desarrollo e instrumentación de avances tecnológicos.

Ciertamente esta tarea es importante, constituye una de las preocupaciones más intensas de la sociedad y de la universidad a lo largo de su historia: hacer del saber una táctica para enfrentar racional y técnicamente diversos problemas, convirtiendo el conocimiento en motor de desarrollo, en estrategia para mejorar las condiciones de vida.

Sin embargo, el ser de una universidad adquiere pleno sentido cuando ésta se convierte en territorio donde la reflexión en torno al sentido del saber, a la utilidad y función del mismo, se tematiza y problematiza, se investiga y se discute; cuando la universidad se convierte en escenario y lugar de discusión, de intercambio racional de ideas relacionadas con su propio quehacer.

Y es que al interior de una universidad no podemos, no debemos, dejar de lado la preocupación por la finalidad de nuestro trabajo. Elaborar una investigación, por atractiva e interesante que resulte dentro de su propio campo de saber, no es un fin en sí mismo. Es nuestra tarea reconocer los alcances, los efectos, las ventajas y desventajas que puede provocar cualquier desarrollo científico y tecnológico al entrar a formar parte de la lógica de la vida humana. Es ésta, sin duda, la reflexión que reconocemos como ética al interior de nuestra tradición de pensamiento. Reflexión que no es tan sólo la posibilidad de construir e imponer un sistema normativo inamovible. La característica de la reflexión, de todo acto reflexivo, ha sido desde siempre la posibilidad de volverse sobre sí mismo para no imponerse como dogma.

Una de las características más importantes que nos debemos a nosotros mismos, como seres humanos, ha sido la de contar con la posibilidad de revisar nuestros sistemas de valores y de optar por elegir lo que consideremos más conveniente, reconociendo, desde luego, lo que implica una toma de decisión; haciendo, pues, de la libertad, compromiso y responsabilidad.

De esta forma, resulta sumamente significativo que ahora, cuando la sociedad ha demostrado un asombroso desarrollo en torno a la ciencia y la tecnología, la ética vuelva a ocupar espacio central al interior de nuestras discusiones. Es significativo porque muestra nuestro interés por mantener el compromiso de hacer nuestra la responsabilidad de seguir *decidiendo* la forma como queremos construir nuestras relaciones sociales y habitar nuestro mundo.

Para la UAM es importante sostener y potenciar esta discusión, atenderla con seriedad, con rigor, con la *distancia* necesaria para poder pensar, pero con el suficiente *interés* para permitir cuidarnos a nosotros mismos como sociedad. Ése es el vínculo que hemos decidido establecer con la sociedad a la cual servimos desde hace treinta años y ése el espíritu que hace posible la realización de este importante seminario.

Luis Mier y Terán Casanueva

## Introducción

El hombre, a diferencia de los demás animales, proyecta hacia el futuro, por medio de su intención consciente, el conocimiento que obtiene del mundo que lo rodea. Su acción se origina en este conocimiento y con ella busca su propio bien. Es el origen de la ética. El conocimiento del mundo, su acción sobre él y las repercusiones sobre el medio social, biológico y físico, forman parte de la constitución de todo sujeto racional y constituyen el ámbito propio de la ética.

El problema que involucra la triple relación entre conocimiento, acción humana y conformación del entorno, ha ocupado la atención de numerosos pensadores y científicos porque reconocen el poder transformador de la ciencia y la técnica sobre la conciencia y la actividad de todo ser humano. En efecto, les reconocemos un poder que progresivamente se amplía tanto por su alcance, como por su intensidad. En sociedades que, como la nuestra, se esfuerzan por constituir una ciencia propia, se ve a la ciencia como la ocasión para solucionar problemas tan graves como la falta de alimentación, de vivienda, de educación y de salud, entre otros, que afectan a millones de personas. A su vez, las sociedades preocupadas por su seguridad ven en la ciencia y la técnica el medio idóneo para elaborar armas cada vez más mortíferas y precisas, para la construcción de defensas siempre más sofisticadas. Por otra parte, la misma actividad científica y sus resultados llevados a los medios de producción y a los bienes que se incorporan a la cotidianidad de la civilización trae beneficios evidentes, pero también riesgos en ocasiones claramente ubicados, aunque con frecuencia ignorados o simplemente desconocidos.

Más allá de los riesgos y beneficios de la ciencia y la técnica, éstas han conformado diversas formas de concebir el mundo que pueden apreciarse desde una perspectiva histórica de la humanidad. En otras

palabras, la ciencia y la técnica conforman a la sociedad y a cada ser humano en la medida en que inciden en su organización para el trabajo, sirviéndose para ello de herramientas y equipos derivados del conocimiento científico; pero también a partir de la explicación teórica y práctica que ofrecen del mundo.

Todo esto anima el análisis y la discusión de la ética y los avances de la ciencia y la técnica que conformarán a la sociedad en el futuro inmediato. Surge así la pregunta: ¿es posible someter a la ciencia y a la técnica a los dictados de desarrollo pleno de cada sujeto racional, o bien éstas terminarán convirtiéndose en un mecanismo de sumisión al dictado de unos cuantos?

Por su parte, la universidad se ocupa de la construcción, enseñanza y difusión del conocimiento científico de tal forma que sea factor de desarrollo para todo sujeto racional. En este contexto se llevó a cabo por segunda ocasión el seminario *La dimensión ética del desarrollo científico y tecnológico*. Los trabajos ahí presentados se recogen en el presente volumen. En éstos, cada especialista, desde su propia área de investigación, expone los resultados recientes de la ciencia y la técnica, también los inminentes, y luego reflexiona sobre los impactos que tienen y tendrán en la conformación de la sociedad.

La doctora Rocío Guadarrama Olivera aborda el tema de la ética y el trabajo desde una perspectiva sociológica. Se propone contrastar el actual sentido social del trabajo, influido determinantemente por la ciencia y la tecnología, con el discurso sociológico acerca del trabajo forjado en la modernidad. Propone un análisis de la manera en que en la actualidad son interpretados el trabajo y la dimensión ética de los individuos en él involucrados: trabajadores, empresarios y ciudadanos.

El trabajo de la doctora Laura Suárez y López Guazo versa sobre "Evolucionismo, mejoramiento racial y medicina legal". Basándose en un recorrido histórico desde el siglo XIX, destaca cómo el conocimiento científico del cuerpo humano y de los estímulos fisiológicos vinculados con su conducta han influido la medicina legal y el establecimiento de leyes para favorecer la eugenesia.

El doctor Diego González-Halphen nos ofrece su trabajo "De mitocondrias, de la ciencia básica, y del apoyo a la ciencia en nuestro país", en el que desde su laboratorio describe en un lenguaje accesible la naturaleza de la mitocondria, esa "planta de energía" de la célula, y su importancia para la codificación de proteínas en el genoma. Destaca la importancia de la migración de genes desde la mitocondria, y seña-

la, además, la importancia ética de la investigación básica por su trascendencia cultural en la sociedad.

El trabajo del doctor Víctor Manuel Castaño Meneses, “Nanotecnología: ¿revolución científica o ética?”, ofrece una descripción del estado actual de la nanología y aborda la discusión de las implicaciones éticas que tiene en nuestra sociedad, específicamente por la importancia económica ascendente que tiene la nanotecnología.

Por su parte, el doctor Juan Luis Peña Chapa aborda el tema “Física de materiales: usos y abusos”, en el que describe cómo el hombre ha utilizado los materiales que componen la naturaleza para lograr condiciones mejores de vida, pero también para luchar por el poder sobre sus semejantes. Destaca el peligro de la apropiación individual del conocimiento científico acerca de la materia y de sus aplicaciones para someter a las mayorías. Termina con una reflexión acerca de la constitución de la materia.

El último trabajo, “La ética de la ciencia”, aborda el problema de la dimensión ética de la ciencia y la tecnología. Desde el análisis filosófico de la *praxis*, se analiza la dimensión epistemológica e histórica de la ciencia. Se destaca el dinamismo inherente de ésta como institución social, y su influencia determinante en la conformación de toda sociedad. Concluye proponiendo que la norma ética original y universal para la ciencia y la tecnología consiste en la inclinación natural de todo sujeto para conseguir su permanencia en el ser.

Todos estos trabajos vienen precedidos de una “Presentación”, la cual recoge el discurso que el Rector General de la Universidad Autónoma Metropolitana, doctor Luis Mier y Terán, pronunciara en la sesión inaugural del Seminario, y sirve de marco para los trabajos anteriormente mencionados. El doctor Luis Mier y Terán Casanueva destaca el papel que desempeña la universidad en la actual sociedad y la importancia de los trabajos realizados para el seminario que dio origen a la presente publicación, titulada *La ética y los avances recientes de la ciencia y la técnica*.

De esta forma, el volumen que ponemos a disposición de la comunidad universitaria aporta reflexiones actuales y relevantes sobre el desarrollo científico y tecnológico y su relación con nuestra sociedad. Las propuestas contenidas alimentarán, sin duda, la reflexión, el análisis y la confrontación de ideas sobre un tema tan actual como trascendente.

*Fernando Sancén Contreras*



## Los desafíos éticos del trabajo en la sociedad contemporánea

Rocío Guadarrama Olivera\*

Afirmar que los asuntos concernientes con el mundo del trabajo son prioritarios en el pensamiento sociológico es un lugar común sobre el cual parece innecesario insistir. Cualquier estudiante que se inicie en el conocimiento de los clásicos de esta disciplina puede convenir con facilidad en esta idea. Por lo tanto, creemos que vale la pena señalar la relación, desde nuestro punto de vista, insuficientemente discutida entre los paradigmas de las teorías sociales y los vigentes en la sociología del trabajo. Más específicamente, preguntarnos por qué en los momentos de crisis de las teorías sociales, de cambios en sus bases paradigmáticas, emerge el tema relacionado con la ética del trabajo.

Si echamos una mirada general al pensamiento sociológico clásico, descubriremos que la preocupación por explicar las formas capitalistas de producción emergentes en el siglo XVIII, puso de relieve tanto los aspectos materiales de los procesos productivos relacionados con la creación del valor como aquellos relacionados con una nueva orientación hacia el trabajo que distinguía a las clases productoras modernas: los empresarios burgueses y los obreros industriales.

Nuestro propósito en este análisis es entresacar del discurso sociológico de la modernidad aquellas ideas que por más de un siglo ataviaron la visión que hemos heredado sobre el trabajo y contrastarlas con las que surgen en las postrimerías del siglo XX y principios del XXI cuando, desde distintas vertientes, se empieza a hablar de *la crisis del trabajo* e, incluso, *del fin del trabajo* (Bouffartigue, 1997; De la Garza, 2000).

Las ideas sobre la pérdida de importancia del trabajo asalariado, como centro de la existencia humana, se remontan aún más atrás, a las postrimerías de la Segunda Guerra Mundial. En realidad, las preocu-

---

\* Profesora-investigadora. Departamento de Sociología, UAM-Iztapalapa.

paciones emergentes en ese entonces apuntaban a considerar lo que parecía ser un proceso irreversible de *aburguesamiento* de la clase obrera asociado tanto al desarrollo tecnológico –que estaba propiciando la recalificación de algunas capas de trabajadores, los llamados de *cuello blanco* y también conocidos como *aristocracia obrera*– como a la movilidad socioeconómica de algunos sectores obreros que poco a poco adquirieron los hábitos de consumo de la clase media.

Este fenómeno fue documentado por la sociología descriptiva británica preocupada por los procesos de individualización social, el consumo y la instrumentalización de la conducta obrera (Chaz, 1979).

Varias décadas después, al terminar el siglo XX, aquellos atisbos que anunciaban la extinción de la clase obrera convergieron en las teorías posmodernas del fin de la historia y del trabajo que suponen la emergencia de nuevos principios sobre la condición humana basados en una *estética del consumo* (Bauman, 2003). Desde este punto de vista, el debilitamiento del mundo industrial establecido en los linderos nacionales, con su rígido orden disciplinario fabril y sus órganos reguladores públicos, estarían dando paso a una sociedad dominada por los circuitos comerciales globales, en donde la moda como forma de vida reordena la producción y el consumo de masas “bajo la ley de la *obsolescencia*, de la *seducción* y de la *diversificación*” (Lipovetsky, 2000:179).

Con esta forma, la sociedad se habría convertido en una especie de *comunidad global imaginaria* que vincula en un mismo gran espacio virtual a las corporaciones y a los trabajadores-clientes-consumidores cuyo *temperamento* se caracteriza por el estado de elección permanente, por un estilo de vida que se orienta más por la oportunidad que por la vocación dentro de un futuro impredecible.

Este estilo de vida es el de los individuos fragmentados en múltiples identidades, apenas relacionadas en diferentes contextos y prácticas, y sostenidas en la ética de la *autorresponsabilidad* que guía, no rige, las elecciones morales que enfrentan los individuos (Bauman, 1993:11).

En nuestra opinión, esta perspectiva que revela una parte de la realidad de las sociedades desarrolladas tiene un punto crítico –sobre todo si la vemos desde contextos sociales distintos– que estriba en el excesivo énfasis puesto en la *autoidentidad* (*self-identity*), la automoral y la ahistoricidad desde la cual los individuos definen su existencia de manera aislada.

Frente a estas posiciones, surge la necesidad de pensar en una ética del compromiso, basada en individuos-sujetos dispuestos a dominar la

*trama de su historia*. Desde esta perspectiva, el trabajo vuelve a ocupar un lugar central en las relaciones sociales contemporáneas, pero ya no como una variable externa que las determina sino *desde dentro* y desde la experiencia de los individuos.<sup>1</sup>

Para dar cuenta de este giro teórico que envuelve los problemas éticos del trabajo, dividimos la exposición de nuestras ideas en dos grandes apartados. En el primero, nos centraremos en las visiones contrapuestas del mundo del trabajo fabril de acuerdo con las cuales se construyó la sociedad moderna industrial. En el segundo, vamos a analizar la llamada crisis del trabajo y dentro de este contexto las características de lo que podríamos llamar una *nueva ética del trabajo flexible*. Finalmente, intentaremos sacar algunas conclusiones sobre los desafíos que plantea este nuevo orden económico para el desarrollo de una sociedad más justa y equilibrada.

## El trabajo como valor social

Del concepto de trabajo como valor social acuñado en el siglo XIX, hemos heredado dos problemas estrechamente relacionados. Uno, relacionado con la forma en que la sociedad capitalista nos acostumbró a entender por trabajo su forma asalariada. Definición que condujo, en las postrimerías del siglo XX, a la idea de la “crisis del trabajo”, precisamente cuando se constata la pérdida de importancia de este tipo de trabajo en la población económicamente activa, o bien de la disminución del empleo en el sector industrial (De la Garza, 2001:12).

El segundo problema se refiere a que esta definición del trabajo como valor social supuso la contradicción entre una visión que partía, para su explicación, del proceso productivo y otra que anteponía el mercado como determinante del proceso económico. En la primera, encontramos la exigencia para la clase obrera de una ética del trabajo y en la segunda su transformación en actores racionales interesados (De la Garza, 2001:12).

Esta doble exigencia nos remonta aún más atrás dentro del pensamiento social que explora las causas del capitalismo moderno tanto en sus “precondiciones materiales” como en las de tipo “ideal”, referidas

---

<sup>1</sup> Esta visión de la subjetividad ha sido desarrollada por la llamada *sociología clínica*. Al respecto puede consultarse a De Gaulejac, 2001 y 2002.

estas últimas al *ethos económico* calvinista que aparece como justificación del desarrollo *racional del capitalismo* emergente entre los siglos XVI y XVII (véase [Diagrama 1](#)).

La sociología nace justamente de la mano de esta visión racional del mundo que apunta a la comprensión de la acción social y a su explicación causal. Se trata, de acuerdo con uno de los fundadores de esta disciplina, Max Weber, de elevar la sociología al estatus de ciencia a partir de una síntesis racional de los hechos sociales. Siguiendo este método, Weber plantea por primera vez una relación “no intencionada” entre la ética del trabajo calvinista, entendida como imagen del mundo, y la modificación de los intereses de los actores que impulsan el desarrollo del capitalismo (Weber, 1971; Aguilar, 1989).

En realidad, este pensador se refería en su célebre obra *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, publicada por primera vez en 1904-1905 y revisada en 1920,<sup>2</sup> a los intereses de la burguesía emergente, es decir, a los propietarios, y al alto personal de las modernas empresas comerciales e industriales que nacieron envueltos en la mentalidad racionalizadora del mundo impulsada por la reforma protestante en los Países Bajos, Inglaterra y Francia.

Esta nueva clase de propietarios tuvo como modelo a seguir la figura elaborada por la cultura estadounidense del *hombre honrado*, del empresario capitalista cuya máxima *profesional* se expresa en el interés legítimo y legal de aumentar su capital. En el calvinismo esta máxima devino la base sobre la cual se construyó la racionalización religiosa de la vida intramundana.

La vocación por el trabajo del hombre moderno, en oposición al “desenfreno absoluto e inconsciente de la voluntad de lucrar” de la nobleza, aparecía en su doble dimensión: como justificación moral de la ganancia del empresario y, al mismo tiempo, como medio para su salvación.

Desde el punto de vista de la mentalidad capitalista, que emergió a la par de los cambios en la organización del trabajo que caracterizaron el paso del taller a la industria, esta vocación del empresario tuvo su

---

<sup>2</sup> Una excelente versión en español de los artículos de Weber sobre la ética protestante de 1904-1905, que nos permite conocer los agregados y modificaciones de 1920 puede verse en la edición del Fondo de Cultura Económica introducida y editada por Francisco Gil Villegas (Weber, 2003). En adelante, todas las referencias a esta obra de Weber corresponden a esta edición.

contraparte en el nuevo compromiso con el trabajo de los obreros fabriles, que se oponía a la filosofía del trabajador "tradicional" que prefería "trabajar menos, ganar menos, pero dormir bien". El trabajador industrial emergente, por el contrario, se mostraba dispuesto al trabajo intensivo a cambio de un salario que satisficiera sus aspiraciones de mejoría.

El "capitalismo dinámico" se convirtió así en el gran educador y creador, por la vía de la "selección económica", de las nuevas clases sociales de empresarios y trabajadores. Esta *función pedagógica* del capital se asentaba en un marco de principios, en un *ethos económico*, que justificaba moralmente sus propósitos y guiaba la acción de los productores.<sup>3</sup>

Este cambio de mentalidad, basado en el concepto de *profesión-misión*, constituyó el fundamento de la nueva ética de los hombres educados en la *dura escuela de la vida: prudentes y arriesgados, sobrios y perseverantes, entregados de lleno y con devoción a su causa*.

Así resumía Weber el concepto *ético-religioso* del trabajo, que traducido a una ética intramundana emergió como guía para la acción y sostén para justificar la nueva división del trabajo entre burgueses y proletarios. De acuerdo con esta directriz, cada quien tenía un destino en la vida, un deber, una profesión y, con ésta, una posición, una esfera delimitada de trabajo. Para unos su deber consistía en engrandecer su capital, mientras otros debían trabajar intensivamente para ganar el sustento de una vida digna.

La ética del trabajo del capitalismo naciente constituyó, en suma, la racionalización (*metodización*) de la vida de sus clases productoras expresada en un conjunto de principios que justificaban el orden social guiado por la ganancia capitalista.

De la aplicación de estos principios, se esperaba que surgieran individuos educados en el permanente autocontrol. El modelo ideal del capitalista industrial era una especie de monje laico, de obrar ascético, de moral puritana del cual se desprendería la figura austera del yo hecho hombre (*self made man*) que buscaba el éxito por la vía de la ganancia legal, a diferencia del aristócrata ostentoso preocupado por el goce desenfrenado de la vida (véase [Diagrama 2](#)).

---

<sup>3</sup> Este largo y continuo proceso se inició con la reforma protestante y desembocó en el siglo XVIII con la expansión del utilitarismo como principio de vida de las "capas más audaces" de la clase media industrial, los *parvenus* de Manchester, Renania y Westfalia.

Por su parte, el ideal del obrero fabril era el del hombre especializado en su profesión, cuya destreza, aunada al desarrollo tecnológico, constituía la piedra de toque para lograr el *aumento cualitativo y cuantitativo* de la producción. Visto *desde abajo*, el *ethos* puritano parecía más bien una doctrina de subordinación de los pobres, quienes reaccionaron desarrollando una cultura de la resistencia frente a la disciplina fabril que amenazaba sus tradiciones.

En este sentido, podríamos hablar de un *ethos popular* que emergió, particularmente en Inglaterra, durante la transición entre una economía rural de subsistencia –y el artesanado como su contraparte urbano–, y el naciente capitalismo industrial. Edward P. Thompson (1977, 1991) señala su origen justamente en las ciudades industriales desarrolladas sobre el campo, entre los siglos XVIII y XIX, donde el artesano u oficial de pueblo o pequeño ayuntamiento se convertiría en el nuevo obrero industrial (véase [Diagrama 3](#)).

En estas *comunidades del pueblo*, mitad urbanas mitad rurales, surgiría la *cultura de la resistencia* que echó por tierra las pretensiones uniformizantes de la doctrina racional capitalista, y que se asemeja más con la idea de *costumbre* entendida como el comportamiento habitual de “los de abajo”.

Esta última idea que hace alusión tanto a las tradiciones heredadas con fuerza de leyes por el trabajador rural y el artesano, como a las prácticas y demandas emergentes de los trabajadores industriales, nos revela la lucha social subsumida debajo de aquellos principios que intentaban disciplinar a la masa de trabajadores del temprano capitalismo industrial.

En este sentido, tenemos por un lado un conjunto de principios que según el *ethos* puritano inducían a las clases productoras del industrialismo hacia un nuevo “compromiso” con el trabajo, entendido como vocación por la *ganancia*.

Frente a este modelo racional para la acción de los sujetos sociales, aparecía la *cultura de la resistencia*, definida como el conjunto de hábitos, prácticas y demandas de las clases subordinadas; como las costumbres de la vida en las comunidades rural-urbanas, que implicaban ciertos lazos visibles e invisibles entre los individuos por medio de los cuales tejían sus identidades de clase.

Esta idea de la cultura, que hace referencia a las costumbres y las comunidades subordinadas, nos revela la diversidad social que fluía debajo de las aspiraciones de la ética puritana. En resumen, por un lado tenemos un proceso de laicización de lo religioso, que sustituye la idea

de la salvación por la de vocación y que comprende un movimiento de las ideas dominantes que se plasman en principios morales, modelos ideales de comportamiento y en guías para la acción; y, por otro, lo que podría ser un ethos popular, que contrariamente al ethos dominante, no tiene pretensiones morales ni aspira a convertirse en un modelo general para la acción. Su rasgo fundamental es que se trata de una *retórica de la resistencia* que emerge del *pueblo-comunidad* para defender sus *tradiciones-costumbres*, al mismo tiempo que contiene las demandas (*retórica para la acción*) de los de abajo que se revelan frente al metodismo puritano opuesto al esparcimiento popular y a sus fiestas religiosas o profanas. Esta mezcla de tradición y cambio es la esencia de la cultura popular que antecede a la cultura obrera del siglo XIX.

A partir de estas ideas, y teniendo como contexto histórico la transición del artesanado al industrialismo fabril, podríamos pensar en un ethos derivado de la cultura popular y obrera, de las experiencias populares; en la regulación moral y social que se da a sí misma la comunidad; en esa mezcla de controles tradicionales (de tipo privado, parroquial, corporativo y paternal) y de nuevos controles que se desprenden de experiencias compartidas tanto dentro como fuera del trabajo; lo que E.P. Thompson llama la “economía moral”, constituida por las expresiones simbólicas del folklore popular, las costumbres, los modos de vida, las formas de diversión, los modelos familiares, las solidaridades mutualistas, fusión de tradiciones derivadas de la caridad cristiana, el fraternalismo metodista y el socialismo owenista. El resultado de esta mezcla de experiencias comunes (prácticas) y de regulaciones morales y sociales comunitarias constituyó el ethos de la resistencia.

## El nuevo orden del trabajo

En esta segunda parte, más que seguir un orden cronológico para realizar un análisis puntual de los cambios en las formas del trabajo durante el siglo XX, quisiera explorar una hipótesis que apunta a señalar:

1. La persistencia durante la primera mitad del siglo XX de las dos orientaciones hacia el trabajo de las que mencionamos arriba: una que pretendía imponer un orden social, una división del trabajo y conforme a ésta un *compromiso* para los distintos actores labo-

rales, y otra que aparece como reacciones “desde abajo” que dan paso a culturas, costumbres, tradiciones, experiencias que constituyen gérmenes de lo que hemos llamado el *ethos económico popular*.

2. El cambio de estas orientaciones y de los significados sobre el trabajo en la segunda mitad del siglo XX marcado por la posguerra. En este periodo, se dibuja una tendencia hacia la convergencia de modos de producción y trabajo que apuntan al fin del trabajo asalariado fabril que dominó como modelo de trabajo el siglo XIX y la primera mitad del XX, y con él del *ethos* burgués de origen calvinista. El estallido de este modelo produjo una descentralización del trabajo como eje de la vida social y la transformación del concepto mismo de trabajo en la medida en que el proceso productivo material fue desplazado por la producción “inmaterial” que implica la participación directa del consumidor en cuando menos una parte del proceso productivo (De la Garza, 2001:13).

Lo paradójico de esta nueva situación es que justamente cuando el trabajo se transforma hasta tal punto, resurge la preocupación por renovar los códigos éticos que regulan las relaciones laborales.

Hacia mediados del siglo XX, las preocupaciones que atravesaban el mundo del trabajo en los centros del capitalismo mundial en Estados Unidos y Europa aludían al problema de la automatización y los procesos de adaptación de los individuos al trabajo. En Inglaterra, la cadena de montaje y la producción en masa, con su trabajo repetitivo y monótono, produjeron una relación de tipo instrumental que ya no buscaba la realización de los individuos en el trabajo, como sucedía con los antiguos artesanos, orgullosos de su oficio, sino el bienestar económico de la familia, su mejoramiento social. Esta forma de relación con el trabajo corría pareja a la individualización social, la expansión del consumo y el declive de las tradiciones políticas de la clase obrera. A esto se referían los sociólogos ingleses de la posguerra que pronosticaban la asimilación de la clase obrera al estilo de vida de las clases medias, dicho en otras palabras, su extinción como clase.<sup>4</sup>

Desde la óptica de la historia social, estos cambios se explican teniendo como punto de partida la *experiencia de vida de la gente*, de los

---

<sup>4</sup>Un análisis de estos cambios en el mundo del trabajo pueden verse en Guadarrama (2000).

“acontecimientos dispares y aparentemente desconectados” que conformaban su cultura. Siguiendo esta línea, los cambios producidos por la economía de la posguerra se veían de una manera más optimista, en particular lo que se refiere al futuro y la reorganización de la clase obrera. En este renglón, se insistía en estudiar los cambios hechos en la producción relacionándolos mejor con lo que pasaba en el mundo fuera del trabajo.

Dentro de la sociología francesa, dos debates íntimamente relacionados sobresalieron en los años sesenta y setenta. Uno se refería a la disyuntiva que abría el desarrollo tecnológico entre el mayor control o la liberación del trabajo humano (Friedmann, 1961; Naville y Rolle, 1963). El otro versaba sobre los efectos de las nuevas tecnologías en la racionalización del trabajo y, en particular, sobre la calificación de la mano de obra. Teniendo como trasfondo esta discusión, sobresalió la formación de una nueva capa de obreros calificados, diferenciados de los productores directos, que parecían tener distintas preocupaciones políticas y de estilo de vida (Mallet, 1976; Touraine, 1963 y 1973).

Desde el lado de las empresas, el crecimiento de las corporaciones monopólicas mundiales, y el desarrollo de un cuerpo de funcionarios encargados de la administración y dirección de la producción de estas corporaciones, constituyó otra novedad en el campo de la cultura del trabajo. Ya en los años ochenta se hablaba de la existencia de una cultura corporativa o de la empresa, *managerialism*, diferenciada de las subculturas ocupacionales que convivían dentro de la empresa bajo el dominio de la primera (Trice, 1993).

Algunos autores, como Touraine, se refieren a estos cambios con el concepto de “sociedad posindustrial”. De manera precisa, otros autores más bien se referían a la crisis de los paradigmas productivos: el taylorista, caracterizado por el trabajo a destajo, repetitivo y monótono, y el fordista, orientado hacia la producción en masa combinada con Estado de bienestar.

En el fondo, se trata de cambios muy radicales en el orden laboral y social que ponían en juego la concepción dominante sobre el trabajo heredada de la modernidad.

Dicho de forma rápida, lo que se observa en esa segunda mitad del siglo es un proceso que lenta pero persistentemente se dirigía al rompimiento de las comunidades obreras, de sus costumbres, hábitos e identidades debilitadas por un orden económico que desde dentro de la producción estaba introduciendo nuevas divisiones entre obreros

calificados de “cuello blanco” y los productores directos de “cuello azul”. Por fuera de la fábrica, la sociedad de consumo avanzaba igualando los estilos de vida de la clase obrera de acuerdo con los patrones de la clase media.

Esta tendencia que parecía dirigirse a la sustitución del trabajo humano por la tecnología (automatización) coincidió con la ideología del *management*, que imaginaba a la sociedad como una gran corporación dirigida por la clase de los administradores y los técnicos de alta calificación. Fueron ellos los artífices de la nueva ética de la corporación sostenida en el saber tecnoburocrático.

Al finalizar el siglo XX, este proceso desembocaría en un cambio más radical del orden económico, caracterizado por el surgimiento de nuevas formas del trabajo intelectual y simbólico, “productoras de conocimiento”: la globalización de las relaciones de producción y consumo, así como las formas de relación a distancia que vinculan de manera más sutil a los miembros de las comunidades laborales.

En el fondo de la sociedad, lo que encontramos es una polarización de la estructura productiva que coloca, por un lado, a las grandes cadenas multinacionales y, por otro, a las estructuras productivas tradicionales de pequeñas y medianas empresas nacionales (Bair y Gereffi, 2000).

Esta diversidad permite que convivan dos modelos de organización del trabajo: uno inspirado en una ética del consenso, de tipo toyotista, que supone la adhesión de los trabajadores a la ideología del *management*, y otro en el compromiso *familiar* de los pequeños talleres en los que predomina la ética de la solidaridad para la sobrevivencia que se extiende a la creciente masa de nuevos pobres conformada por los subempleados y desempleados que ven claudicar su derecho al trabajo.

Para explicar mejor estas diversidades productivas, que varían según bloques económicos, regiones y países, conviene poner por un momento los ojos en nuestra realidad inmediata latinoamericana. Lo que observamos hoy en día es una región marcada por una crisis enorme que se expresa en la contracción del crecimiento económico y en la tasa de desempleo urbano más alta de los últimos 22 años. Todo ello dentro de un panorama productivo polarizado entre sectores exportadores “de alta productividad y tecnología de vanguardia”, y otros de carácter informal, de “escaso capital, sin protección social e históricamente precarios” (OIT, 2002:III).

A más de 20 años transcurridos desde las primeras medidas de ajuste estructural que implicaron la privatización de las empresas públicas y la

liberalización de los mercados, y de flexibilización de las relaciones de trabajo, los resultados son poco alentadores. Durante estos años, los países latinoamericanos tuvieron que hacer ajustes en su modelo de desarrollo de proteccionista a exportador para salir de la crisis de la deuda de 1982, los cuales han tenido un alto costo social si se mide por el desempleo y los bajos salarios imperantes desde entonces. En medio de este proceso, un hecho sobresaliente es la entrada masiva de las mujeres al mercado de trabajo y la precarización del empleo de hombres y mujeres (Díaz, 1993; León, 2000 y Yáñez, 1999) (véase [Diagrama 4](#)).

A mediados de los noventa y los primeros años del nuevo siglo, tuvo lugar una nueva ola de ajustes concebidos para enfrentar la crisis de los países del sudeste asiático, esto junto con la desaceleración de la economía estadounidense después de los acontecimientos del 11 de septiembre de 2001. En esta coyuntura, la flexibilización se asoció con el nuevo esfuerzo de las empresas para aumentar su productividad y mantener sus grados de competitividad relativa en el ámbito internacional, con base en la reducción y búsqueda de mejores costos laborales y la subcontratación (De la O y Guadarrama, inédito).

Lo que importa destacar de todo esto son los resultados de tales *ajustes*. Por una parte, la apertura comercial, aunada a la externalización del trabajo desde los países centrales que ha convertido a nuestros países en proveedores de mano de obra barata con lo que esto significa: la desregulación del trabajo y la precarización de las condiciones laborales en los eslabones más bajos de las cadenas de subcontratación (Abramo, 1998).

Junto con este proceso, se observa un crecimiento del empleo por cuenta propia de baja productividad tanto de hombres como de mujeres (García, citada por Oliveira y Ariza, 1997). Dentro de esta categoría, las mujeres se encuentran en peores condiciones ya que generalmente desempeñan actividades de subsistencia de forma unipersonal, con salarios muy bajos y jornadas de trabajo más largas.

Ambos tipos de empleo, externalizado y por cuenta propia, tienen en común la precariedad de su ejercicio, caracterizado por la discontinuidad en el tiempo y la falta de regulación (ausencia de contratos); bajos salarios; otras formas de remuneración, como el pago a destajo o mediante comisiones disfrazadas de trabajo asalariado; mecanismos para extender ilegalmente los horarios e incrementar la intensidad de las jornadas de trabajo y, en general condiciones mínimas de higiene y seguridad social (De la O y Guadarrama, inédito).

En este contexto de ajustes estructurales y flexibilización del trabajo impuesto por la globalización, parece necesario un abordaje más comprensivo del trabajo inspirado en los derechos básicos de los trabajadores, que trasciendan su puro reconocimiento legal (Sen, 2001). Desde este punto de vista, las organizaciones internacionales interesadas en la materia han acuñado el término de “trabajo decente”, que se refiere a las condiciones mínimas de libertad, equidad, seguridad y dignidad que debe tener todo trabajo (véase [Diagrama 5](#)).

Lo que llama la atención de este concepto es su preocupación por evidenciar la enorme desprotección en la que trabajan millones de seres humanos sometidos a las reglas del comercio y la producción global. En este sentido, la ética del trabajo ya no apunta a las condiciones específicas de la fábrica y del trabajo asalariado, como en el capitalismo industrial de la modernidad, sino a una serie de *metaderechos* sociales mínimos necesarios para el desarrollo de cualquier tipo de trabajo, no sólo de aquellos cubiertos por las instituciones sociales. Se trata, pues, de un concepto que de alguna forma reconoce las limitaciones, por no decir el fracaso, de las instituciones laborales de los Estados nacionales, incapaces de poner límites a los poderes de las empresas transnacionales. De ahí el interés por sacar el tema del terreno estricto de lo jurídico-institucional y colocarlo de lleno en el de lo ético social. A partir de esta perspectiva, los acuerdos sociales sobre las condiciones de trabajo deberían anteceder a su reconocimiento legal, tendrían que ser parte de un arreglo social, político y económico más general. Sin este acuerdo mínimo, lo segundo no tiene sentido.

Desde el punto de vista de los trabajadores, el fracaso de las instituciones políticas laborales para proteger sus derechos, y de sus propias formas tradicionales de defensa, los ha empujado al terreno político ciudadano en donde, cobijados por una diversa gama de organizaciones no gubernamentales, plantean estos derechos mínimos *como ciudadanos* (véase [Diagrama 6](#)). Esta nueva ciudadanía no está conformada sólo por los trabajadores asalariados, más bien refleja a esa gama muy diversa de trabajadores formales e informales, subempleados y desempleados, hombres, mujeres, jóvenes y viejos, que pueblan la comunidad laboral global, que están exigiendo la apertura de un “diálogo social” para establecer esos acuerdos mínimos que les permitan, en las nuevas circunstancias, poner las bases de lo que debe entenderse por un trabajo digno (Cañas y Martínez *et al.*, 1998).

En este nuevo terreno, la ciudadanía laboral ha renovado sus formas de lucha para enfrentar a los poderes transnacionales mediante acciones que buscan trascender los linderos nacionales en alianza con organizaciones de los países centrales (Quinteros y García *et al.*, 1998 y Quinteros, *s/f*). La parte más exitosa de estas acciones ha sido las campañas de denuncia de las condiciones de trabajo que privan en las empresas contratistas que contrarían los códigos de conducta establecidos en las matrices.

Estas campañas han servido para alertar al público consumidor sobre esta situación y obligar a algunas grandes empresas a asumir públicamente su responsabilidad social frente a las condiciones de trabajo y de vida de sus empleados y de las comunidades donde se establecen (Soley, 2001).

En realidad, esta nueva ética social de las empresas, transformada en códigos de conducta, está lejos de corresponder a las exigencias del trabajo decente por el enorme desequilibrio existente entre las grandes empresas, sus subsidiarias, los Estados nacionales y los trabajadores locales, y también por la falta de mecanismos sociales creíbles de verificación.

Aún más difícil e inaprensible es la situación de los trabajadores de las pequeñas empresas familiares y de los que trabajan por su cuenta, sin ninguna protección social y en peores condiciones laborales. En estos casos, se hace más necesario un arreglo social mayor que oriente las políticas públicas y los comportamientos sociales colectivos e individuales para crear esas condiciones sociales, políticas y económicas indispensables para el trabajo decente.

Este arreglo, como señalamos al comenzar estas reflexiones, debe basarse en una ética del compromiso impulsada por individuos-sujetos-trabajadores(as) decididos(as) a dominar la trama de su historia y a romper con la división artificial entre el mundo de la producción y la reproducción, impuesta por el mercado. Desde el punto de vista de las instituciones, esta ética tendría que constituirse en un código de conducta que exprese lo que debería ser una situación del trabajo más armoniosa entre los propios individuos y entre éstos y su entorno social y natural. Del lado de los trabajadores, se trataría de crear una ética de la resistencia mediante redes de solidaridad que luchan en contra de las enormes desigualdades establecidas entre las grandes empresas transnacionales, los subcontratistas, los Estados nacionales, los trabajadores locales formales y por la masa de trabajadores desprotegidos en los países desarrollados y en desarrollo.

## Bibliografía

- Abramo, Laís. (1998). "Um olhar de gênero. Visibilizando precarizações ao longo das cadeias produtivas", en Abramo, Laís y Alice Rangel de Paiva Abreu (eds.), *Gênero e Trabalho na Sociologia Latino-Americana*, Asociación Latinoamericana de Sociología del Trabajo, São Paulo, Brasil, pp. 9-18.
- Aguilar Villanueva, L.F. (1989). *Weber: la idea de ciencia social*, vol. II, UNAM/ Miguel Ángel Porrúa, México.
- Bair, J. y G. Gereffi. (2000). "Upgrading networks and employment in the apparel commodity chain", en Gereffi, G. et al. (eds.), *Global production and local jobs: new perspectives on enterprise networks, industrial upgrading, and employment*, International Institute for Labour Studies, Ginebra.
- Bauman, Z. (2003). *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*, Gedisa, Barcelona.
- . (1993). *Postmodern Ethics*, Blackwell, Oxford, Inglaterra.
- Bouffartigue, P. (1997). "¿Fin del trabajo o crisis del trabajo asalariado?", *Sociología del trabajo*, pp. 29.
- Cañas, M., Martínez, Y. et al. (1998). *Los derechos humanos y la maquila en el Salvador*, Procuraduría para la Defensa de los Derechos Humanos, El Salvador.
- Chaz Critcher. (1979). "Sociology, cultural studies and the post-war working class", en Clarke, J., C. Critcher y R. Johnson (eds.), *Working-Class Culture. Studies in history and theory*, St. Martin's Press, Nueva York, pp. 13-40.
- De Gaulejac, V. (2002). "Lo irreductible social y lo irreductible psíquico", *Perfiles Latinoamericanos*, 10 (21), pp. 49-71.
- . (2001). "Sociologues en quete d'identité", *Cahiers internationaux de Sociologie*, CXI, pp. 355-362.
- De la Garza, E. (2001). "Problemas clásicos y actuales de la crisis del trabajo", en De la Garza, E. y J.C. Neffa (comps.), *El trabajo del futuro, el futuro del trabajo*, Clacso, Buenos Aires, pp. 11-31.
- . (2000). "Fin del trabajo o trabajo sin fin", en De la Garza, E. (coord.), *Tratado Latinoamericano de Sociología del Trabajo*, FCE, México, pp. 755-773.
- De la O, M. y R. Guadarrama. (2004). *Género, trabajo y flexibilidad laboral en América Latina*, inédito.

- De Oliveira, O. y M. Ariza. (1997). "División sexual del trabajo y exclusión social", *Revista Latinoamericana de estudios del trabajo* (5).
- Díaz, A. (1993). "Nuevas tendencias de la industria en América latina. Cadenas productivas, PYME y especialización flexible", *Revista Proposiciones* (23), Santiago de Chile.
- Friedmann, G. (1961). *¿Adónde va el trabajo humano?*, Sudamericana, Buenos Aires.
- Guadarrama, R. (2000). "La cultura laboral", en De la Garza, E. (coord.), *Tratado latinoamericano de sociología del trabajo*, FCE, México, pp. 213-242.
- León, F. (2000). *Mujer y trabajo en las reformas estructurales latinoamericanas durante las décadas de 1980-1990*, CEPAL, Serie Mujer y desarrollo (28), Santiago de Chile.
- Lipovetsky, G. (2000). *El imperio de lo efímero. La moda y su destino en las sociedades modernas*, Anagrama, Barcelona.
- Mallet, S. (1976). *La nueva clase obrera*, Tecnos, Madrid.
- Naville, P. y P. Rolle. (1963). "La evolución técnica y sus repercusiones en la vida social", en Friedmann, G. y P. Naville. (eds.), *Tratado de sociología del trabajo*, t. I, México, FCE, pp. 345-368.
- Organización Internacional del Trabajo. (2002). *Panorama Laboral 2002*, Oficina Internacional del Trabajo, Lima.
- Quinteros, C. (s/f). *Resistiendo creativamente. Actores y acción laboral en las maquilas de ropa en Centroamérica*, 22, Universidad de Costa Rica, San José.
- Quinteros, C., García, G. et al. (1998). *Dinámica de la actividad maquiladora y derechos laborales en el Salvador 1998*, Centro de Estudios del Trabajo y Centro de Solidaridad, AFL-CLIO, El Salvador, p. 53.
- Sen, A. (2001). "Work and rights", en Fetherolf, M. (ed.), *Women, gender and work. What is equality and how do we get there?*, International Labour Organization (ILO), Ginebra, pp. 33-44.
- Soley, R.R. (2001). *Experiencias de buenas prácticas empresariales en el sector maquila*, Oficina para Centroamérica, República Dominicana y Panamá, OIT, El Salvador.
- Thompson, E.P. (1991). "Introduction: Custom and Culture", *Customs in Common*, Penguin Books, Londres, pp. 1-15.
- . (1977). *La formación histórica de la clase obrera. Inglaterra: 1780-1832*, Laia, Barcelona.
- Touraine, A. (1963). "La organización profesional de la empresa", en Friedmann, G. y P. Naville. (eds.), *Tratado de sociología del trabajo*, t. I, FCE, México, pp. 384-425.

- Trice, H. (1993). *Occupational Subcultures in The Workplace*, ILR Press, Ithaca, Nueva York.
- Weber, M. (1971). *Sobre la teoría de las ciencias sociales*, Ediciones Península, Barcelona.
- . (2003). *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, introducción y edición crítica de Francisco Gil Villegas, FCE, México.
- Yáñez, S. (1999). "Consideraciones sobre flexibilidad laboral planteadas desde una mirada de género", en Insignia, J. y S. Yáñez (eds.), *Sindicalismo, género y flexibilización en el Mercosur y Chile. Inserción laboral femenina*, Fundación Friedrich Ebert y Centro de Estudios de la Mujer, Santiago de Chile.

## Evolucionismo, mejoramiento racial y medicina legal

Laura Suárez y López Guazo\*

Durante el último cuarto del siglo XIX la influencia del evolucionismo darwiniano fue tal, que en el ámbito de las ciencias de la vida no hubo aspecto que dejara de enfocarse desde esa óptica, que también se expresó en los ordenamientos jerárquicos para los grupos humanos y en diversas interpretaciones acerca de la determinación biológica del comportamiento. El auge de la antropología criminal, con base en el argumento de la recapitulación –es decir, la deducción de la historia evolutiva a partir del estudio del desarrollo de un organismo– y en el darwinismo, se orientó así a la búsqueda de caracteres *atávicos*, es decir, regresivos o *primitivos*, que reflejaran la morfología simiesca entre los individuos considerados *indeseables*, desde el punto de vista de su comportamiento social.

Por otra parte, la escuela frenológica francesa sostenía una correspondencia “innata” entre la forma del cráneo y la fisiología cerebral; para esa corriente, el desarrollo de la región posterior del cerebro y los lóbulos temporales correspondían al área de los instintos, situación que le llevó a postular la distinción entre las denominadas *razas frontales*, que calificaron como más inteligentes y las *razas occipitales*, cuyo desarrollo predominante ubicaron en el campo de los sentidos.<sup>1</sup>

Estas tesis tuvieron gran impacto en la antropología francesa, en la tipología criminal de Lombroso, en el desarrollo de la antropología médica y en la medicina legal occidental. La asociación de diversos caracteres anatómicos con la criminalidad, la locura, la delincuencia, la epilepsia y los patrones de conducta, fueron así calificados en su-

---

\* Profesora Titular de Tiempo Completo, Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, UNAM.

<sup>1</sup> Véase el interesante estudio de P. Thuillier (1983), “Una ciencia desconocida: la freniogenia”, en *La trastienda del sabio*, Fontalba, SA, Barcelona, pp. 41-45.

puestas verdades científicas como rasgos característicos de comportamiento antisocial innato y sus portadores considerados *socialmente peligrosos*.

La convergencia entre todas esas corrientes colocó a los médicos en una situación de poder, a partir de que los juristas consideraron “indispensable la intervención de los expertos” en los asuntos vinculados con las patologías mentales, para que éstos determinaran con herramientas “científicas” la responsabilidad legal de los delincuentes.<sup>2</sup>

Asimismo, el *principio de recapitulación*, planteado por el principal difusor del darwinismo en Alemania, Ernst Haeckel, cuyo postulado central sostiene que: “el desarrollo embrionario de las formas superiores representa la guía para deducir la evolución del árbol de la vida”, fue un elemento teórico que aunque se generó en el marco de la biología, permeó de manera notable el panorama de la antropología, y se manifestó en la orientación de los estudios para establecer linajes evolutivos de los grupos humanos e incluso constituyó un marco de *cientificidad*, el cual proporcionó valiosos elementos para el desarrollo de la antropometría, especialmente la craneometría, tan empleada en el último cuarto del siglo XIX, y posteriormente en la biotipología entre los años veinte y cincuenta del siglo XX; también fue usada para justificar las diferencias jerárquicas entre las razas, clases y géneros. En 1890, el destacado antropólogo estadounidense D.C. Brinton, señalaba:

El adulto que conserva más rasgos fetales infantiles o simiescos es sin lugar a dudas inferior al que ha seguido desarrollándose. [...] De acuerdo con esos criterios la raza blanca o europea se sitúa en la cabeza de la lista, mientras que la negra o africana ocupa el puesto más bajo [...] Todas las partes del cuerpo han sido minuciosamente examinadas, medidas y pesadas para poder constituir una ciencia de la anatomía comparada de las diferentes razas.<sup>3</sup>

Paul Broca (1824-1880), fundador de la Sociedad Antropológica de París en 1859, sostenía que los datos craneométricos confirmaban el hecho de que la naturaleza hubiese dispuesto la inferioridad de la raza negra y de la mujer, al afirmar:

---

<sup>2</sup> Véase M. Foucault (1967), *Historia de la locura en la época clásica*, t. 2, FCE, México; también la obra de Peset, J.L. (1983), *Ciencia y marginación... op. cit.*, 221 pp. y la obra de J.L. Peset y M. Peset (1975), *Lombroso y la escuela positivista italiana*, Instituto Arnau de Vilanova, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 741 pp.

<sup>3</sup> D.C. Brinton (1890), *Races and Peoples*, N.D.C. Hodges, eds., Nueva York, 313 pp.

A igualdad de condiciones, existe una relación significativa entre el desarrollo de la inteligencia y el volumen del cerebro. [...]

En general, el cerebro es más grande en los adultos que en los ancianos, en los hombres que en las mujeres, en los hombres eminentes que en los de talento mediocre, en las razas superiores que en las razas inferiores.<sup>4</sup>

A su vez, el psicólogo estadounidense Stanley Hall, señalaba en la primera década del siglo XX, en relación con los géneros:

[...] la clara diferencia psíquica entre ellos [los géneros] puede explicarse porque el cuerpo y el alma de la mujer son filéticamente [de acuerdo con su historia evolutiva] más antiguos y más primitivos, el hombre en cambio, es más moderno, más variable y menos conservador, por ello las mujeres tienden a conservar las viejas costumbres y los viejos modos de pensar.<sup>5</sup>

## **La escuela de Lombroso**

El médico Cesare Lombroso es sin duda una de las principales figuras de la medicina legal y de la antropología criminal italianas. Partió de la concepción del carácter hereditario del comportamiento criminal, con base en datos morfológicos y antropométricos, para concluir que los criminales son tipos atávicos desde el punto de vista evolutivo, producto de una regresión biológica. Para él, en el patrimonio hereditario de algunos individuos, existen gérmenes característicos de un pasado ancestral y, en algunos casos desafortunados, aquel pasado resurge, lo que conduce por su constitución innata a un comportamiento similar al de un mono o un salvaje normal al que consideró como el *tipo criminal*.

El positivismo jurídico italiano, uno de los más respetados por la vieja tradición del derecho romano, fortalece la convergencia entre la ciencia jurídica y la medicina. Las descripciones que los médicos realizaron a la luz de esas tesis, constituyeron un sólido apoyo a los juristas para la identificación de los criminales. La aplicación de novedades antropológicas en materia penal permitió a los médicos el con-

---

<sup>4</sup> P. Broca (1861), "Sur le volume et la forme du cerveau suivant les individus et suivant les races", *Bulletin Société d'Anthropologie*, 2, París, pp. 188 y 304.

<sup>5</sup> En S.J. Gould (1986), *La falsa medida del hombre*, Ediciones Orbis, Barcelona, p. 113.

trol absoluto de los enfermos mentales, de los manicomios, así como la orientación y duración de las penas a purgar. Esta vinculación tan estrecha entre la medicina y el derecho se difundió por el continente europeo, para ingresar finalmente a América.

La ayuda de la ciencia para el pronóstico de enfermedades mentales contó así con el permiso para estudiar el cuerpo y el alma de los delinquentes. Los juristas, criminalistas y médicos legistas, acudían a formarse en la escuela positiva, cuyos frutos fueron diversas teorías en torno a la concepción del criminal nato.

### **La influencia de Lombroso en América**

En el Nuevo Continente, la expansión de las ideas lombrosianas en el marco *cientificista* dominante del positivismo es tardía, pero fuerte y perdurable. Uno de los países en que incidió con mayor vigor fue Argentina, donde destaca la figura del médico, psicólogo y filósofo, José Ingenieros,<sup>6</sup> quien desde la primera década del siglo XX promovió la institucionalización de los estudios científicos sobre criminales y delinquentes. En 1907 fundó el Instituto de Criminología en la Penitenciaría Nacional de Buenos Aires y en 1911, frente a la enorme e indiscriminada inmigración europea a Sudamérica, sostenía: “[...] se impone evitar que otros grupos sociales nos endosen su población criminal; es indiscutible que cada Estado debe preocuparse de sanear su ambiente mediante una defensa social bien organizada y no descargando sobre otros sus bajos fondos degenerativos y antisociales”.<sup>7</sup>

Para Ingenieros, el Estado debía garantizar suficientes establecimientos controladores de los individuos *socialmente peligrosos*, ya que si la sociedad protege al criminal, se resguarda de su amenaza.

---

<sup>6</sup> José Ingenieros (1877-1925), es una de las figuras más destacadas del positivismo argentino; discípulo de Lombroso, profesor de psicología experimental en Buenos Aires; su afinidad con los argumentos del darwinismo spenceriano se encuentran en su obra *La simulación en la lucha por la vida*, publicada en 1903; así como en otra de corte filosófico titulada *La evolución de las ideas argentinas*. Una obra de gran relevancia en la que señala su postura respecto del tratamiento y la prevención de las patologías mentales es *Psicología genética* (1911).

<sup>7</sup> J. Ingenieros (1911), *Sistema penitenciario*, Buenos Aires, p. 8.

## La medicina legal en México

Entre los primeros trabajos sobre medicina legal en México, destacan los de Martínez Baca y Vergara, quienes en 1899 publicaron *Los tatuajes y Estudio psicológico y medicina legal de los delincuentes y militares del Estado de México*. Los tatuajes, de acuerdo con la tipología lombrosiana, eran característicos de los delincuentes; dos años después, los mismos autores publican otro estudio, con base en datos craneométricos de delincuentes de la Penitenciaría de Puebla, en el cual relacionan diversos tipos de delitos con formas craneales específicas.

Constancio Bernaldo de Quirós (1873-1959),<sup>8</sup> criminólogo argentino y connotado impulsor de las tesis lombrosianas en México, profesor de la Universidad de Puebla, propuso una clasificación *natural* de los criminales, que incluye: los habituales, los malhechores profesionales y la prostitución y mendicidad, como expresiones de parasitismo social. Su tratado de *Criminología*,<sup>9</sup> publicado en 1948, reseña los antecedentes a la popular obra de Lombroso de 1876, *El hombre delincuente*, misma que tuvo una fuerte influencia en la medicina legal mexicana hasta finales de los sesenta.

Quirós plantea cuatro tesis biológicas para interpretar el origen de la delincuencia: *a*) atavismo, *b*) degeneración, *c*) patologías y, *d*) explicaciones psicológicas. Coincide con la tesis de la herencia regresiva, acorde con el principio de la recapitulación de Haeckel, al ubicar al delincuente como un salvaje; señala una serie de rasgos característicos del *criminal nato*, tanto anatómicos como fisiológicos y psicológicos, para concluir que:

[...] el delincuente es una cierta reproducción orgánica, más o menos acabada del salvaje y el primitivo [...] La teoría del atavismo [...] es hasta hoy la mejor de las fórmulas para la interpretación de la delincuencia profesional y de los equivalentes mayores del delito, tales como la vagancia, la prostitución y la mendicidad.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Bernaldo de Quirós, C. (1901), en colaboración con José María Llanas, *Mala vida en Madrid*.

<sup>9</sup> Bernaldo de Quirós, C. (1948), *Criminología*, Universidad de Puebla, México, pp. 21-22.

<sup>10</sup> *Ibid.*, pp. 62-64.

## Mejoramiento racial y darwinismo

Sir Francis Galton (1822-1911), ha sido considerado uno de los fundadores de la antropometría y de la genética cuantitativa, dos disciplinas estrechamente vinculadas con su interés fundamental por la cuantificación y la herencia humana. Primo de Charles Darwin y seguidor de sus ideas evolucionistas, en 1865 publicó dos artículos en *Macmillan's Magazine*, en los cuales ya se detectan con claridad los elementos básicos de su propuesta teórica: la *eugenesia*, que define como “la ciencia que trata de todas las influencias que mejoran las cualidades innatas, o materia prima, de una raza; también aquellas que la pueden desarrollar hasta alcanzar la máxima superioridad”.<sup>11</sup> Posteriormente publica su obra más relevante y popular, *La herencia del genio* (1869), en la que pretende demostrar en forma matemática la herencia del talento. Para Galton, todas las características de una raza o grupo social están determinadas de manera exclusiva por la herencia y la selección, esta última, sin duda considerada por él como el motor natural del proceso evolutivo, cuya acción necesariamente se expresaba en la permanencia de los “mejores individuos”.

La influencia de la obra de Darwin, *El origen de las especies*, es clara en la construcción de la doctrina eugenésica propuesta por Galton. Desde su primer artículo, emplea de manera reiterada el concepto de *selección natural* para explicar las diferencias entre las diversas razas y el progreso de las sociedades humanas, aunque no coincide con el gradualismo darwiniano y desprecia el efecto de los factores ambientales; otorga importancia capital al mecanismo de la selección natural, mismo que destaca en sus propuestas para la instrumentación de los programas eugenésicos y que expresa de manera reiterada en su discurso, al afirmar:

---

<sup>11</sup> F. Galton (1865), “Hereditary talent and character”, *Macmillan's Magazine*, vol. XII, (junio) pp. 157-166, (agosto) pp. 318-327. Esta definición de eugenesia corresponde a la conferencia pronunciada por Francis Galton el 16 de mayo de 1904 ante la *Sociological Society*, en la Escuela de Ciencias Económicas y Políticas de la Universidad de Londres, en que actuó como moderador Karl Pearson. En F. Galton (1905), “Eugenics: Its Definition, Scope and Aims”, *Sociological Papers*, Londres, pp. 52-82. Véase también Álvarez-Peláez, R. (1988), *Francis Galton, herencia y eugenesia*, Alianza Editorial, Madrid, p. 165, en el que se encuentran los detalles de ese discurso de Galton.

Si seleccionamos personas que hubieran nacido con un tipo de características que deseamos intensificar y fueran obligadas a casarse dentro de los miembros así seleccionados... no habría dudas de que la descendencia nacería por fin con las condiciones buscadas...

En cuanto a la fuerza, agilidad y otras cualidades físicas, la *ley de la selección natural de Darwin* actúa con una severidad desapasionada y despiadada. El débil muere en la batalla por la vida, los individuos más fuertes y capaces son los únicos a los que se permite sobrevivir y legar su vigor constitucional a las generaciones futuras.<sup>12</sup>

Para Galton, ciertos rasgos de carácter están asociados a determinados tipos de temperamento, cualidades que para él resultan, sin duda, heredables; por ello, al referirse a nuestra especie, emplea el concepto de *constitución*, que implica una serie de cualidades innatas, como el carácter, el temperamento, la capacidad intelectual, aptitudes artísticas, etcétera. Esto refleja la influencia en Galton de los conocimientos de la medicina de su época, en la cual se considera la constitución de los individuos como factor hereditario y, a diferencia de Darwin, Galton otorga escaso valor al ambiente, incluso a la educación y cultura en el caso de los grupos humanos. Respecto de los indígenas americanos, los considera no sólo homogéneos en cuanto a sus caracteres morfológicos, sino también en cuanto a los aspectos de carácter y temperamento. Sostiene que a pesar de su amplia distribución:

[...] tienen básicamente el mismo carácter a lo largo de toda América. Los hombres, y en menor grado las mujeres, son naturalmente fríos, melancólicos, pacientes y taciturnos.

Lo que es cierto para la raza entera es igualmente cierto para sus variedades.

Otra diferencia, además de la inconstancia en el trabajo, es el hecho de que los salvajes parecen incapaces de progresar después de los primeros años de su vida.<sup>13</sup>

Galton utiliza el concepto de *fitness*, que Darwin emplea en el sentido de la reproducción diferencial, para explicar la ubicación de los individuos en la sociedad, es decir, en función de sus logros para escalar estratos sociales superiores.

---

<sup>12</sup> *Ibid.*, pp. 321 y 323, las cursivas son mías.

<sup>13</sup> *Ibid.*, p. 321.

La propuesta de Galton para impulsar el mejoramiento de nuestra especie, deriva de la práctica sostenida de la selección artificial: la *eugenesia negativa*, a partir de la limitación de la reproducción de los portadores de caracteres indeseables con la finalidad de eliminar los defectos genéticos presentes en las poblaciones humanas y, la *positiva*, consistente en favorecer al máximo la multiplicación de las constituciones hereditarias óptimas.

La influencia de Herbert Spencer (1820-1903)<sup>14</sup> en el pensamiento galtoniano, en torno a la reproducción, fue importante, ya que para el primero las clases bajas eran las más reproductivas, lo que daba como resultado la gran cantidad de pobres, faltos de talento e imposibilitados para realizar trabajo continuo. Para Spencer, existe una relación inversa entre el tamaño del cerebro, es decir, la inteligencia del individuo y su fertilidad: el más inteligente se reproduciría menos y utilizaría mejor el ambiente.<sup>15</sup> Al referirse a las diferencias entre lo que denomina “capacidad generatriz”, la cual refiere como la fertilidad en número de descendientes, compara la población rural de África, Canadá, Francia, Irlanda e Inglaterra. Afirma que muchos grupos humanos carentes de nutrición, poseen una elevada tasa de reproducción: “[...] los anglosajones, entregados a una vida de excesiva actividad, tienen una fecundidad inferior a la que determina el término medio. [...] la población irlandesa, mal alimentada, se multiplica con rapidez”.<sup>16</sup>

Las tesis de la doctrina eugenésica sobre la herencia del talento fueron consideradas para el establecimiento de las políticas sanitarias en diversos países europeos y en América; se relacionó estrechamente con

---

<sup>14</sup> Herbert Spencer era el encargado de las políticas sanitarias en Gran Bretaña, en el último cuarto del siglo XIX. Es importante destacar que en múltiples países se conocieron y/o aplicaron las tesis eugenistas, a partir del darwinismo social *spenceriano*. En Latinoamérica, al menos en Argentina y México, donde surgieron dos de las principales corrientes promotoras de la eugenesia, el darwinismo social de Spencer –aunado a la hegemonía del positivismo–, las concepciones de orden y progreso se emplearon como argumentos de cientificidad para legitimar la doctrina eugénica.

<sup>15</sup> R. Álvarez-Peláez (1985), *Sir Francis Galton, padre de la eugenesia*, Cuadernos de Galileo de historia de la ciencia, CSIC, Centro de Estudios Históricos, Madrid. Esta interesante obra reseña detalladamente los aspectos relativos a la formación académica de Galton y la influencia de diversos autores en la formulación de la teoría eugenésica; esta afirmación deriva del artículo de Spencer, H. (1852), “A Theory of Population, Deduced from General Law of Annual Fertility”, *Westminster Review*, Londres, p. 68.

<sup>16</sup> H. Spencer (1909), *Creación y evolución*, traducción al castellano de A. Gómez Pinilla, F. Sempere y Compañía Editores, Valencia, pp. 42-43.

el racismo y con la concepción de la degeneración de las clases bajas, ideologías sólidamente establecidas en las últimas décadas del siglo XIX y principios del XX.

La concepción del mejoramiento racial se relacionó con los programas de salud estatal, mismos que se apoyaron en la autoridad científica de la genética en auge a partir del inicio del siglo XX, que se consideraba podía conducir al progreso o decadencia de las naciones y se interpretaba como la causa “natural” de la estratificación social.

La doctrina eugenésica cobra fuerza en Latinoamérica en las tres primeras décadas del siglo XX. La Sociedad eugénica de Sao Paulo se funda en 1918, el Instituto de medicina social de Perú en 1927, la Sociedad mexicana de eugenesia para el mejoramiento de la raza en 1931 y la Asociación argentina de biotipología, eugenesia y medicina social en 1932, caracterizadas porque sus miembros eran connotados científicos, médicos y políticos.

A diferencia de Argentina, en que la eugenesia se instrumenta a partir de los problemas sociales derivados de la constante inmigración europea, la sociedad mexicana se encontraba constituida fundamentalmente por criollos, indígenas y mestizos. Los viejos debates acerca de la falta de una real integración de los indígenas a la vida nacional y el problema de poder garantizar la salud de los pobres, condujo a las tesis del mejoramiento racial y con éstas a tratar de impulsar la doctrina eugenésica.

En México, en 1910, se publicó el folleto denominado *Higiene de la especie: breves consideraciones sobre la stirpicultura humana*, de Francisco Hernández, y en diciembre de 1911 Blanche Z. de Baralt,<sup>17</sup> publicó una reseña del libro del eugenista inglés Caleb Saleeby, *Feminismo eugénico*, quien interpreta la eugenesia como protección a la mujer frente a las enfermedades venéreas y otros daños relacionados con la salud reproductiva.

En 1921, el primer Congreso mexicano del niño, impulsó las banderas de la eugenesia, la herencia y la orientación de la reproducción con fines de mejoramiento racial. En 1929, se fundó la Sociedad mexicana de puericultura en la Ciudad de México, con una sección especial de eugenesia dedicada específicamente a la herencia, a las enfermedades relacionadas con la reproducción, a la sexualidad infantil, a la educa-

---

<sup>17</sup> Blanche Z. de Baralt, “El Feminismo eugénico”, reseña del libro del mismo título de C.W Saleeby, publicado en el periódico *El Diario*, 24 de diciembre de 1911, México, s/p.

ción sexual y al control de la natalidad. De esta sociedad surgieron los promotores de la Sociedad mexicana de eugenesia para el mejoramiento de la raza (SME), misma que fundaron el 21 de septiembre de 1931,<sup>18</sup> con 130 miembros, científicos y médicos, caracterizada por su cercanía al círculo político en el poder y a las autoridades de salud pública.

Con el fortalecimiento de la Sociedad mexicana de eugenesia, muchos médicos y educadores centraron su atención en la educación sexual, promovieron proyectos de control de la natalidad, de difusión de salud matrimonial y de responsabilidad hacia la descendencia y, en 1932, impulsaron el Proyecto para la educación sexual y la profilaxis de las enfermedades venéreas como programa obligatorio de educación oficial para todos los niños menores de 16 años.<sup>19</sup>

La más clara evidencia de la postura eugenista ortodoxa en México se encuentra en el discurso del médico y fisiólogo Alfredo M. Saavedra (1893-1973), principal promotor, fundador, único director de la revista *Eugenesia* y presidente perpetuo de la SME, que surge como rama del Ateneo de ciencias y artes, siendo presidente de éste el ingeniero Félix Palavicini, diputado constituyente, director y dueño del diario *El Universal* desde 1914.

El doctor Alfredo M. Saavedra, personaje central en el caso de la eugenesia en México, publicó libros de higiene general y de biología, así como numerosos artículos en prestigiadas revistas tanto de medicina como de ciencias penales, en *Eugenesia*; *Revista mexicana de puericultura*; *Criminalia*; *Pasteur*; *Acción médica*; *Revista médica veracruzana*, así como en diversos periódicos desde 1931 hasta 1972. Indudablemente desempeñó un papel central en la difusión de las campañas sanitarias oficiales antivenéreas, antialcohol, por medio de múltiples programas radiofónicos que organizó a partir de la SME, transmitidos por Radio Gobernación y Radio Universidad Nacional, como mediante numerosos cursos que instrumentó, en los que participaron influyentes médicos, legisladores y juristas dedicados a la medicina legal y la criminología.

Desde la fundación de la SME el principal interés profesional de Saavedra fue impulsar las tesis del eugenismo, hasta 1972, en que aparecen sus últimas publicaciones, mismas que evidencian su falta de prepa-

---

<sup>18</sup> José Rulfo, "Ponencia de Eugenesia" ante el Primer Congreso Nacional de Medicina Interna, celebrado en la Ciudad de México, *Eugenesia*, órgano de la Sociedad mexicana de eugenesia, t. III, núm. 31, mayo de 1942, p. 12.

<sup>19</sup> Alfredo M. Saavedra (1967), *México en la educación sexual (de 1860 a 1959)*, Costa Amic, México, p. 31.

ración en el campo de la genética y del evolucionismo. De 1929 a 1931 formó parte de la Sección de Eugenesia de la Sociedad mexicana de puericultura, junto con el doctor Rafael Carrillo, presidente de la Academia nacional de medicina de México, ambos fundadores de la SME.

En México, el panorama general de las ciencias humanas –antropología, sociología, medicina legal, biología humana–, desde el inicio de los treinta hasta finales de los sesenta del siglo XX, estaba cargado de concepciones hereditaristas, como la idea lombrosiana del criminal nato, la tesis de la degeneración, la tendencia a la transmisión del pauperismo, de diversas toxicomanías, la predisposición a la prostitución, e incluso la ubicación de la homosexualidad como condición antisocial innata. La preocupación del gremio médico y de los penalistas por la reproducción de los caracteres *socialmente indeseables*, se encuentra prácticamente en todas las publicaciones de la época.

En México, a partir de los años treinta del siglo XX, la biotipología se transformó en el método ideal para establecer grupos de acuerdo con los rasgos somáticos, psicológicos y fisiológicos, técnica que se aplicó a diversas etnias, clases sociales y también en los centros de reclusión para infractores y para enfermos mentales. Con esa orientación, destaca la labor pionera del grupo encabezado por el psiquiatra José Gómez Robleda y el criminólogo Alfonso Quiroz Cuarón.<sup>20</sup>

En México, como en muchos otros países occidentales, la asociación entre la medicina y la ciencia jurídica desempeñó un papel relevante para el establecimiento de los sistemas penitenciarios. Los médicos, especialmente psiquiatras y los dedicados a la medicina legal, eran considerados por los jueces como el personal *experto* para resolver los aspectos relacionados con la higiene mental, por tanto capaces de dictaminar acerca de la salud mental de los criminales e, incluso, de los sujetos considerados portadores de caracteres calificados como psicopatológicos, generadores de patrones de comportamiento *antisocial*, que auxiliaron a los juristas para determinar la responsabilidad en torno a los actos delictivos que se juzgaran, los tratamientos y la duración de las penas.

El doctor Alfonso Millán Maldonado, director médico del Manicomio General de la Ciudad de México, de 1934 a 1938, y médico del

---

<sup>20</sup> Véase el amplio análisis que respecto de la biotipología en México realiza Gonzalo Aguirre Beltrán en su libro *Obra antropológica XIII, antropología médica*, capítulo IV, FCE, México, 1994.

mismo de 1932 a 1970, quien también representó a México en los congresos internacionales de salud mental y varios congresos internacionales de eugenesia, entre los años treinta y cincuenta, refiere un estudio que realizó con la finalidad de ubicar el peligro derivado del comportamiento antisocial de los homosexuales, que para él, tiene componentes de origen hereditario que guían "...la desviación del instinto sexual que apartándose de la evolución normal de la especie humana, conduce a algunos hombres a buscar placer sexual en individuos del propio sexo". Señala que de acuerdo con la teoría biológica general, representa "...un retardo en la evolución normal y habitual del desarrollo siendo entonces el pervertido sexual, [...] un individuo cuyo paralelismo entre las etapas cronológicas y biológicas está perdido"; estima que el ambiente puede reforzar la homosexualidad.<sup>21</sup>

Millán retoma la contribución del filósofo mexicano Samuel Ramos, quien adoptara la noción adleriana del *complejo de inferioridad*, para interpretar la homosexualidad en el mexicano:

Samuel Ramos intentó hacer un psicoanálisis del mexicano, del cual sólo logramos conocer algunos capítulos relativos al simbolismo sexual del tipo conocido como "el pelado". [...] Naturalmente esto no excluye la existencia de muchos y bien variados complejos de inferioridad de origen sexual. En realidad, el homosexual es visto entre nosotros con repugnancia y asco, y no puede en ningún caso ser producto del medio. [...] El tipo más frecuente en México tiene un serio complejo de inferioridad que lo hace rencoroso, vengativo, intrigante y pérfido. [...] Del macho tiene el espíritu agresivo, hostil y vanidoso; y de la hembra [...] la intriga fina y la coquetería traicionera.<sup>22</sup>

Finalmente, Millán sostiene que el pervertido sexual es peligroso por su psicología, por su constitución mental y por su incapacidad social, productora de toda clase de conflictos que generan actos criminales; por ello, considera que los técnicos en psiquiatría, deberán abocarse al tratamiento de esa patología, para lograr, acorde con el moderno concepto de la criminología, una adecuada profilaxis social.

Millán Maldonado participó activamente en 1942 durante el proceso penal de un caso que conmocionó la opinión pública en nuestro

---

<sup>21</sup> Millán, A.M. (1934), "Carácter antisocial de los homosexuales", *Criminalia, revista de ciencias penales*, órgano de la Academia mexicana de ciencias penales, año II, núm. 4, diciembre, pp. 53-59, cita en pp. 53-54.

<sup>22</sup> *Ibid.*, pp. 56-57.

país, el del estrangulador de mujeres en Tacuba, Gregorio Cárdenas. Otros psiquiatras, encargados por el juez López Portillo para los efectos periciales relativos al estudio sobre la salud mental de Cárdenas, fueron Alfonso Quiroz Cuarón y José Gómez Robleda, quienes realizaron un amplio estudio antropométrico para diagnosticar la constitución somática del inculcado, ya que, de acuerdo con la opinión de este último, gracias a la antropometría y biotipología es posible conocer las *inclinaciones morbosas* del sujeto;<sup>23</sup> también el psiquiatra español Gonzalo Lafora participó en los estudios para establecer el diagnóstico psicopatológico del apodado “Chacal de Tacuba”.

Ese escandaloso suceso provocó que de nuevo se volviera a insistir en México acerca de la conveniencia de castigos ejemplares como la pena de muerte, misma que provocó fuertes polémicas en el Congreso de la Unión, aunque no se estableció su implantación.

Frente a ese multihomicidio, los psiquiatras más destacados en los inicios de los cuarenta, se pronunciaron básicamente por tres alternativas: internamiento en clínicas psiquiátricas, pena de muerte y medidas quirúrgicas como la lobotomía.

Una postura diferente de los presupuestos antes señalados representó la del doctor Alfonso Millán Maldonado, quien expresó de manera contundente la posibilidad de utilizar a los criminales además de garantizar la paz social:

Desde hace tiempo yo he sostenido la tesis de que para los criminales que representen un verdadero peligro social, debe imponerse la pena de muerte con la taxativa de que el propio individuo escoja entre el fusilamiento o la asistencia obligada a un laboratorio para hacer con él experimentos científicos [...] podría servir de medio para investigaciones científicas importantes, con la posibilidad, *remota si se quiere*, de que pueda curarse y hasta conseguir su regeneración.<sup>24</sup>

En sesión de la Sociedad mexicana de neurología y psiquiatría, del 20 de octubre de 1942, bajo la presidencia del doctor Guevara Oropeza, se leyó el estudio psicopatológico que realizó el doctor Gonzalo Lafora del inculcado de multihomicidio Gregorio Cárdenas. Millán criticó

---

<sup>23</sup> Opinión de Gómez Robleda publicada en *Excelsior*, 13 de octubre de 1942.

<sup>24</sup> Opinión de Alfonso Millán M. (1942), “Un psiquiatra cree que Cárdenas mató a sus víctimas en un instante de paroxismo”, *Excelsior*, 10 de septiembre, las cursivas son mías.

severamente la actitud del doctor Lafora por su falta de ética profesional al difundir en los diarios los resultados de su estudio. Por su parte, Salazar Viniegra, discípulo de Lafora, le criticó su falta de rigor científico, la concepción hereditarista que sostenía respecto del origen de la epilepsia y el empleo del obsoleto psicodiagnóstico de Rorschach (de las manchas de tinta). El diagnóstico de Salazar, para el caso señalado, correspondía a un esquizofrénico. Millán expresó su opinión al afirmar: “el trabajo que don Gonzalo nos ha presentado hoy no es un trabajo científico [...] es precipitado y superficial”.<sup>25</sup>

El famoso jurista José Ángel Ceniceros, uno de los fundadores de la Academia mexicana de ciencias penales, argumentó respecto del caso de Gregorio Cárdenas, y dada la multiplicidad de diagnósticos psiquiátricos que desorientaban la opinión pública y de los penalistas, que: “Ya nos lo dirán los señores psiquiatras. ¿Pero qué importancia práctica puede tener para el juez este diagnóstico...? Nada menos que considerar al tipo neurótico como normal, para los efectos de la aplicación de una pena de prisión”.<sup>26</sup>

Ceniceros colocó al sistema judicial en la disyuntiva de fijar el diagnóstico que finalmente redundaría en la responsabilidad penal de Cárdenas si se consideraba neurótico, o en situación de total irresponsabilidad de resultar, de acuerdo con los peritos psiquiatras, como epiléptico o esquizofrénico. El diagnóstico de la neurosis fue desechado en un primer momento; con otro, poco claro, fue considerado enfermo mental e ingresó al manicomio de La Castañeda.

## **A manera de conclusión**

Las tesis derivadas del núcleo central del evolucionismo han sido extrapoladas, e incluso tergiversadas, para establecer forzadas tipologías

---

<sup>25</sup> Acta de la sesión ordinaria de la Sociedad mexicana de neurología y psiquiatría, 20 de octubre de 1942, pp. 6-28.

<sup>26</sup> J.A. Ceniceros, 1943, “Entre las sombras de la psiquiatría: el caso de Gregorio Cárdenas, el estrangulador de cuatro mujeres”, *Criminalia*, órgano de la Academia mexicana de ciencias penales, año IX, núm. 1, pp. 30-34, cita en p. 34. Luis Jiménez de Asúa, jurista español exilado en México, también interesado en la psiquiatría y criminología, había publicado en Argentina su popular obra *Psicoanálisis criminal* (1940); parte de los argumentos que aquí señala Ceniceros, reflejan la influencia del trabajo de Jiménez de Asúa, entre los penalistas mexicanos.

como la lombrosiana, los elementos surgidos en el campo de la frenología y craneometría que durante más de un siglo sirvieron para legitimar y reforzar viejas ideologías, respecto de las diferencias raciales, de clase e incluso de género, con una supuesta base científica.

En México, a la antropometría y biotipología se sumó el dominio de las pruebas de inteligencia y diversas técnicas psicométricas. Con el auge de la genética a partir de los años cincuenta del siglo XX, los signos de la criminalidad innata no se buscaron en una serie de estigmas anatómicos, ya que a partir de los sesenta los cromosomas X y Y se tipificaron como signos de agresión y potencial de criminalidad; en la actualidad muchos estudiosos de la mente atribuyen la conducta criminal al mal funcionamiento de áreas específicas del cerebro (lo que les acerca a una nueva faceta de la frenología).

Los enormes progresos de la biología, ingeniería genética y biomedicina, han permitido un proceso discriminatorio más discreto y sofisticado que con el presupuesto de la neutralidad científica; han resurgido y se fortalecieron a partir de los años setenta del siglo pasado. Francis Crick, cuyo modelo de ADN le valió el Premio Nobel de fisiología y medicina en 1953, declaraba en 1979: "Ningún recién nacido debería ser considerado humano sin haber pasado previamente cierto número de pruebas relativas a su dotación genética... En caso de fracaso, pierde su derecho a la vida". Linus Pauling, Nobel de Química en 1954 y de la Paz en 1962, sugirió que "...todo el mundo debería llevar en la frente un tatuaje que simbolizara su genotipo".<sup>27</sup>

Es importante resaltar que aunque los prejuicios sociales son difíciles de desarraigar, conocer la historia y el estado actual de nuestras disciplinas nos permitirá desmontar el uso ideológico del conocimiento en que se apoyan.

La amplia difusión de Lombroso y de la tesis de la recapitulación, a pesar de sus premisas carentes de científicidad, se proyectaron desde la antropología y la medicina hasta la literatura; no podemos olvidar su influencia en *La resurrección*, de Tolstoi (1899); *Drácula*, de Stoker; *Eugenia*, del destacado psiquiatra yucateco Eduardo Urzaiz (1919), entre muchas otras que de fondo sostienen el mismo argumento: el mono que algunos llevamos dentro o el criminal como error de la naturaleza.

---

<sup>27</sup> P. Thuillier (1984), "La tentación de la eugenesia", *Mundo científico*, vol. 4, mayo, núm. 38, p. 781.

Si analizamos la funesta trascendencia del empleo del conocimiento originado en el campo de la antropología criminal, desde el último cuarto del siglo XIX y a lo largo del XX, podemos predecir los resultados del diagnóstico médico, que inevitablemente generará el saber derivado del famoso Proyecto Genoma Humano, que sin duda generará terribles “injusticias genéticas”, ya que en algunos individuos se harán evidentes los genes que les predisponen a ciertas enfermedades, y se verán afectados tanto en sus derechos elementales como en el ámbito del trabajo y en general en sus condiciones de vida, como consecuencia de su dotación hereditaria.

Estados Unidos fue el país de América en donde los programas eugenésicos tuvieron un mayor impacto, incluso llegaron a legalizarse. Particularmente en Indiana, en 1907, se aprobó una ley dada la importante inmigración negra y el incremento de la pobreza en las ciudades en crecimiento, que sancionaba las mezclas raciales, restringía la inmigración y permitía la esterilización de los *inadaptados sociales*, como medida terapéutica eugenista. Para 1915, doce estados de la Unión Americana habían legislado ya en este sentido. En 1906, en Connecticut, no sólo se prohibía el matrimonio, sino las relaciones extramaritales con los débiles mentales, locos sifilíticos, alcohólicos y algunos tipos criminales. La ley de New Jersey de 1911, alude razones para la esterilización como la debilidad mental, la epilepsia y *otros defectos*. En 1913, Iowa ya incluía “lunáticos, drogadictos, personas enfermas y degeneradas”.

En 1931 habían sido esterilizadas en Estados Unidos, al menos, 60 000 personas, alrededor de 50 por ciento en California, uno de los estados con mayor inmigración latinoamericana. Incluso en algunos estados como Virginia, las leyes de esterilización tuvieron vigencia desde 1924 hasta 1972; se realizaron 7 500 operaciones en hombres y mujeres blancos y niños con problemas de disciplina, a partir de una supuesta debilidad mental, conducta antisocial o imbecilidad, con base en la escala Stanford-Binet.<sup>28</sup>

Las propuestas para resolver los problemas relativos a la medicina social reflejan el poder del *saber científico* para definir la situación de los individuos socialmente marginados, considerados por algunos juristas y médicos mexicanos como portadores de caracteres anormales, producto de la herencia regresiva o atávica que se relacionó con la

---

<sup>28</sup> S.J. Gould, 1986, *La falsa medida del hombre*, Ediciones Orbis, Barcelona, p. 355.

criminalidad, el pauperismo, la malvivencia, la debilidad mental, la locura, la homosexualidad y la prostitución, generalmente soslayando las condiciones de vida de los afectados.

En la actualidad, las numerosas técnicas diseñadas para controlar y dirigir la evolución de nuestra especie conllevan serias críticas acerca de su empleo, a partir de elementos que se vinculan con aspectos legales, religiosos, socio-políticos y de manera más amplia con las reflexiones estrechamente relacionadas con la ética que debería sustentar de manera sólida la actividad científica.

En la antigüedad se aseguraba que los monarcas recibían mediante su consagración cualidades divinas que les otorgaban, incluso, la capacidad para curar diversos tipos de enfermedades. En nuestros días, la supuesta superioridad de ciertas razas, de género, o de las clases sociales privilegiadas, se asocia con la detección de la medida de la inteligencia y con el análisis genético. Así, quienes aluden a las tesis hereditaristas intentan mantener las desigualdades existentes en cuanto a educación, nutrición, trabajo y calidad de vida en general.

Quienes sostienen las tesis del determinismo biológico, hacen uso tanto del conocimiento popular como del científico y formulan múltiples procedimientos de evaluación de las cualidades consideradas *innatas*, como inteligencia, destreza, habilidades, propensión al delito, etcétera; responde al objetivo central de establecer diferenciaciones que les permitan fortalecer su postura ideológica.



## De mitocondrias, de la ciencia básica, y del apoyo a la ciencia en nuestro país

*Diego González-Halphen\**

Los conceptos éticos que manejamos los científicos pueden parecer elementales para los filósofos, pero me parece que unas cuantas reglas básicas son suficientes para navegar sin zozobrar por los ríos de la ciencia: i) realizar experimentos con limpieza, analizarlos exhaustivamente y reportarlos con honestidad, ii) reconocer de manera adecuada al personal, a los estudiantes, y a los colegas que participaron con su trabajo y sus ideas en el proyecto y en las posibles publicaciones, iii) manejar los recursos recibidos con honestidad y tratar de utilizarlos de la manera más eficiente posible, iv) atenerse a las reglas establecidas en el manejo de animales de experimentación, y v) atenerse a las reglas de consentimiento informado y a los dictados de los comités de ética hospitalarios cuando se trabaja con pacientes. Creo también, que la mayoría de mis colegas cumplen con naturalidad estas reglas y que los casos de excepción carecen de importancia, ya que la ciencia es una actividad humana que se autocorriga y tarde o temprano los fraudes pierden sustento, son expuestos, y caen por su propio peso. Es verdad que existen otros temas científicos de actualidad que también conciernen a la ética y que han sido ampliamente discutidos en otros foros, como son la clonación humana, los alimentos transgénicos, las consecuencias del conocimiento del genoma humano y en un futuro cercano de los genomas individuales de las personas, y la utilización de células troncales. No abordaré dichos temas, primero, porque no soy un especialista en ellos y, segundo, porque creo que corresponden a foros más amplios de discusión.

La invitación a participar en un simposio de ciencia y ética me hace pensar en la frase “zapatero a tus zapatos”, ¿qué es lo que yo sé hacer?

---

\* Departamento de Genética Molecular, Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México. [dhalphen@ifc.unam.mx]

Pues bien o mal, para lo que fui entrenado por mis maestros y lo que aprendí con base en mi propia experiencia: hacer investigación (Priestley solía decir: “todo lo que aprendí, lo aprendí en la mesa de mi laboratorio”). Por eso es que deseo hablar aquí de lo que me es más familiar y de lo que conozco: la mitocondria (véase [Figura 1](#)).

También aprovecho este espacio para relatar un ejemplo, producto de mi propia experiencia, donde un proyecto de investigación básico, encaminado a conocer acerca de la migración de genes mitocondriales al núcleo en algas verdes, llevó a resultados insospechados que tienen aplicación directa en el desarrollo de posibles terapias para tratar enfermedades mitocondriales humanas.

Las mitocondrias son organelos que se encuentran presentes en la mayoría de las células eucariontes y tienen una participación fundamental en el metabolismo celular. Se consideran las “plantas de energía” de la célula, ya que producen el ATP, “la moneda de intercambio energético” en el metabolismo celular (véase [Figura 2](#)).

Además de producir ATP mediante la fosforilación oxidativa, se relacionan con procesos de muerte celular, de envejecimiento, y con diversos procesos patológicos. En general las mitocondrias presentan una forma ovalada cuyo tamaño, estructura interna y número, varían en los diferentes tipos celulares. Están compuestas por dos membranas, una interna y otra externa, que engloban una matriz donde residen múltiples enzimas del metabolismo. Las mitocondrias también contienen varias copias de un genoma que codifica proteínas de la membrana interna y algunos elementos necesarios para su traducción como RNAs ribosomales y de transferencia. Los otros cientos de proteínas que requiere la mitocondria para su funcionamiento (unas 650 proteínas) se encuentran codificados en el genoma nuclear, se sintetizan en el citosol y son importados al interior de la mitocondria hasta el compartimento que les corresponde.

La explicación más aceptada del origen de las mitocondrias se conoce como *teoría de la endosimbiosis* (el englobamiento y la esclavización de una bacteria por otra célula). En ella se propone que las mitocondrias son descendientes de un endosimbionte bacteriano que se estableció en el citosol de una célula ancestral en una etapa temprana de la evolución. Las secuencias de genes mitocondriales han permitido rastrear los orígenes de las mitocondrias hasta un ancestro bacteriano de los miembros de la subdivisión de los rickettsiales, a la cual pertenecen parásitos intracelulares actuales del género *Rickettsia*. Se considera que la

endosimbiosis que dio origen a las mitocondrias ocurrió en una sola ocasión, por lo que suele decirse que todas las mitocondrias tienen el mismo ancestro. Las mitocondrias contienen su propio material genético (véase [Figura 3](#)).

Los genomas mitocondriales son el resultado de una reducción del genoma bacteriano del endosimbionte original, y a pesar de que todos los genomas de las mitocondrias se originaron a partir de una misma molécula, en cada grupo particular de organismos han evolucionado de manera distinta. Actualmente, los genomas mitocondriales presentan una gran diversidad en tamaño, organización, y complejidad (véase [Figura 4](#)). A pesar de esta gran variedad, en general todos ellos presentan genes que codifican para ARNs ribosomales (ARNr), ARNs de transferencia (ARNt), un conjunto limitado de subunidades polipeptídicas de los complejos membranales que participan en la fosforilación oxidativa (FOS-OX), y un conjunto variable de proteínas involucradas en la síntesis de proteínas.

Entre los genomas mitocondriales de tamaño medio encontramos los ADN mitocondriales de vertebrados y hongos. En mamíferos encontramos un conjunto casi invariable de trece genes que codifican para componentes clásicos de la FOS-OX (probablemente los componentes ancestrales, es decir, aquellas subunidades que se encontraban presentes en los complejos de la bacteria endosimbionte): *nad1*, *nad2*, *nad3*, *nad4*, *nad4L*, *nad5*, *nad6* (subunidades del complejo I o NADH: ubiquinona oxidorreductasa), *cob* (el citocromo *b* del complejo III o ubiquinol: citocromo *c* oxidorreductasa), *cox1*, *cox2*, *cox3* (subunidades del complejo IV o citocromo *c* oxidasa), *atp6*, *atp8* y *atp9* (subunidades de la  $F_1F_0$ -ATP sintetasa) (véase [Figura 5](#)).

Aunque la contribución del ADNmt es esencial, la mayor parte de la información para la función y biogénesis mitocondrial se encuentra en el genoma nuclear. Las proteínas correspondientes, que en el caso de la levadura se estiman en unas 600, son traducidas en el citosol y transportadas al compartimento mitocondrial correspondiente. Uno de los requerimientos para la importación exitosa de la mayoría de proteínas es la presencia de una presecuencia mitocondrial, es decir, una extensión polipeptídica en el extremo amino terminal que dirige a la proteína recién sintetizada hacia la mitocondria. Esta presecuencia por lo general es pequeña (de 20 a 60 residuos de aminoácidos), capaz de formar una alfa-hélice anfifílica, que puede ser reconocida por la maquinaria de importación mitocondrial. Finalmente, una proteasa de la

matriz mitocondrial corta dicha presecuencia mitocondrial dando lugar a la proteína madura.

A partir del conjunto de 1 000 genes o más que debieron encontrarse en el genoma del ancestro premitocondrial, la tendencia general de la naturaleza ha sido la de reducir el contenido génico de las mitocondrias. De esta manera, los genomas mitocondriales actuales representan sólo una fracción de aquellos genes que estaban presentes en el endosimbionte. La mayor parte de esta pérdida de material genético debió suceder durante el establecimiento de la endosimbiosis, y en principio puede ser el resultado de dos fenómenos distintos: i) la eliminación de genes no esenciales o de información, cuya función pudo ser sustituida por los genes nucleares del hospedero, y ii) la migración de genes desde la mitocondria hacia el núcleo celular.

Nuestro interés se ha centrado en estudiar los genes que migraron de la mitocondria al núcleo en las algas verdes como *C. reinhardtii* (véase [Figura 6](#)).

La migración de genes desde la mitocondria al núcleo es un proceso que puede dividirse en varios pasos: en primer lugar, el material genético debe atravesar las membranas mitocondriales e ingresar en el núcleo a través de los poros de la membrana nuclear. Posteriormente, debe integrarse en el genoma y adquirir elementos de regulación y expresión nucleares. Después de un cierto periodo durante el cual tanto el gen mitocondrial como la copia nuclear son funcionales, cualquiera de las dos copias puede ser silenciada y eventualmente eliminada. Se han estudiado diversos modelos en los que se observan etapas intermedias de la relocalización, lo que nos permite conocer algunos de los patrones que rigen este fenómeno.

En primer lugar, debe existir una disponibilidad del material genético, ya que en principio los genes migrantes pueden incluir cualquier región del genoma mitocondrial siempre y cuando se encuentren en número abundante, de manera que la ausencia de alguna de sus copias no repercuta en el funcionamiento mitocondrial. Esto se resuelve de manera muy sencilla gracias a la redundancia de organelos: en general hay varias mitocondrias en toda célula y cada mitocondria contiene un número variable de genomas. Estas dos características permiten que exista una fuente continua de moléculas de ADN disponibles para migrar. La migración del material genético implica su salida de la mitocondria, que podría suceder a través de rompimientos temporales de las membranas mitocondriales.

En mi laboratorio hemos estudiado la migración de genes al núcleo que presentan las algas clorofíceas, como *Chlamydomonas reinhardtii* y *Polytomella* sp. En la mayoría de los organismos eucariotes, las tres subunidades más grandes de la oxidasa (COXI, COXII, COXIII) y dos de las subunidades de la ATP sintetasa (ATP6 y ATP8) se encuentran codificadas en el ADN mitocondrial en los genes correspondientes *cox1*, *cox2*, *cox3*, *atp6* y *atp8*, y son sintetizadas en la matriz mitocondrial. En las algas clorofíceas, las subunidades COXII, COXIII y ATP6, se encuentran codificadas en el genoma nuclear.

Una vez que un fragmento de ADN ha salido de la mitocondria, puede entrar al núcleo fácilmente. Los genes migrantes pueden integrarse en el genoma nuclear por medio de varios mecanismos, en regiones que no interfieren con la actividad de los genes nucleares, como en intrones, en regiones intergénicas, o en regiones teloméricas. Para que una migración sea exitosa, el gen mitocondrial relocalizado en el genoma nuclear debe activarse y convertirse en un gen funcional. Una modificación importante es que la proteína adquiera una presecuencia mitocondrial que le indique que debe dirigirse e importarse al interior de la mitocondria. Si por alguna razón no se llevan a cabo las modificaciones necesarias para activarlo, el gen puede desaparecer, o bien permanecer en el genoma nuclear como un pseudogene.

Durante un periodo relativamente corto, los genes mitocondrial y migrante establecido en el núcleo deben expresarse de manera simultánea. Dependiendo del azar y de la tasa de mutación de cada genoma, eventualmente algunas de las dos copias del gen se silenciará y se eliminará. La eliminación de un gen es un fenómeno paulatino durante el cual se van perdiendo y editando fragmentos, hasta que llega un momento en que su transcripción desaparece. La inactivación de los genes también puede suceder por la introducción de un codón de término en la secuencia nucleotídica. En cualquier caso, casualmente el gen se elimina por completo y desaparece de alguno de los dos genomas.

Es evidente que la migración de genes desde la mitocondria hasta el núcleo es un proceso complejo que requiere de cambios importantes en los genes migrantes. Nuestros estudios sobre la migración de genes en las algas verdes han desembocado en una posible aplicación en el desarrollo de terapias génicas para enfermedades mitocondriales en el humano.

El genoma mitocondrial humano es una molécula pequeña, circular, de doble cadena que contiene 37 genes. De éstos, 24 son parte de la

maquinaria de traducción mitocondrial (dos ARNr y 22 ARNt) y trece codifican subunidades de la cadena respiratoria (siete subunidades del complejo I, una subunidad del complejo III, tres subunidades del complejo IV y dos subunidades del complejo V). Como todo ADN, el mitocondrial (ADNmt) también está sujeto a mutaciones. Algunas de éstas pueden dar lugar a distintas enfermedades en los humanos (véase [Figura 7](#)). Se han descrito más de 100 mutaciones en el genoma humano. Desde el punto de vista genético, estas mutaciones del ADNmt pueden caer en tres categorías: i) mutaciones en genes que codifican proteínas; ii) mutaciones en genes de ARN estructurales como ARNt y ARNr y que, por lo tanto, afectan todo el proceso de síntesis de proteínas en el organelo; y iii) rearrreglos del genoma a gran escala como ablaciones o duplicaciones. Estas modificaciones pueden producir diversas condiciones patológicas. Es importante también mencionar que se han descrito numerosas enfermedades producidas por el mal funcionamiento de las mitocondrias, pero involucran genes que se encuentran codificados en el genoma nuclear.

Hasta el momento no existe ningún tipo de terapia para los síndromes mitocondriales, sólo existen tratamientos paliativos, como mejoras en la dieta, algunas correcciones quirúrgicas y tratamientos con sustituciones de los productos de las vías metabólicas alteradas, los cuales pueden disminuir los problemas y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Una de las razones que dificultan aún más este problema médico ha sido la heterogeneidad de cada uno de los síndromes. Se han planteado varias estrategias para desarrollar terapias génicas que puedan corregir las enfermedades mitocondriales. Estas estrategias incluyen introducir genes modificados o productos génicos a la mitocondria a través de la maquinaria de importación proteica; o bien por la inhibición del ADNmt alterado por complejos de ácidos nucleicos y proteínas antígenómicas dirigidos a secuencias específicas. Otro tipo de terapia génica consiste en colocar en el núcleo una copia “normal” del gen o genes alterados y dirigir los productos que se sintetizan en el citoplasma hacia la mitocondria. Esta activación funcional de un gen en un compartimento celular diferente de su lugar de origen se conoce como expresión alotópica. Esta última estrategia consiste en llevar a cabo en células humanas, de manera artificial, lo que las algas verdes han realizado naturalmente durante su evolución. En las algas verdes, varios genes han migrado de la mitocondria al núcleo, y ahora codifican proteínas que se sintetizan en el citosol y se importan al interior de las mitocondrias.

Recientemente, el grupo del doctor Eric Schon en la Universidad de Columbia, ha observado que la expresión del gen nuclear *atp6* de *C. reinhardtii* en células humanas con el gen mitocondrial *atp6* mutado, ha rescatado la deficiencia en la síntesis de ATP en estas células. De manera sorprendente, un gen de una alga verde ha podido restaurar parcialmente la actividad mitocondrial deficiente de algunas células humanas. Estos estudios están sentando las bases de una eventual terapia génica para enfermedades humanas relacionadas con las mitocondrias (véase Figura 8). Este es un ejemplo de cómo un proyecto de investigación básica puede tener aplicaciones en el desarrollo de terapias para pacientes con alteraciones en la función mitocondrial.

Deseo terminar regresando al problema de la ética. Considero que el Estado tiene la obligación de apoyar el desarrollo de la ciencia básica. De hecho, quisiera proponer que se trata de una obligación ética. La ciencia debe apoyarse por ser una manifestación cultural y debe apoyarse sin ambages y sin escatimar los recursos en pro de una supuesta "ciencia aplicada" que traería beneficios inmediatos. La ciencia que debe apoyarse es necesario que cumpla un solo requisito: ser de calidad. Además, como el ejemplo aquí descrito, nunca sabremos "por dónde va a saltar la liebre", y cuándo un problema de ciencia básica puede tener aplicaciones inesperadas. También quiero señalar que si no tuviera aplicación alguna, la buena ciencia no deja de ser importante e interesante, y que vale en sí misma porque genera nuevas ideas y expande nuestros conocimientos.



# Nanotecnología: ¿revolución científica o ética?

*Víctor Manuel Castaño Meneses\**

## **Introducción: materiales y civilización**

Desde el punto de vista tanto de la comunidad científica misma como de la sociología, el fenómeno de la llamada “ciencia de materiales” representa un hito histórico. En efecto, hace escasamente medio siglo, no existía grupo alguno en el mundo que se describiera a sí mismo como “científicos de materiales”, so pena de dar a entender que se trabajaba simplemente en la industria de la construcción, lejos, muy lejos de la ciencia “respetable” de la época. Sin embargo, y en buena parte debido a los éxitos de la industria de los semiconductores, que demostró, por un lado, la capacidad de los físicos para lograr un impacto económico importante en la sociedad y, por el otro, la característica necesariamente interdisciplinaria de la tecnología moderna, varios grupos de físicos y químicos del estado sólido y de ingenieros metalurgistas, comenzaron, en los años sesenta, a reunirse en foros comunes tratando de encontrar puntos de vista complementarios sobre problemas técnicos que rebasaban a cada una de las especialidades por separado. A partir de los setenta, y sobre todo en los últimos tres lustros del siglo XX, la ciencia de materiales no sólo se consolidó como una disciplina con identidad propia y respetada en la comunidad internacional (¡hoy en día hasta es un orgullo ser “científico de materiales”!) sino como una de las especialidades de mayor crecimiento en una época en que los jóvenes sienten poca atracción por la carrera científica; asimismo, se le dedica uno de los mayores porcentajes de inversión en todo el planeta.

---

\* Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Juriquilla, Querétaro. [castano@fata.unam.mx] / www.fata.unam.mx

Lo que resulta paradójico, considerando la relativa juventud de esta disciplina, es que los materiales han sido factores importantes en la evolución tecnológica, social y económica de la humanidad. Recuérdese, que varias de las etapas culturales de la civilización llevan el nombre, precisamente, de su material representativo. La [Tabla 1](#) contiene una clasificación general de las diversas eras tecnológico-cultural-económicas de la humanidad en términos de los materiales que las caracterizaron.

Un punto sobresaliente es que el tipo de material que constituye el icono de cada etapa representa no sólo un avance tecnológico, sino un nuevo paradigma, con claras implicaciones filosóficas y éticas ya que, por ejemplo, la disponibilidad de metales preciosos, de gran valor social, permitió la creación de mercenarios o bien, cómo la industrialización acelerada logró catalizar el surgimiento de una clase proletaria. Como se indica en la [Tabla 1](#), el reciente fenómeno de la nanotecnología –que se discutirá en el siguiente apartado–, puede constituir una etapa inédita de la relación materiales-civilización, no sólo por las condiciones de globalización del mundo contemporáneo –que conllevan, aunque de manera parcial, a mayores oportunidades para todos los actores–, sino porque, como pocas veces antes, esta nueva era de los materiales ha despertado una aguda controversia ética sobre sus implicaciones sociales mediatas e inmediatas.

### **Nanotecnología: ¿una nueva ciencia?**

Una de las características relevantes de la ciencia, sobre todo en la física de los últimos 100 años, es la aparición periódica de “modas”, es decir, de épocas en las que debido a un descubrimiento importante y/o de gran resonancia publicitaria, la comunidad mundial se vuelca en masa a trabajar vehementemente en un tema, al que se dedican congresos internacionales enormes y aun revistas técnicas exclusivas. Uno de los casos más recientes y sonados fue el de los llamados *superconductores de alta temperatura crítica* (*HTc superconductors*) que ocasionó un verdadero revuelo por alrededor de seis o siete años, después de los cuales prácticamente ya nadie trabajó con dichos materiales (con excepción de verdaderos expertos con gran trayectoria en el tema) y, sin embargo, en su momento prometió convertirse en una verdadera revolución científica y tecnológica.

En este contexto, resulta de elemental prudencia el preguntarse si la nanotecnología no representa una más de esas modas pasajeras de la ciencia, que pasará al anecdotario en unos cuantos años. El primer aspecto que debemos tener en cuenta es que el concepto fundamental de nanotecnología no es de manera alguna invención de cuño reciente, pues se acepta, al menos entre los físicos, que nació en diciembre de 1959 en una conferencia de quien posteriormente sería ganador del Premio Nobel de Física (1965), Richard Feynman. La presentación de Feynman, dentro del encuentro anual de la Sociedad física estadounidense, llevaba el sugerente título "There is plenty of room at the bottom. An invitation to enter a new field of Physics" y analizaba, con la sagacidad y profusión propias de Feynman, cómo las distancias intermoleculares de los materiales permitirían, en principio, hacer física, química e ingeniería a niveles de nanómetros. La [Tabla 2](#) contiene un breve recordatorio de qué significa un nanómetro en términos de escalas.

La popularización del término *nanotecnología* se debe a un exitoso escritor de ciencia ficción, Eric Drexler, quien en su texto *Engines of Creation...*, publicado en los años ochenta, describe hipotéticos "nanorobots" capaces de "penetrar y curar" un cuerpo humano.

Lo relevante para el presente artículo, empero, es que, aunque parezca sorprendente, materiales nanotecnológicos han sido, desde hace mucho tiempo, parte de la vida cotidiana. En efecto, los comunes desecadores que se ponen en los armarios o en los empaques de muchos productos para absorber humedad, no son sino geles de sílice nanoestructurados que deben su gran poder de absorción, precisamente, a la enorme área superficial (cientos, si no es que miles de metros cuadrados por cada gramo) que su estructura nanoporosa les confiere. Es decir, la nanotecnología representa, más allá de un avance técnico específico, por importante que éste pudiera ser, un auténtico cambio paradigmático de cómo la ciencia oficial reconoce un concepto que ha estado en la sociedad por largo tiempo. En este sentido, además de aspectos técnicos que no viene al caso discutir en este artículo, la nanotecnología se distingue de las "modas" científicas que se describieron líneas arriba.

## El fenómeno económico de la nanotecnología

Otro aspecto relevante de este campo científico, y que establece otro punto de distinción con otros temas en boga, es que la nanotecnología

representa, ya, una actividad económica muy importante, no sólo por la cantidad de artículos, conferencias, congresos, materiales, reactivos, aparatos y demás parafernalia que está involucrada, sino porque buena parte de las grandes corporaciones industriales de muchos países dedican sumas multimillonarias a la investigación y el desarrollo de nuevos nanomateriales. Un ejemplo claro es el que apareció en un número reciente de la influyente revista *Fortune*, en el cual se asegura que tan sólo en Estados Unidos se destinaron en el 2003, por parte de empresas privadas, nada menos que 3 400 millones de dólares a temas relacionados con nanotecnología. Más aún, un buen porcentaje de las llamadas 500 compañías de *Fortune* se dedican, o se dedicarán pronto, a negocios que tienen que ver con esta especialidad.

### **El debate ético de la nanotecnología**

A pesar de lo anterior, el aspecto más sobresaliente, desde la perspectiva tanto de la historia de la ciencia como de la antropología y la sociología, es que, como pocos ejemplos anteriores, la nanotecnología ha estado inmersa, desde su surgimiento oficial hacia finales de los años ochenta, en un debate ético intenso y creciente que refleja la relevancia multifacética que tiene este campo emergente. Como se ha mencionado, partículas de tamaños nanométricos se han utilizado en diversos productos industriales (tintas, cosméticos, pinturas, etc.) desde hace tiempo, sin que existiera preocupación especial por las repercusiones ambientales o en la salud que provocan estos materiales. Desde hace casi diez años, sin embargo, varios grupos en diferentes lugares han planteado la pregunta de cómo las nanopartículas pueden afectar al ser humano.

El debate se reavivó recientemente gracias a un artículo periodístico en el influyente *Washington Post*, que revelaba “evidencias” del efecto de las nanopartículas en el cerebro de peces. El asunto ha cobrado tales dimensiones que la asociación Action Group on Erosion, Technology and Concentration, en Canadá solicitó públicamente en agosto de 2002 una moratoria mundial en la producción de nanopartículas, mientras no se determinen, con exactitud, sus efectos nocivos.

Por otro lado, existen evidencias de intentos por convertir la nanotecnología, o sus promesas, en un elemento más de dominación política, militar y económica. Sobre este particular, en diciembre de 2001, la

National Science Foundation de Estados Unidos organizó un taller en la ciudad de Washington titulado “Converging Technologies for Improving Human Performance”, el cual tuvo como resultado lo que ahora se conoce como “La teoría del pequeño BANG” o “La estrategia de las tecnologías convergentes” de acuerdo con este planteamiento:

Destacados políticos y líderes industriales de Estados Unidos están diseñando un proyecto para fusionar tecnologías estratégicas a nano escala. Su meta es combinar la biotecnología, la informática y las ciencias cognitivas con tecnologías atómicas a nano escala. Fusionar esas tecnologías en una sola, dicen sus promotores, llevará a una revolución industrial gigantesca y a un «renacimiento» de la sociedad, que garantizarán la dominación militar y económica de Estados Unidos en el siglo XXI.

Más aún, instituciones educativas importantes han centrado sus investigaciones en las aplicaciones militares de la nanotecnología. Tal vez el caso más obvio es el del Instituto de Tecnología de Massachusetts, el cual ha creado el Instituto de nanotecnología militar, con un gran número de proyectos con financiamientos impresionantes.

La magnitud del problema es tal que una de las revistas más importantes del campo, *Nanotechnology*, una publicación puramente técnica, dedicó un artículo completo especial a los aspectos éticos de la nanotecnología, haciendo un llamado explícito a la comunidad científica a reflexionar sobre el tema.

## Conclusiones y perspectivas

Varios son los puntos a destacar sobre el fenómeno de la nanotecnología:

1. No parece tratarse de una moda.
2. La preocupación ética es creciente y muy relevante.
3. Existe una coyuntura histórica favorable para un trabajo interdisciplinario entre ciencias exactas y sociales.

A manera de reflexión final, parecería pertinente organizar en un país con las características tecnológico-económicas de México, un grupo inter, intra y transdisciplinario sobre aspectos éticos de la nanotecnología, el cual reflexione acerca de este interesante fenómeno de nuestro tiempo.

## Referencias bibliográficas

- Drexler, E. (1987). *Engines of creation: the coming era of nanotechnology*, Anchor Press, Nueva York.
- "Is nanotechnology ready for its close-up?", *Fortune*, mayo, 2004.
- Mnyusiwalla, A., A.S. Daar y P.A. Singer. (2003). "'Mind the gap': science and ethics in nanotechnology", *Nanotechnology*, 14, R9.
- Ratner M. y D. Ratner. (2003). *Nanotechnology. A gentle introduction to the next big idea*, Prentice Hall, Nueva Jersey.
- Weiss, R. (2004). "Nanoparticles Toxic in Aquatic Habitat, Study Finds", *The Washington Post*, 29, marzo.

## Páginas web

- <http://www.etcgroup.org>  
<http://www.etcgroup.org/article.asp?newsid=378>  
<http://web.mit.edu/isn/research/researchprojects.html>  
<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>

# Física de materiales: usos y abusos

*Juan Luis Peña Chapa\**

Con el presente trabajo<sup>1</sup> pretendo compartir, desde la perspectiva de la física, cómo a los resultados de la transformación de la materia –la cual el hombre ha realizado desde que existe sobre la Tierra– les hemos llamado “materiales”. Veremos, también, cómo logramos transformar la materia desde la materia misma. Sostendré, por tanto, que el hombre ha hecho esta transformación de la materia a lo largo de su historia con los mismos elementos que la naturaleza le proporciona.

## **Materiales en la historia del hombre**

En la actualidad conocemos al hombre desde sus orígenes gracias a la transformación que ha efectuado sobre la materia y cuyas huellas conservamos. El hombre, en efecto, se ha apropiado de los materiales que la naturaleza le brinda. Inicialmente fueron las piedras (véase [Figura 1](#)). Quiero resaltar el hecho que el hombre empezó primero a usar piedras como hachas para cazar animales, luego para cazarse a sí mismo, es decir, para matar a sus semejantes. La guerra apareció desde los inicios de su existencia. Pero el ser humano también utilizó la cerámica, el hueso y, por supuesto, el oro, uno de los primeros materiales preciosos que el hombre usó. También la madera y el marfil, este último como anzuelos para pescar (véanse [Figuras 2 y 3](#)).

---

\* Investigador Titular. Departamento de Física Aplicada, Cinvestav-Mérida. [jlpena@mda.cinvestav.mx]

<sup>1</sup> Este texto está basado en la transcripción de la conferencia dictada por el doctor Juan Luis Peña en el marco del II Seminario La dimensión ética del desarrollo científico y tecnológico, y fue revisado por su autor [Nota del editor].

El hombre se ha apropiado de los materiales que la naturaleza le ha proporcionado. Pero nosotros estamos ahora aquí, y si vemos a nuestro alrededor, prácticamente 85 por ciento de los materiales que nos rodean no existían hace apenas 100 años: madera, vidrio, bronce, oro y cobre ya existían (véase [Figura 4](#)). El hierro, por su parte, fue usado como material para la guerra. El vidrio existe desde hace casi 5 000 años en Egipto. Plinio el Viejo, ya en nuestra era, cuenta en su *Historia natural* que el vidrio fue descubierto por unos mercaderes fenicios mientras acampaban a la orilla de un río en Siria. Éstos utilizaban un material que se llama “natrón”, un compuesto de carbonato de sodio que se da de manera natural en algunas lagunas de la parte norte de Egipto. El “natrón” se usaba para momificar, y aún en la actualidad es mucho más eficiente que el cloruro de sodio porque éste seca, mientras que el “natrón” destruye la grasa, lo cual lo hacía sumamente útil para los procesos de momificación. Cuenta Plinio que estos mercaderes fenicios acamparon a la orilla del río donde había arena. Como no había piedras usaron el “natrón” para soportar los utensilios e hicieron fuego, y a la mañana siguiente encontraron un material vítreo, es decir, encontraron vidrio. Mucha gente cuestiona la veracidad de este relato porque para hacer el vidrio el carbonato de sodio se tiene que trabajar a temperaturas sumamente elevadas, de 1 200°C. Sin embargo, el “natrón” se disuelve fácilmente en agua, y ya disuelto puede combinarse de manera natural con el elemento fundamental del vidrio que es el bióxido de silicio, por lo que es posible que haya dado por resultado el vidrio, como un accidente. En la antigüedad fue común el uso del vidrio para adornos personales; se construyeron con él amuletos y también recipientes (véase [Figura 5](#)). La invención fortuita del vidrio, si creemos en el relato de Plinio, me lleva a destacar que antes de la aparición de la mecánica cuántica todos los materiales se obtuvieron por experiencias, intuiciones, ensayo-error. Sin embargo, la idea de la transformación de la materia movió vidas y alimentó sueños como el del alquimista que pretendía transmutar cualquier materia en oro. Éste siempre ha sido muy apreciado, tal como consta en la historia de Micenas, la ciudad griega a la que Homero se refiere diciendo que era la “rica en oro” (véase [Figura 6](#)). La idea de los alquimistas, de cambiar la materia en oro, nunca se logró porque aún no se conocía suficientemente la materia como para producirlo. Otro material que fue importante para la era moderna (siglo XIX a la fecha), es el acero, el cual llega a ser muy común. Éste se obtuvo agregando al hierro un poco de car-

bón. El hierro se transforma, así, en algo maravilloso, que es un material fuerte, sumamente útil para construir estructuras capaces de sostener pesos enormes, como lo vemos en la torre Eiffel construida en ocasión de la Feria Mundial (fines del siglo XIX).

A inicios del siglo XX los físicos generamos la mecánica cuántica. Ésta tiene sus antecedentes en las observaciones astronómicas de Tycho Brahe y en la interpretación que les dio Kepler, que se sumaron a los experimentos de Galileo, todos ellos efectuados en las primeras décadas del siglo XVII. Gracias a la obra de Newton (1687), todo eso cristalizó en una teoría elegante y simple de la mecánica. A finales del siglo XIX esta teoría había adquirido un gran auge. Proporcionaba una explicación adecuada de todos los fenómenos mecánicos conocidos en aquel entonces, y servía de base a la teoría cinética de los gases que, a su vez, aclaraba muchas incógnitas de la termodinámica. Durante el siglo XIX se descubrieron numerosos y variados fenómenos relativos a los campos eléctricos y magnéticos y a su interacción mutua. En 1864, Maxwell conjugó este cúmulo de datos formulando su brillante teoría. Con ella proporcionó una explicación de la propagación ondulatoria de la luz acorde con lo que entonces se conocía, tanto de la óptica geométrica como de la óptica física. En efecto, casi todos los datos experimentales conocidos en esa época podían explicarse ya sea por la mecánica de Newton o por la teoría electromagnética de Maxwell. Los físicos empezaban a vanagloriarse de su ciencia y se cuenta que la mayoría de ellos eran de la opinión que sus sucesores se dedicarían meramente a “efectuar mediciones para determinar la siguiente cifra decimal”. Al inicio del siglo XX todo ese mundo sereno se derrumbó por el impacto de una serie de desarrollos experimentales y teóricos verdaderamente revolucionarios, como la *Teoría de la relatividad* y las *Teorías cuánticas*, que introdujeron enormes cambios respecto de la noción intuitiva de la continuidad en la naturaleza. Estas teorías vinieron a establecer las bases para comprender la estructura atómica de la naturaleza. Su comprensión y posterior aplicación permitió una revolución en la preparación de los materiales, partiendo de sus componentes más pequeños: los átomos. Basados en estas teorías, los científicos pudieron preparar materiales prediseñados usando tan sólo las propiedades atómicas de los elementos. Esta actividad científica generó la física del estado sólido. Gracias a la mecánica cuántica, que como señalamos apareció a principios del siglo XX, ha sido posible desarrollar nuevos materiales y optimizar la producción de otros ya conocidos. Por ejemplo, los mate-

riales usados actualmente (cemento, madera, etc.) se ven enriquecidos con los polímeros, que son introducidos en el siglo XX. En la [Gráfica 1](#) se puede apreciar cómo los materiales conocidos se producen a una razón casi constante. Sin embargo, los polímeros (plásticos), que aparecen en 1930, incrementan rápidamente su producción como resultado de los avances científicos y a la utilidad de sus aplicaciones. Esto es mucho más evidente en la [Gráfica 2](#). En ésta se observa cómo las distintas aleaciones de materiales para la construcción de una turbina han evolucionado para mejorar su rendimiento. Gracias al conocimiento de la composición de la materia el hombre ensaya diversas combinaciones para manipularla. Por ejemplo, las aleaciones que se usan para calcular las características de una turbina; entre menor peso, sin detrimento de su desempeño, puede ser utilizada con mayor facilidad para aviones, ahorrar costos, etcétera.

Para el mundo actual, Einstein es el gran físico. Sin embargo, para los físicos, Richard P. Feynman representa el prototipo del físico del siglo XX porque contribuyó de manera muy importante a la enseñanza de la física tal como la conocemos actualmente. Gracias a esto la física de materiales ha sido un factor determinante para nuestra civilización. En efecto, una de las maravillas del siglo xx que usamos a diario –en la medida que todos somos cómplices y víctimas del uso de los nuevos materiales–, es el transistor, base de la electrónica, que se ha constituido como uno de los ingredientes básicos de nuestra vida. En la [Figura 7](#) vemos un transistor de contacto, desarrollado en los laboratorios Bell en Estados Unidos por William Shockley, Walter H. Brattain y John Bardeen, a quienes se les otorgó el Premio Nobel de física. Vemos también un circuito integrado del orden de centímetros de magnitud, y el transistor de contacto también del mismo orden. La diferencia es que en la placa hay millones de transistores, mientras que el otro sólo es un transistor. Este es un salto tecnológico del orden de 30 años realizado en 1949, y ese proceso de densidad ha crecido. Cada vez son más el número de transistores en una misma unidad de superficie. A esto se añade la nanotecnología. Recientemente apareció en la revista *Nature* que se produjo el primer nanotransistor. Al lado izquierdo aparece un teléfono celular, o un móvil, y a la derecha vemos la fibra óptica, un elemento central para la comunicación en la actualidad. La fibra óptica es un material semejante al vidrio, por el cual es posible transmitir información por kilómetros sin que la señal se debilite. Gracias al tran-

sistor ha sido posible desarrollar las computadoras. El material que está en la base de su construcción es el silicio, muy abundante en la tierra.

Por otra parte, gracias a los nuevos materiales obtenidos durante el siglo XX, en la fabricación de automóviles se observa una tendencia descendente en el uso del hierro para favorecer una tendencia ascendente en el uso del plástico. Los automóviles actualmente contienen 60 por ciento de plástico y cada vez introducen más materiales reciclables, como puede apreciarse en la [Figura 8](#). En efecto, los polímeros y los *composites* (compuestos químicos) no se oxidan, no se degradan, son ligeros y absorben muy bien las vibraciones. Cabe destacar que la Unión Europea ha establecido para el 2015 que los productores de automóviles deberán construirlos de materiales reciclables. Del total de materiales de un automóvil, 90 por ciento deberá ser totalmente reciclable.

Otra contribución de los físicos de materiales durante el siglo XX son los biomateriales (véase [Figura 9](#)) los cuales integran áreas como la ingeniería, las ciencias biomédicas, ciencias básicas, y las especialidades médicas. Todas éstas confluyen, por ejemplo, para la elaboración e instalación de un marcapasos en un paciente, de tal forma que sea aceptado por su organismo. En la actualidad los marcapasos pueden durar hasta 30 años en el cuerpo de una persona. Se han obtenido también biomateriales que son cerámicas para uso médico, cuya utilización ya es común. En efecto, prácticamente todos los que estamos aquí los llevamos instalados al menos en nuestra dentadura. La naturaleza y aplicación de estos biomateriales es muy variada, y va en aumento tanto en su uso para beneficio de diversos órganos del cuerpo humano, como en la obtención de otros más eficientes y/o económicos (véase [Cuadro 1](#)).

Ahora mencionaré los nanomateriales, los cuales resultan fascinantes y muy actuales. Específicamente me referiré a un instrumento nuevo y hermoso con el que se estudian los nanomateriales y para el cual he contribuido. Éste se basa en una tecnología llamada *Scanning Tunneling Microscope*, literalmente traducido como microscopía de “tunelamiento” electrónico. Debo señalar que el primer microscopio con el que se pudo trabajar esta tecnología en América Latina fue hecho en nuestro centro de investigación, el Cinvestav-Mérida. Un microscopio de tunelamiento electrónico fue utilizado para lo siguiente: la lámina (véase [Figura 10](#)) presenta un sustrato de cobre sobre el cual se depositaron átomos de hierro, y con el microscopio se obtuvo esta figura donde se puede ver

que las esferas son en realidad átomos de fierro. Las que se ven más abajo son átomos de cobre, que están más desordenados y corresponden al sustrato. La alineación que se puede observar fue realizada manualmente utilizando un microscopio como el que ya mencionamos; se fue agarrando átomo por átomo para ordenarlos uno en seguida del otro. Esto fue realizado en IBM, en Almaden, en el Watson Research Center. Se realizó así lo que en la nanotecnología es maravilloso; es decir, podemos manipular la materia a escala atómica. Quisiera indicar que Feynman, además de contestar la pregunta ¿qué dejaría como legado a las generaciones futuras si todo fuera a desaparecer? señaló que dejaría la explicación de que todo está hecho de átomos, también afirmó que las leyes de la física no nos impiden mover átomos, ni usarlos. Nuestro problema, decía, es la diferencia de dimensiones: somos demasiado grandes respecto de los átomos; nosotros medimos metros, y ellos miden billonésimas de metro. Sin embargo, con este instrumento que menciono podemos hacernos muy pequeños y manipular átomos. Es lo que vemos en la gráfica. Recordemos aquella película de ciencia-ficción llamada *El viaje fantástico* en la que se ve una navecita que navega en la corriente sanguínea, diluye coágulos en el cerebro y ataca las células cancerosas. Ahora eso se está haciendo realidad; se están fabricando ya nanomotores. Gracias a la manipulación de átomos, fue posible elaborar un corral cuántico, tal como se puede apreciar en la figura; primero un semicírculo, y luego de varias horas lo cerramos por completo. Puede observarse que en la medida en que se va cerrando el corral se van formando pequeñas olas y al hacerse el cerco por completo, se forman también perfectamente las olas que podemos ver en la gráfica, tal como sucede en el agua. En física esto constituye una prueba a nivel cuántico, del comportamiento ondulatorio de los electrones. Éstos están en movimiento, y al haber una barrera, chocan con ella, regresan, y forman así este patrón de interferencia que plásticamente vemos como pequeñas olas que se cierran con el corral cuántico. Por otra parte, utilizando la computadora, hemos hecho un tratamiento digital de las imágenes obtenidas en el microscopio, y logramos una imagen bellísima (véase [Figura 11](#)) en la que se puede apreciar todo lo que hemos descrito desde las láminas del microscopio. La nanotecnología constituye para los físicos la capacidad que tenemos para manipular la materia a escala atómica.

Otro material que ha cobrado gran importancia en la cotidianidad de nuestra civilización es el plástico, presente en cada momento de

nuestras vidas. Si bien está presente en todos los enseres que permanentemente utilizamos, la energía no lo está menos. De hecho, la energía también es un material presente en la vida de la humanidad. En la [Figura 12](#) podemos ver una fotografía de satélite (nuevamente la presencia de materiales, ahora sensibles a la luz, que han sido colocados en el espacio) la cual muestra un mapa de la Tierra en el que se aprecia el uso de energía sólo para la iluminación. Se puede apreciar también la irregularidad del uso de la energía en nuestro planeta, porque mientras algunas regiones están muy iluminadas, otras permanecen sin luz. Esto lo vemos incluso en nuestro país. El material que se utiliza para la iluminación, fundamentalmente, es el petróleo. El desequilibrio en la distribución de la energía para la iluminación que se observa a escala global puede ser calculado, tal como aparece en la [Gráfica 3](#), la cual muestra el uso de la energía en los diferentes bloques de países en secuencia histórica, de 1972 a 1995. Destaca lo irónico en los países del Medio Oriente, los cuales no utilizan casi energía, pero son los principales proveedores para todo el mundo de la energía básica actualmente: el petróleo. El mayor consumo de energía por país lo realiza Estados Unidos. Se estima que si el resto de los países consumiera el mismo volumen que los estadounidenses, el petróleo de todo el planeta se agotaría en sólo cinco años. Aunque no llevamos el consumo de energía al grado de ese país, este consumo a escala mundial se incrementa progresivamente, tal como puede apreciarse en la [Gráfica 4](#). Conviene señalar que existen alternativas para el uso del petróleo. Recordemos que el petróleo no sólo sirve para generar energía, sino también para obtener plásticos, entre otros muchos usos. Una de las alternativas al uso del petróleo como energético son las celdas de silicio, los mecanismos de energía eólica, y otros más, que pueden utilizarse en casa. Quiero señalar que en el Cinvestav producimos celdas solares de un material que no existía; me refiero al telurio de cadmio con sulfuro de cadmio. Esto representa también una alternativa energética para sustituir el uso del petróleo.

Otro material moderno de gran importancia en nuestra sociedad son los superconductores. En la [Gráfica 5](#) vemos una estimación del uso de superconductores en el futuro próximo. El mejor ejemplo del empleo de superconductores es un tren japonés llamado *Magalev*, el cual funciona sobre una levitación magnética, propiedad de los superconductores. Los japoneses, desde 1991, establecieron una política de Estado para el uso y desarrollo de superconductores en sistemas de trans-

porte de gran velocidad. En el marco de dicha política lograron desarrollar un tren levitado magnéticamente sirviéndose de los superconductores, eliminando con ello la fricción entre el tren y sus guías. Lograron desarrollar el tren *Magalev* que aparece en la figura, el cual ha alcanzado velocidades estables de 581 kilómetros por hora.

## **Abuso de los materiales en la era moderna**

No obstante el notable desarrollo de nuevos materiales que han cambiado radicalmente nuestras vidas respecto de hace apenas algunos años, brindándonos mayores comodidades, existe otra cara del uso de los materiales, su lado negativo. Si vemos otra vez una toma satelital de la Tierra, como en la [Figura 13](#), además de apreciar las selvas, el mar, los bosques, los desiertos, se pueden ver también los abusos en el empleo de materiales sobre todo a partir del siglo XX. Esto va en contra del espíritu de la ciencia actual. Deseo destacar que en la medalla que reciben los galardonados con el Premio Nobel hay una frase del poeta romano Virgilio que dice: “La invención ayuda al progreso de la vida por medio de la ciencia”. Por desgracia, habría que añadir hoy: “sin embargo, una peligrosa tendencia hacia la privatización de los descubrimientos científicos se advierte en este inicio del tercer milenio”. El hecho de llevar los beneficios de los descubrimientos científicos al ámbito exclusivo del interés privado, constituye el origen de lo que llamamos el “abuso de los materiales”. Estamos aquí ante una cuestión ética desde la cual nos planteamos las siguientes preguntas: ¿para qué nos sirve el conocimiento?, ¿para qué nos sirve el desarrollo tecnológico? Estas son las preguntas centrales que nos han reunido en este seminario.

De manera más concreta, es necesario señalar que uno de los abusos de los materiales en el mundo actual es la contaminación del agua gracias a los desechos industriales, sobre todo de metales, pero también de otro tipo de contaminación. En efecto, a los cuerpos de agua se vierten normalmente los desechos de la industria minera, la de recubrimientos metálicos, las fundidoras. Algunos de esos materiales vertidos son plomo, zinc, mercurio, plata, níquel, cadmio y arsénico, los cuales destruyen la fauna y la flora acuáticas. La contaminación de las aguas incide de manera directa en el hábitat de las especies de peces que desaparecen también irremediablemente. La [Gráfica 6](#) muestra cómo ha disminuido el número de especies animales en agua dulce y mar.

Los países desarrollados son los que menos especies han perdido en sus aguas, porque las protegen más. Además de los desechos metálicos que contaminan las aguas, el plástico constituye también un elemento contaminante, quizás el más grave. Se calcula que dos millones de aves acuáticas mueren al año por causa del plástico, ya sea porque lo tragan, se ahorcan con él, o quedan atrapadas por desechos plásticos. También por esas causas mueren alrededor de cien mil mamíferos marinos (delfines, focas, etc.) y tortugas marinas cuando ingieren bolsas, redes de arrastre, sogas, empaques plásticos y otras formas de basura de plásticos arrojados a los océanos desde los barcos o por los ríos y en las áreas terrestres costeras. Nosotros pertenecemos a un país que no es rico, pero producimos prácticamente tanta basura (300 kilos por persona al año), como los países desarrollados, lo cual puede apreciarse en la [Gráfica 7](#); esto nos pone casi al nivel de los países desarrollados. Respecto de la composición de la basura que producimos, es semejante a la de otros países (véase [Gráfica 8](#)); ahí podemos ver que el plástico ocupa casi el diez por ciento del total de la basura que generamos. Se aprecia también que el papel desechado como basura representa casi 30 por ciento del total.

Lo anterior nos lleva a señalar otro exceso en el uso de materiales que se da en la tala irracional de la madera, lo cual implica irremediablemente la deforestación de extensas zonas en nuestro planeta. En la [Gráfica 9](#) puede apreciarse que la región que más destruye sus bosques es América Latina. En este contexto, conviene señalar la preocupación que existe por la destrucción de la Amazonia. En la [Figura 14](#) vemos la deforestación total marcada por los puntos rojos. Dicha preocupación ha llevado a plantearse la idea de la internacionalización de la Amazonia. Esto se manifestó después de una conferencia que el ministro de educación de Brasil pronunció en una universidad de Estados Unidos. Un estudiante le preguntó si como humanista la región del Amazonas no debería ser internacionalizada para asignar su conservación a una organización de la comunidad mundial. La respuesta del ministro de educación apareció en los principales diarios de Estados Unidos, pero no en los de América Latina. Respondió que considerando la pertenencia de la Amazonia a Brasil, y que él mismo siendo brasileño y ministro del gobierno de Brasil, al proponer la internacionalización de la Amazonia, no habría diferencia para internacionalizar también las reservas de petróleo, los museos que son patrimonio de la humanidad como el Louvre, l'Ermitage, etcétera; podríamos decidir también que

la deuda externa de los países subdesarrollados se utilice ahora como patrimonio de la humanidad para atender a millones de niños que mueren de hambre; podríamos también preguntarnos por qué la comunidad mundial permite que los capitales internacionales que llegan a las bolsas de países subdesarrollados destruyen las economías de esos países. En suma, la preocupación sobre la Amazonia es válida, pero no lo son menos otros focos de destrucción humana ante los cuales todos somos responsables.

Otro aspecto que tiene que ver con el uso de materiales y con su abuso es lo referente a los conflictos bélicos. Existe una lamentable correlación entre el desarrollo de nuevos materiales y el número de conflictos bélicos que se han registrado en la historia de la humanidad. Estos últimos se han incrementado con el uso de los nuevos materiales desarrollados en esas mismas fechas. Simplemente me refiero al número, que coincide con el desarrollo de nuevos materiales, tal como aparece en la [Gráfica 10](#). Podemos concluir que la guerra constituye un claro abuso de los materiales para la destrucción de vidas y también del ambiente. Esta situación puede apreciarse en los aviones, que son resultado del uso de materiales para la guerra. Algunos de los aviones de combate (véase [Figura 15](#)) más actuales y poderosos para espiar y destruir al enemigo utilizan un material llamado “miu”, el cual se caracteriza por su peculiar propiedad de recibir señales electromagnéticas. En efecto, dichos aviones no rebotan las señales electromagnéticas que reciben y, por tanto, son indetectables por los radares enemigos. En la ilustración vemos también un arma futura que será ubicada en el espacio. Contiene barras de titanio, el cual se caracteriza por su resistencia a los impactos que sufre cualquier material cuando ingresa en la atmósfera terrestre. Con los sistemas “GPS” localizarán el objetivo y darán la instrucción de atacarlo con un margen mínimo de error.

No obstante la correlación señalada entre nuevos materiales y armas destructivas o abusos por contaminación, deforestación o depredación del ambiente, los físicos, al hacer nuevos materiales, no pensamos en los usos destructivos que se les darán, sino en aquellas aplicaciones útiles para la sociedad. En eso consiste el esfuerzo que actualmente despliega la investigación en el dominio de la física de materiales. Sus resultados recientes aparecen en la [Gráfica 11](#), que muestra un ejemplo del futuro de los materiales. La línea más baja, en color oscuro, representa el número de experimentos que se han realizado utilizando los nuevos materiales. La línea roja representa el número de experimentos

que en teoría se han hecho utilizando las características de los nuevos materiales simulados en una computadora. Con esto los teóricos establecen con certeza las características de los nuevos materiales para su producción. Esto representa la actividad a futuro sobre los materiales en que trabajamos los físicos.

Para concluir este trabajo considero oportuno plantear una pregunta que subyace al trabajo en física de materiales: "...¿y qué es la materia?" La materia que conocemos está formada por electrones, protones y neutrones, y éstos formados por gluones, etcétera; es decir, partículas elementales que hemos detectado y con las que trabajan los físicos de altas energías. Puede decirse que la materia es sinónimo de energía, y que todo el universo está compuesto de energía, aunque la conocemos de diferentes formas, como puede apreciarse en la [Figura 16](#). Mientras nosotros en la nanotecnología nos movemos en dimensiones mucho más pequeñas que las de nuestros cuerpos, en el ámbito astronómico sucede lo inverso; ahí acontecen fenómenos que están causando revoluciones de enormes magnitudes. Hasta hace poco los científicos contaban con una acumulación enorme de datos experimentales con los que no se podían explicar lo que sucedía en el universo por las implicaciones contradictorias que tenían. Sin embargo, en los últimos diez años se empezó a ver algo medible que se representa en la gráfica. Ésta representa la materia que existe en el universo. Sólo una pequeña parte del total es lo que podemos percibir como materia luminosa en el universo (galaxias, etc.). Otra parte corresponde a la materia oscura de la que hablan los astrónomos. Vemos que con lo que trabajamos es muy pequeño respecto del universo, y es donde nos desenvolvemos y donde trabajamos los físicos que nos ocupamos de los materiales, y en general de la materia.



# La ética de la ciencia

*Fernando Sancén Contreras\**

## **Introducción**

Es común que al hablar de la ética el discurso adquiera tintes impositivos para demostrar la necesidad de ajustarse a normas que son presentadas como universalmente válidas. La ciencia moderna, por su naturaleza racional y experimental, difícilmente acepta otras normas que las de la razón para explicar los fenómenos que estudia. Así, se ha pensado en alejar cualquier obligación sobre la investigación científica, y se ha adoptado reducir el análisis de la moralidad o de la ética de la ciencia a quienes se sirven de ella. Se llega con esto a una dislocación del conocimiento científico, y del mismo ser moral, el hombre: por una parte es ajeno a la historia, en la medida en que busca el “conocimiento verdadero”, y por otra dicho conocimiento sí es histórico y sujeto a la responsabilidad moral.

El presente trabajo analiza estas cuestiones para proponer una sola ética para la ciencia, de características históricas, devolviendo al hombre y a su conocimiento su historicidad y su relación constitutiva con el entorno en el que actúa, y del que obtiene su propia existencia.

## **La ciencia y la tecnología, ¿son un problema?**

La pregunta que planteamos parece ociosa, porque tanto la ciencia como la tecnología son consideradas actualmente como campos de conocimiento donde se gestan los grandes adelantos que hacen posible y agra-

---

\* Profesor-investigador del Departamento de Política y Cultura, UAM-Xochimilco. [sacf1309@correo.xoc.uam.mx]

dable nuestra vida; es común, también, considerarlas como el modelo del conocimiento verdadero acerca del mundo. Más aún, en ocasiones se les dota de un hálito mágico al atribuirles toda clase de poderes sobre la naturaleza. En efecto, nuestra sociedad es consciente de cómo el progreso científico ha introducido enormes modificaciones en la vida y organización de toda la humanidad. Quizás esto sea más evidente si miramos el desarrollo tecnológico, inseparable producto de la ciencia. Hemos llegado a considerar como “natural” lo que en realidad es resultado de la acción del hombre; aceptamos la información que la ciencia y la tecnología (CyT) nos proporcionan acerca de los fenómenos de la realidad de tal manera, que conforman y modifican nuestro pensamiento y nuestra visión del mundo; imponen otras relaciones interpersonales, generan diferentes expectativas de vida y nuevas necesidades y, en general, nos ponen ante condiciones nuevas en todo el espectro de la vida humana y del entorno en el que ésta se desenvuelve.

Se dice que la ciencia se ha constituido en un sistema de conocimiento autónomo respecto de la sociedad, en la medida en que construye, en forma independiente, su propio objeto de estudio. Sus resultados, además, envueltos en el concepto de “verdad” y de “objetividad”, son aceptados casi automáticamente por una sociedad que recibe de ella beneficios en forma de satisfactores. Observamos, además, que tanto la tecnología como la técnica están orientadas hacia la producción de bienes y no obedecen a otro fin que no sea el de asegurar un beneficio monetario tal que compense el dinero invertido en su desarrollo. Atrás ha quedado la *búsqueda de la verdadera naturaleza* de las cosas que constituyó por mucho tiempo la justificación social de la ciencia. Más aún, la tecnología, al estar orientada a la obtención de beneficios económicos medidos por ganancias, abandona el objetivo social de satisfacer las auténticas necesidades del hombre y concentra su esfuerzo únicamente en la obtención del lucro incluso a costa de generar necesidades artificiales y abandonando casi siempre la solución a los auténticos problemas y requerimientos de la sociedad.

Al margen de esta condición mercantilista en que están inmersas tanto la ciencia como la tecnología, podemos ver que su misma naturaleza comporta riesgos para la sociedad porque la experimentación sobre sus objetos de estudio y las aplicaciones que posteriormente se hace de sus resultados, son casi siempre impredecibles en los efectos que tienen hacia el entorno y también sobre las mismas entidades en las que se aplican. Estas características de la CyT que apenas hemos esbo-

zado, permiten entrever que a pesar de los beneficios que aportan a la sociedad, la pregunta formulada no carece de sentido. Cobra, de hecho, gran importancia, en la medida en que afectan a la sociedad, y a los intereses de todo ser humano. El problema consiste en la relación, siempre dinámica y cambiante, que guardan la ciencia, y la sociedad. Pero dado que esta relación se realiza por la acción que una ejerce sobre la otra, el problema se precisa en el análisis de dicha relación. Cabe señalar que al origen de ambas está la acción del ser humano, y que ésta se realiza por lo general siguiendo normas derivadas de valores, que a su vez son analizados en el ámbito de la filosofía práctica, generalmente llamada ética, y que pretende establecer los principios universales y absolutos para la acción del hombre. Llegamos así a preguntarnos si es posible hablar de una ética con la cual la sociedad norme y dirija la CyT. En otras palabras, debemos responder si poseemos valores tales que sean susceptibles de normar la CyT. Esta cuestión es de tal complejidad que ninguna respuesta puede ser satisfactoria por completo. Al enunciarla sólo pretendo señalar la dificultad para cambiar la inercia de la autonomía real de la ciencia tan fuertemente defendida por la comunidad científica, en especial en lo que concierne a la investigación. Pero también quiere expresar la necesidad de satisfacer la seguridad que exige el hombre de hoy frente a cambios insospechados en su vida cotidiana, y sobre todo frente al temor de una destrucción total de la misma sociedad por el poder que mediante la CyT el hombre ha puesto en marcha. Es tal el poderío simbólico y económico de la CyT, que cabe preguntarnos si la autonomía de que gozan no se revierte en contra del mismo hombre. Pero ¿cómo construir las normas cuya obligatoriedad pueda ser reconocida por la ciencia?

Planteado así el problema, no se advierte a simple vista una posible sumisión de la ciencia a normas éticas porque parece evidente que las únicas normas que guían a la CyT son las que ellas mismas establecen, siempre al margen de cualquier consideración valorativa de la realidad, siempre al margen de la ética. En efecto, la única norma que aceptan es la que deriva del método científico, que ha llegado a ser la regla fundamental y única de toda actividad científica y tecnológica, a la que debe ajustarse todo investigador para ser reconocido como tal, y para aspirar a obtener el reconocimiento de sus resultados como “científicos”. Hay que reconocer, sin embargo, que algunas normas morales están presentes en la actividad de los investigadores, en tanto que individuos, normas que son comunes a su actividad como seres humanos

pertenecientes a una sociedad determinada, a saber: honestidad, amor a la verdad, integridad, etcétera. Si limitamos la obligatoriedad de la ciencia hacia las normas morales y la ubicamos sólo en la acción individual del investigador, queda sin solución la construcción misma del conocimiento científico y el problema de las aplicaciones, con frecuencia erróneas, o peor aún, destructivas para la sociedad, de dicho conocimiento y de la tecnología. Lo anterior se justifica porque se piensa que el conocimiento científico sólo busca la verdad, y se afirma por ello a la verdad como valor supremo, que está al margen de cualquier vinculación moral derivada del uso que se haga de la CyT.

Los “malos” usos que se hace del conocimiento científico y tecnológico ¿serían entonces responsabilidad ética y moral sólo de quien los utiliza y aplica? Quienes sostienen la autonomía de la CyT contestarán de manera afirmativa a esta pregunta. Pero, ¿quién, qué persona sería con exactitud el responsable?, ¿existe una responsabilidad común o compartida, o bien, toda responsabilidad ética es estrictamente individual?

Estos cuestionamientos nos llevan de manera necesaria al terreno de la discusión acerca de la *neutralidad ética de la ciencia*, que tuvo su auge hace ya tres décadas, bajo el influjo de las teorías marxistas. En concreto, se cuestionaba si la ciencia es neutral respecto de los valores propios de la sociedad. La respuesta no puede ser simple, dada la complejidad del problema que se plantea, y por la diversidad de acepciones que tiene el concepto de “neutralidad”. Para el propósito, nos limitaremos a presentar brevemente la solución propuesta por E. Agazzi.<sup>1</sup>

Parte Agazzi del hecho que la ciencia es concebida por lo común como un conocimiento, es decir, como un conjunto de proposiciones verdaderas que explican de manera razonable y coherente cómo es la naturaleza; la ciencia establece las leyes conforme a las cuales se conducen y existen los seres que conforman la naturaleza; así, dado el grado de abstracción, y su relación inmediata con “lo verdadero”, la ciencia es considerada como *puro saber*, ajeno a las circunstancias concretas en que se desenvuelve la sociedad y los individuos que la conforman.

Pero, por otra parte, se reconoce también que la ciencia es una actividad realizada por seres humanos, y como tal, sujeta a los intereses y compromisos inherentes a la existencia del hombre. Agazzi habla así

---

<sup>1</sup> Evandro Agazzi, *El bien, el mal y la ciencia*, Tecnos, Madrid, 1996.

de dos caras de la ciencia: como *saber*, y como *actividad*. Su postura consiste en afirmar que como *saber*, la ciencia es *neutral* en tanto que busca la verdad de manera desinteresada, la cual constituye un valor en sí misma, universalmente reconocido; pero como *actividad*, *no es neutral* porque toma partido respecto de intereses, a prejuicios e ideologías, está condicionada, y no es indiferente respecto de fines que ella misma se da. Como *saber*, la ciencia es neutra, porque objetiva, y gracias a ello hombres de diversas ideologías, religiones, y paradigmas científicos dispares han podido entenderse, debatir, o colaborar por encima de intereses.

La posición de Agazzi resulta sugestiva y práctica, pero está lejos de ser una solución al problema, porque habría que justificar por qué niega que el saber sea una actividad; más aún, la única actividad que es propia del hombre. Consideramos que la distinción de la CyT como *saber*, por una parte, y como *actividad*, por la otra, es innecesaria e insuficiente, primero por el hecho que todo saber no puede ser otra cosa que una actividad; mental, si se quiere, pero una actividad que cada individuo realiza en condiciones propias y extrañas que determinan la misma actividad, y su resultado: el conocimiento. Agazzi se basa en la distinción, que propusiera Aristóteles y que resultara común en Occidente a partir de la escolástica medieval, entre *obrar* y *actuar*: obrar trae resultados o consecuencias visibles; así, una casa se dice que es la obra de un arquitecto. La acción permanece en la persona que la realiza; es el caso de la ciencia, pues la persona que la obtiene mediante el esfuerzo de su razón se perfecciona a sí misma cuando alcanza la verdad. Equivale esto a la distinción, común en la época moderna, entre *homo faber* y *homo sapiens*. Esta distinción es correcta y oportuna si se parte de la consideración que el conocimiento de las cosas consiste en el descubrimiento de su verdadera naturaleza. En efecto, si el conocimiento humano consiste en obtener la “verdad” que existe ontológicamente en las cosas; si se considera que la verdad está en ellas y que el hombre ha de esforzarse por descubrirla en ellas, como obtención de formas a partir de la abstracción de los accidentes para llegar a su esencia, entonces sería correcto poner, por una parte, a la ciencia como *saber*, porque la verdadera naturaleza de las cosas sería ajena a cualquier otra circunstancia y, por otra, la actividad que no persigue conocimiento, sino satisfactores materiales.

Esto nos lleva a la segunda y más grave debilidad de la posición de Agazzi, que consiste en suponer que el conocimiento humano no es

otra cosa que la obtención de formas o esencias verdaderas. La explicación del conocimiento humano como la obtención de la verdadera esencia de las cosas, propuesta por Aristóteles y aceptada de manera plena en la cultura del mundo occidental hasta casi el siglo XX, que subyace a la posición de Agazzi, ha sido prácticamente abandonada en el seno de la comunidad científica y entre los filósofos; abandono que se inició con el nacimiento de la ciencia moderna. Las ideas propuestas por Giordano Bruno, Copérnico, Galileo, Newton, Leibniz, entre otros muchos, fueron el detonador para pensar que el conocimiento humano es una construcción de explicaciones en torno a las sensaciones que provienen de la realidad, explicaciones que permanentemente construyen su coherencia entre sí, y con el mundo sensible.

Piaget, ya en pleno siglo XX, propuso<sup>2</sup> que el conocimiento humano es una actividad transformadora: primero transforma al sujeto que conoce en tanto que éste modifica su propio universo cognoscitivo a partir de las sensaciones físicas que obtiene del objeto de su conocimiento; luego, transforma también al objeto de donde proceden sus sensaciones, en la medida en que éste se da al sujeto sólo como percepción sensible, la cual es transformada simbólicamente por el sujeto que conoce. Concluye que conocer es una actividad que consiste en una acción recíproca que se da de manera simultánea entre el sujeto que conoce y el objeto conocido. En esa medida, por tanto, el conocimiento humano es transformación tanto del sujeto como del objeto. Queda reducido a mito el conocimiento como abstracción de la esencia de las cosas a partir sólo de la percepción sensible de éstas. Esta nueva forma de ver el conocimiento humano es más acorde con la explicación de la materia y de la interacción física que se da en todos los seres que conforman el universo. De esta explicación surgen numerosos problemas que habría que abordar: cómo se forma el universo cognoscitivo de cada persona, desde dónde transforma a la percepción sensible; cómo puedo aplicar la analogía a dos percepciones sobre algo que considero el mismo objeto, porque nunca percibimos dos veces de manera idéntica una misma cosa, etcétera.

Aquí nos limitamos a recoger la explicación del conocimiento como transformación, o como construcción a partir del universo conceptual de cada individuo, y señalamos los rasgos comunes entre todos los

---

<sup>2</sup> Jean Piaget, *Psicología y epistemología*, Ariel, Barcelona, 1973, traducción del original francés.

miembros de la sociedad a la que pertenecen, sobre los cuales se basa el conocimiento de cada individuo. En otras palabras, todo conocimiento, desde su origen, es histórico; es decir, no es ajeno al flujo de la sociedad en el que se construye porque quien busca el conocimiento es el individuo movido por las condiciones en que se dan sus aspiraciones y necesidades de todo tipo. Gracias a que el conocimiento es construcción, porque es transformación, no puede ser sino histórico, vinculado con todas las circunstancias que conforman el proceso en que existen los individuos y sus sociedades. De aquí podremos aspirar a proponer algunos puntos que tratarán de fundamentar una ética para la ciencia aceptando que ésta es una actividad ciertamente, pero también conformante de los diversos grupos humanos.

Podemos concluir, más allá de la distinción que Agazzi plantea, que la ciencia como conocimiento no puede ser neutral porque ningún conocimiento humano es ajeno a las circunstancias históricas en que se da, ni por su punto de partida ni por los objetivos que persigue. En efecto, la verdad de una afirmación científica viene dada por las circunstancias concretas en que se dan los fenómenos a los que se refiere, y específicamente su validez procede de experimentaciones que se sitúan en un contexto histórico bien determinado. Esta posición difiere también de la teoría de la neutralidad de la ciencia inspirada en el marxismo, porque concebimos que la ciencia, desde su origen, es construcción de explicaciones acerca de la realidad para modificarla en beneficio del hombre, y en consecuencia es propio de la ciencia su participación determinante en la construcción social y material del medio en el que viven los seres humanos; por eso la CyT no son necesariamente un mecanismo de opresión, como fue vista con frecuencia por algunos teóricos del marxismo.

## **Ciencia y sociedad en cambio permanente**

Por lo anterior, consideramos haber dejado establecido por la vía de una nueva explicación del conocimiento humano que la ciencia, en su significado más amplio, explicación de nuestro entorno y de nosotros mismos, está indisolublemente ligada con la sociedad en tanto que construcción recíproca: es la sociedad la que crea y fomenta la ciencia como respuesta a sus interrogantes acerca del hombre y de lo que lo rodea, y también como medio para arrancar de manera eficiente los satisfactores

de la misma naturaleza. Pero al mismo tiempo la sociedad se construye en forma incesante a sí misma gracias a los resultados que el hombre, por medio de su acción basada en la CyT, ejerce sobre su entorno y sobre los individuos. En efecto, hoy se reconoce ampliamente que la ciencia ha sido, y es, un elemento constitutivo de los paradigmas que conforman la visión del mundo de todas las sociedades y de quienes las integran.

Esta relación que hemos presentado como recíprocamente constituyente, hoy es comúnmente aceptada. Baste señalar que la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) reconoce de manera explícita en su Programa internacional del futuro (*International Futures Program, IFP*)<sup>3</sup> que la primera causa del cambio social en el siglo XXI la constituye el avance de la CyT, especialmente en el campo de la biotecnología, del desarrollo de nuevos materiales y de la informática. Considera que la segunda causa del cambio social está en la economía como resultado de una nueva organización para las nuevas formas de producción, la interdependencia y la intensa competencia, todo ello derivado de la introducción de nuevas tecnologías. La tercera la ubica en la diversidad social y la identidad. En el mismo documento recomienda a los Estados miembros tomar las medidas políticas pertinentes para que la sociedad acepte y aproveche los cambios sociales que trae la CyT. Resulta extraño, dicho sea de paso para nuestro propósito, que en este documento no se recomiende el apoyo para impulsar el desarrollo de la CyT; menos aún contiene nada acerca del posible control de los gobiernos sobre la CyT. Sin embargo, aunque los intereses de la OCDE se limitan al desarrollo económico mundial para favorecer a sus países miembros, resulta significativo que reconozca que la CyT constituyen el origen y la fuerza del proceso de cambio en el que se encuentra actualmente la sociedad mundial.

Ahora bien, si la ciencia es una actividad que transforma a quien la realiza, y a su entorno social, físico y biológico, sobre todo si se piensa en la ciencia y en la tecnología, ¿cómo puede ser desvinculada de la ética, o más precisamente, de los valores que dan cohesión a nuestras sociedades? Parece necesario cuestionarnos si además de reconocer la influencia aplastante de la CyT sobre la sociedad, ésta puede aspirar a imprimir una dirección a la actividad científica y tecnológica para ha-

---

<sup>3</sup> OCDE, "Long-run Prospects: Policy Challenges for a World in Transition", *OCDE Observer*, julio de 2001.

cer que su desarrollo guarde correspondencia con las aspiraciones personales y comunitarias de nuestras sociedades. Con esto vemos claramente la pertinencia y urgencia de un análisis de la CyT para ver si los cambios que trae sobre la sociedad pueden ser conducidos de acuerdo con principios y valores que no sean sólo los que determinan el dinamismo en el que existen la CyT. Es éste el terreno de la ética. Por tanto, podemos aspirar a demostrar que la ciencia no es autónoma, puesto que no es neutra, y a establecer principios que incidan en su existencia y sobre los efectos que a su vez son determinantes del proceso de cambio en que existen las sociedades.

Lo anterior nos introduce a un problema aún mayor que puede visualizarse a partir de la siguiente pregunta: ¿cuál es la ética que fungirá como principio de acción para la CyT? En otras palabras, ¿cómo demostrar la existencia y obligatoriedad de valores fundamentales para guiar tanto a la ciencia como a la tecnología en beneficio de la sociedad? Nos introducimos así completamente en el terreno propio de la ética. Sin embargo, dado el alcance de este trabajo, nos limitaremos a esbozar sólo algunos rasgos fundamentales de una ética para la CyT dejando para otra ocasión su análisis y su justificación al interior de la filosofía práctica.

### **¿Puede hablarse de principios éticos fundamentales para la ciencia?**

Para adelantar una respuesta a las interrogantes que hemos planteado, nos proponemos avanzar primero en el señalamiento de algunos rasgos propios de toda ética, y luego esbozar sólo algunas ideas de cómo podrían servir de orientación para la CyT de nuestros días. Pensamos que este atrevimiento puede ser útil para estimular la reflexión social sobre la ciencia, para manifestar que la comunidad académica está preocupada por el alejamiento entre ciencia y sociedad, y para adelantar algunas propuestas acerca de la relación creativa que las une. De esta manera, reconociendo los principios básicos de la ética, los presentamos de tal forma que aparezca clara la mutua dependencia y corresponsabilidad entre ciencia y sociedad, superando así la tendencia a pensar que la ciencia constituye una actividad autónoma y cerrada en sí misma sobre sus propios valores.

Antes de proponer los rasgos que configurarían una ética para la ciencia, los cuales darían fundamento a la obligatoriedad de las actividades de la CyT, conviene señalar que nos oponemos a la posición teórica que es común, según la cual los “principios éticos” que norman la actividad del hombre contienen un valor autónomo y absoluto que les viene de alguna autoridad religiosa o política, o de cualquier otra índole. Tampoco pensamos en principios puramente racionales y “verdaderos” propuestos por alguna escuela de pensamiento. Nos apartamos de lo anterior, primero porque los científicos no los consideran como parte de su actividad y no aceptan otra norma que aquella que les asegura objetividad en su trabajo por medio de la experimentación. Pero sobre todo rechazamos la existencia de principios éticos absolutos porque éstos hacen referencia a conceptos estables, verdaderos, o absolutos también, derivados de la “esencia de las cosas” en los que no cabe el cambio o el proceso, y de esos conceptos derivan los valores a los que se considera también como absolutamente verdaderos. Contrastan dichos conceptos con el proceso permanente de cambio que se da en la realidad, según la cual transcurren la vida humana y sus valores, y con la forma como la ciencia se conduce, a pesar de sus paradigmas.

Consideramos que en la actualidad la filosofía práctica tiene el reto de postular principios éticos fundamentales semejantes a los paradigmas o leyes científicas que son reconocidos y aceptados como punto de partida para cualquier investigación científica. Dichos paradigmas, sin embargo, no son reconocidos como definitivos ni absolutos dentro de la comunidad científica. Por el contrario, se les considera sólo como una hipótesis verificada, lo que significa que explica de manera adecuada los fenómenos a los que se refiere, pero a los cuales no se les atribuye una certeza tal que pueda parecer absolutamente definitiva.<sup>4</sup> En esta línea de pensamiento proponemos algunos rasgos de la ética para la ciencia que, como los paradigmas propios de ésta, parten del carácter cambiante –histórico– de la sociedad, por lo que pueden estar en permanente revisión.

Postulamos que el hombre es un ser en permanente devenir, que por su acción modifica su entorno, y a la vez se ve influido por dicho entorno; es decir, concebimos al ser humano como un ser histórico. Sostenemos, además, que sólo el hombre puede ser considerado como

---

<sup>4</sup> Nos basamos en la explicación que Kuhn ofrece acerca de la “Ciencia normal”. T.S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, FCE, México, 1971.

norma ética, a la que debe plegarse su propia actividad que abarca, desde luego, el ámbito propio de la CyT. De este principio –el ser racional existencialmente histórico– se deriva la primera gran característica de la ética que es su *universalidad* en la medida en que al actuar conforma su entorno y, al mismo tiempo, se ve determinado por éste. Sin embargo, antes de precisar la obligatoriedad universal, derivada de dicho principio, queremos señalar el ámbito concreto propio en el que actúan la CyT, en el cual habrá que analizar la pertinencia y validez de los principios éticos. El ámbito al que nos referimos es el de la intersección de tiempo y espacio en que los individuos entran en contacto con la ciencia; sea esto para construirla como explicación del universo o para servirse de ella; o bien, para propiciar o frenar su desarrollo. Nos referimos al ámbito de responsabilidad ética donde necesariamente se hace presente la obligatoriedad universal del principio que postulamos: el hombre histórico.

a) Ámbitos de validez

El primer ámbito en el que se construye la ética, que calificamos ya desde ahora como dinámica,<sup>5</sup> es aquel en el que se desarrolla la *actividad científica*; en éste confluye el individuo dedicado a dicha actividad; ahí se hacen presentes el inversionista (privado o público) que posibilita la investigación científica y tecnológica, y de manera más abstracta participan también la CyT ya incorporadas a los procesos de producción vigentes en la sociedad, y que lo hacen concretamente como equipo e insumos.

El segundo ámbito está constituido por el punto en que se realiza la incorporación de la CyT a los procesos productivos para la obtención de bienes. Ahí participan empresarios, administradores y en general el personal que trabaja para lograr la producción de bienes. Aquí es evidente que la introducción de cualquier tecnología para la producción determina no sólo la organización física del trabajo, en cuanto a tiempos y movimientos, riesgos, etcétera, sino a los trabajadores mismos que han de someterse al ritmo y características de la maquinaria y equipo conforme a los cuales fluye el proceso productivo; más aún, la misma sociedad se ve afectada en tanto que destinataria del cambio tecnoló-

---

<sup>5</sup> Fernando Sancén, *Fundamentos para una ética del devenir*, trabajo fotocopiado, México, 2003.

gico mediante precios más bajos o de bienes más adecuados a sus necesidades, sean éstas primarias o construidas. Pero también este ámbito abarca al entorno biofísico, sobre el que recae una fuerte presión a partir de desechos sólidos de todo tipo o gaseosos que se incorporan a la atmósfera.

Otro ámbito lo constituye la sociedad en general, no sólo como destinataria de los bienes obtenidos bajo el influjo de la CyT, sino también determinada por la apropiación que del conocimiento científico y tecnológico hacen sus miembros, de manera especial a partir de los procesos de educación formal, con los que se capacita a los jóvenes científica y tecnológicamente para incorporarse a la producción de bienes y servicios. Lo que los estudiantes habrán de conocer, y sobre todo cómo hagan la apropiación de tales conocimientos, constituye el terreno en el que se despliega un aspecto de la obligación ética respecto de la CyT. La responsabilidad ética que ahí se observa no está limitada a los organismos públicos y organizaciones privadas que conforman las escuelas en general con sus respectivos programas; tampoco se circunscribe a la autoridad familiar, sino que alcanza sobre todo al ámbito personal de cada ser humano, en la medida en que los conocimientos formales tienen un rango de vida útil cada vez más breve, exigiendo que cada persona viva en un proceso permanente de actualización de los conocimientos no sólo de los que requiere para su práctica profesional, sino también de aquellos que van conformando la cultura del medio en el que vive.

Consideramos que la CyT, en cuanto que son incorporadas como ingredientes necesarios de las decisiones gubernamentales, conforman otro ámbito en el que se construye una ética universal. No sólo en cuanto a las decisiones que afectan el aprendizaje de la CyT, tal como hemos señalado, sino como ingrediente en el que se apoyan las decisiones de los gobiernos, y que influyen en el bienestar de la población que gobiernan. La forma como se induce a que la sociedad se apropie de los beneficios que le aportan la CyT; la manera en que se amplía y se facilita el acceso a los beneficios que éstas aportan constituye el ámbito de responsabilidad ética que recae sobre todo, aunque no exclusivamente, en las decisiones de gobierno y en la legislación que las norma.

Los mecanismos propios del mercado a partir de los cuales la sociedad se apropia de la CyT, constituyen también un ámbito propio de la ética. Esto involucra la responsabilidad para la utilización tanto de la CyT para influir en los hábitos de compra de la población, de los gobiernos y de las organizaciones civiles, como en su subordinación a otros fines

que no estén orientados a la satisfacción de necesidades reales de los individuos. A este ámbito se le atribuye más fácilmente su vinculación con la ética, pero está lejos de ser el único. Más aún, podría decirse que en cierta medida este ámbito es el colofón en el que se hacen actualmente presentes los otros ya indicados.

Conviene insistir en que si bien hemos señalado algunos ámbitos más o menos específicos, todos éstos se encuentran indisolublemente relacionados entre sí porque forman parte de la sociedad, y la responsabilidad de la CyT respecto de la sociedad es total y recíproca. Además, debemos precisar que el concepto de sociedad se aplica originalmente a todos los seres humanos reunidos e interactuantes conforme a normas e instituciones que ellos se han dado; con esto el beneficio de la CyT ha de alcanzar a cada individuo que conforma la sociedad. Esto hace patente el gran desequilibrio ético que prevalece, porque en la actualidad la CyT beneficia sólo a una parte minoritaria de la sociedad; más aún, sabemos que constituyen un mecanismo por el que se ensancha la distancia que separa a ricos y pobres y que por sus efectos se incrementa de manera constante el número de estos últimos.

Pero, por otra parte, el ámbito de influencia de la CyT se extiende también a todo aquello que propicia y mantiene la vida de cada individuo y que evita su destrucción. Ampliamos así el concepto de *sociedad* para abarcar en él a todo el medio biofísico, de donde procede la vida en general y la de cada sujeto en particular. Habrá que completar esto señalando que la vida depende también de condiciones estrictamente físicas que conforman el medio en el que se desenvuelven los organismos vivos.

Tenemos así un ámbito de universalidad hacia el cual se proyecta y sobre el que repercute cualquier actividad científica y tecnológica, debido sobre todo a que ésta es original y esencialmente humana.

#### *b) El principio de universalidad*

Hemos señalado la universalidad de las repercusiones de la actividad científica, la cual deriva de la interdependencia en que existen todas las entidades que conforman el universo físico al que pertenecemos. De esta propiedad se establece de manera necesaria que la norma que dirija dicha actividad ha de ser igualmente universal, primero por el alcance de las repercusiones que siguen a la actividad, y luego por el alcance de su obligatoriedad. Es decir, que la norma ética universal ha

de presentarse como obligatoria para todos los seres racionales que tienen capacidad para decidir el rumbo y la naturaleza de sus acciones.

Estamos ante dos dimensiones de la universalidad ética que pretendemos aplicar a la CyT: por una parte, la obligatoriedad de la norma ética se concibe como válida para todos los sujetos racionales: es universalmente obligatoria. Esto se origina de la universalidad del ámbito de la actividad, a la que añade la intencionalidad que deriva de la razón. Por otra parte, la universalidad ética se refiere también al ámbito de todo lo que existe, es decir, al universo, porque sin éste sería imposible la existencia del hombre, y por consiguiente de su acción.

La manera como concebimos la universalidad de la norma difiere de la que Kant propuso, porque para él la razón, en cuanto opuesta a lo material y sensible, constituye el fundamento de la universalidad. Ésta, por tanto, es pura abstracción racional que supera lo sensible. Para nosotros la universalidad equivale al conjunto de entidades físicas que conforman el universo, y es en la dimensión física de todo lo que existe donde se origina la validez universal que ha de tener la norma que sirva de guía a la actividad intencionada de los sujetos racionales. El alcance de toda acción del ser humano, como la de cualquier otro ser, es idéntico al universo mismo, porque en su calidad de materia, sólo existe como permanente interacción con el todo.

En tal sentido, proponemos que el hombre, sujeto intencional, constituye la única norma universal de la ética, y consecuentemente de la CyT, en la medida en que es parte integrante e interdependiente del universo. Sólo el hombre puede tenerse como norma de acción racional, porque en él y desde él puede concebirse el universo, y porque sólo puede buscar su propio bien que desde luego no existe en él, sino en "lo otro", en el universo. Éste es materia, pero también vida y razón, dimensiones interdependientes por completo que coinciden en el hombre. Por ello este último es intencionalmente responsable de sí mismo, es decir, de su propio bien, pero sabe que su permanencia en el ser, su máximo bien, depende de su entorno, y su responsabilidad inicialmente individual, adquiere dimensiones de universalidad.

Si llevamos lo anterior a la CyT, también será necesario superar el ámbito de universalidad física en el que se ubica la actividad científica y tecnológica, para entrar a otra dimensión de la universalidad, esta vez referida a la validez universal de la norma ética a ellas referida. En la CyT su universalidad está determinada por el objeto de estudio, pero también por el alcance que tienen las acciones que el hombre desarro-

lla basado en las explicaciones científicas y en las aplicaciones que de ella hace (tecnología). El universo, es decir, todo lo existente, constituye, por tanto, el terreno a explicar, casi siempre con vistas a incidir sobre él; pero aun cuando sea posible que la CyT no persigan inicialmente alguna acción sobre su entorno, de hecho se dan sus efectos sobre él, porque inciden, aunque de manera involuntaria, sobre el entorno físico, biológico y simbólico. Esta repercusión involuntaria, es decir, no directamente buscada, que tienen la CyT, constituye un riesgo considerable que exige de ellas una actitud de revisión permanente acerca de los efectos reales que traen sobre su entorno. Aquí sólo señalamos este dominio para el análisis moral de las repercusiones de la CyT sobre el universo.

La *universalidad* que mencionamos, si bien abarca todo lo que existe, tal como lo hemos señalado, se hace concreta en la preservación de la vida. Sin embargo, abarca explícitamente en cada entidad existente el mandato sobre su propia existencia, el cual consiste en *mantenerse en el ser*. La CyT al explicarse la forma en que las entidades permanecen en su ser y con ello inciden en la existencia de los seres que las rodean, tienen presente su manipulación para el beneficio del hombre. Pero si la acción humana sobre las entidades de la naturaleza no respeta su norma fundamental –mantenerse en el ser– estará introduciendo modificaciones al ritmo de la naturaleza, las cuales en algún momento se revertirán en su contra porque está vinculado con ellas en la medida en que todo está relacionado en el universo. Proponemos, por tanto, una *universalidad de facto* que se desprende de la relación existente entre el hombre en tanto que fuente y origen de la CyT, y el entorno que se ve afectado por las repercusiones que éstas traen. Postulamos una visión orgánica de la realidad, lo cual nos pone en íntima relación constitutiva de todo sujeto respecto de su entorno. Por eso consideramos que la *universalidad* no sólo es el *locus*, el ámbito donde se da la acción moral del ser humano, sino que consiste también en una responsabilidad de la acción de cualquier sujeto hacia todo lo que no es él, es decir, hacia el universo que es el gran recipiente de todo lo que existe.

Insistimos por ello en que, a diferencia de Kant,<sup>6</sup> la *universalidad* que postulamos no está dada por la abstracción de lo sensible, sino al con-

---

<sup>6</sup> Immanuel Kant, *Fundamentación de la metafísica de las costumbres* (*Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*), edición bilingüe y traducción del original alemán por José Mardomingo, Ariel, Barcelona, 1999.

trario; hablamos de la universalidad ética porque la acción sensible de cualquier sujeto, racional o no, afecta al todo, es decir, al universo de lo que existe.

Conviene resaltar que en la CyT se hace presente la intencionalidad, dimensión propia de toda acción derivada de la razón, y que es fuente de responsabilidad. Por tanto, el mandato que debería regir la CyT consiste en preservar y apoyar la armonía de los seres vivos y de su entorno para beneficio de cada sujeto particular. Lo anterior nos ha permitido establecer que la norma para la CyT tiene una obligatoriedad universal, pero es necesario establecer el origen de su obligatoriedad: ¿la naturaleza es la fuente de dicha obligatoriedad?, ¿lo es algún ser superior?

c) El principio de *autonomía*

Luego de precisar que la *universalidad* es la característica de toda ética, y cómo se translada al terreno de la CyT, postulamos, siguiendo a Kant, que una norma cualquiera sólo tiene carácter de obligatoriedad para el hombre cuando haya sido dictada por él mismo.<sup>7</sup> Es el principio de *autonomía*, por el cual despojamos de validez intrínseca a todas aquellas normas éticas o morales que se justifican por cualquier otro motivo que no sea el ser humano. No reconocemos, por tanto, como principios éticos aquellos a los que se otorga una validez en sí mismos, a los que deba someterse la voluntad del individuo. Sólo el hombre, gracias a su condición racional, es capaz de darse los principios que guíen su acción. Lo anterior equivale a decir que el hombre es el único fin de su propia acción, pero también equivale a decir que el hombre, por medio de dicha acción, influye sobre su entorno, se hace, se construye, se crea; desde luego el hombre genéricamente, pero también cada sujeto. El hombre es histórico, y con él la ética también ha de ser concebida como histórica, puesto que procede de él.

La *autonomía*, aunque de manera fundamental deriva de la condición racional del ser humano, no por ello se limita al ámbito de la ra-

---

<sup>7</sup> Christine M. Korsgaard, *Creating the Kingdom of Ends*, Cambridge, University Press, 1996, especialmente páginas 3-42, 159-187. Kant pone al hombre como la única fuente de moralidad en tanto que es racional. Su ética excluye cualquier influencia del mundo sensible. Nuestra posición sólo coincide con la de Kant en el hecho de postular al hombre como única fuente de moralidad; nosotros vemos al hombre como una entidad física, material, cuya materia está organizada como conciencia.

zón, ni ha de entenderse como pura oposición a lo sensible.<sup>8</sup> Al contrario, se ubica en el universo físico y lo involucra en su condición propia de su devenir constante. En efecto, si retomamos la idea de que el ser humano es la única norma ética, y si éste es histórico, como parte del proceso en que existe el universo, tenemos que las normas a las cuales ajusta su acción y con las que busca preservar la armonía de todo lo que existe, son normas también históricas que participan del proceso del universo, y hacia él se dirigen. Así, el hombre, al actuar, modifica no sólo su propia existencia, sino que transforma también su entorno social, biológico y físico; su acción es factor de cambio hacia su medio, tal como lo señalamos al hablar de la universalidad.

La historicidad en la que se da la autonomía y la universalidad de la ética, si bien atañe de manera inmediata a la acción de cada individuo, se hace presente también directamente en las normas que se da para guiar su acción en armonía con su entorno. En efecto, puesto que el hombre es un ser en devenir, y dado que es la única fuente de normatividad ética, las normas que él se da no pueden ser sino parte también de su propio devenir; sólo pueden ser históricas.

Si bien la *autonomía* se origina de manera conceptual en torno al individuo, está orientada hacia la totalidad de lo que existe, porque sólo en dicha totalidad, y como parte de ésta, el individuo puede perseguir su propio bien, que consiste originalmente en permanecer en el ser. La autonomía, por tanto, no se concibe como aislamiento, sino como compromiso de todo sujeto para armonizar su existencia con todo lo otro. En este contexto de responsabilidad y compromiso de permanencia armónica con el todo, la CyT cobran relevancia, porque son el instrumento que el hombre utiliza para dirigir y optimizar su acción sobre la naturaleza para obtener beneficios. Es el hombre el único receptor, como es la única fuente de moralidad, de los resultados que se den en la naturaleza a partir de la CyT que son parte de su misma actividad.

La *autonomía*, como característica de la norma ética, no significa aislamiento del entorno, menos aún oposición a éste, sino que expresa el origen de la obligatoriedad para dicha norma: la búsqueda del bien propio, y más precisamente, la aspiración fundamental a permanecer en el ser.

---

<sup>8</sup> Kant, *op. cit.*

Esto viene a corregir el aislamiento o independencia en el que se ha querido mantener a la ciencia, pensando que con ello se garantiza su independencia de intereses sociales o personales. Es necesario reconocer que sólo la CyT pueden darse a sí mismas sus normas de operación interna, son autónomas; pero también es conveniente resaltar el hecho de que no están aisladas de la sociedad, sino que participan de la historicidad de ésta y de los individuos que la viven y la crean. Más aún, porque la CyT constituyen un factor determinantemente constitutivo de la realidad, su autonomía debe valorarse como relación hacia el entorno histórico del que depende: porque es autónoma, está comprometida con la sociedad gracias a la dependencia que guarda como ésta. Consideramos que esta reciprocidad en la autonomía constituye el principio normativo para la CyT, el cual se complementa con la universalidad y recalca el carácter histórico de ellas, y su necesaria vinculación con el proceso permanente en que existen los seres que conforman el universo. La intencionalidad ha de ser el punto de incidencia de la razón en el devenir de todo lo que existe. Gracias a ello la CyT imprimen dirección al proceso, y en ello estriba la importancia de los principios éticos a los que nos hemos referido.

De todo lo anterior, surge una pregunta fundamental: si todo ser, especialmente el ser racional busca su propio bien, ¿cómo concebir a éste en términos de progreso? En otras palabras, ¿en qué consiste, o qué significa “construir su propio bien”? En una realidad donde todo deviene porque existe en tanto que es resultado y origen del cambio permanente, tal como la hemos presentado, sólo queda la creatividad misma como principio inspirador de un flujo existencial creativo por siempre. Sin embargo, debemos destacar que la existencia de cada sujeto constituye el valor fundamental que lo mueve a la acción, en la que y por la cual existe. Para nuestra ética, el ser humano, en tanto existente, se perfila como la única norma absoluta y universal, en especial en lo que hace a la CyT. Este ser humano, al cual nos referimos, no es un concepto abstracto que describa un conjunto de propiedades esenciales propias de su naturaleza, sino el sujeto histórico cuya existencia consiste en su afán por permanecer en la existencia; afán que lo lleva a actuar. Esto último es, por tanto, el principio fundamental de la ética. Es la existencia eminentemente inestable y dinámica la que proporciona la base de nuestra reflexión acerca de la ética que toma en cuenta de manera existencial la situación incompleta de cada ser, por lo que está también existencialmente vuelto hacia “lo otro”. Bajo la ins-

piración de la creatividad, el individuo se crea a sí mismo por su acción en la que alcanza su bien, pero también crea su entorno, de donde obtiene su bien.

La existencia de cualquier ser en nuestro universo, en efecto, depende no tanto de sí mismo, de lo que es, sino de lo otro, es decir, de lo que no es; depende de los bienes que le son ajenos; éstos son los que conforman la existencia de aquél. El hecho de que la existencia de un ser sólo sea posible por la existencia de otros seres, muestra que su permanencia en el ser depende del bien de los demás seres, gracias a los cuales existe; esto hace ver que el bien de un sujeto se obtiene no por el dominio que se tenga sobre los demás para supeditarlos al propio fin o bien, sino por medio del bien en cada uno de los demás seres.

El bien de cada sujeto, por tanto, depende de los demás, no a modo de sumisión de su existencia, sino como desarrollo y plenitud de ésta. Es decir, que el bien de un sujeto pasa por la existencia plena, el bien, de los otros seres de su entorno. Vemos una interdependencia existencial en todos los seres que existen, semejante a la existencia de cualquier organismo: en un ser viviente, en efecto, observamos una interdependencia existencial hacia su interior, por los órganos y elementos que lo integran, pero también hacia su entorno.

Si aplicamos esta explicación orgánica de todo lo que existe al principio fundamental de la ética –el imperativo de mantenerse en el ser–, entonces cada individuo estará obligado a buscar su propio bien. Pero sólo podrá acceder a dicho bien por medio del bien de los demás seres que conforman su entorno. Perseguir su propio bien significará, en consecuencia, perseguir el bien de los demás individuos con los que guarda una interdependencia existencial.

Es aquí donde podemos ubicar a la CyT. Éstas son el medio por el cual el hombre modifica su entorno para obtener los bienes que requiere su existencia. A partir de los bienes que el ser humano obtiene de la naturaleza es que conforma su propia existencia. La CyT, vinculadas a la acción del hombre, han de contribuir al bien no sólo de cada hombre, sino también del entorno en el que existe; de esta manera, la CyT se unen al imperativo ético fundamental que hemos formulado, según el cual la obligación de todo ser es mantenerse en la existencia. Sostenemos, por tanto, que la CyT han de ser creadas y utilizadas de forma tal que favorezcan la existencia plena de cada hombre y de su entorno, gracias al cual ha sido posible la existencia de cualquier individuo. Este mecanismo es común en la naturaleza, pero como princi-

pio ético involucra la razón por medio del ejercicio de la voluntad. Aquí se ubica la responsabilidad de cada ser humano, que en los dominios ya señalados decide la forma en que crea y aplica el conocimiento que genéricamente ubicamos en la CyT. De esta manera puede hablarse de una responsabilidad colectiva respecto de la CyT; en efecto, como entidad colectiva, la CyT muestran orientación y características propias, que en realidad son rasgos comunes, observables en la acción de cada individuo que las crea o utiliza. Pero la responsabilidad habrá que ubicarla precisamente en la decisión racional, en la intención, origen de las acciones de todo ser humano, y también en las repercusiones que tengan sobre lo demás: lo físico, lo viviente y lo simbólico.

## **Conclusiones**

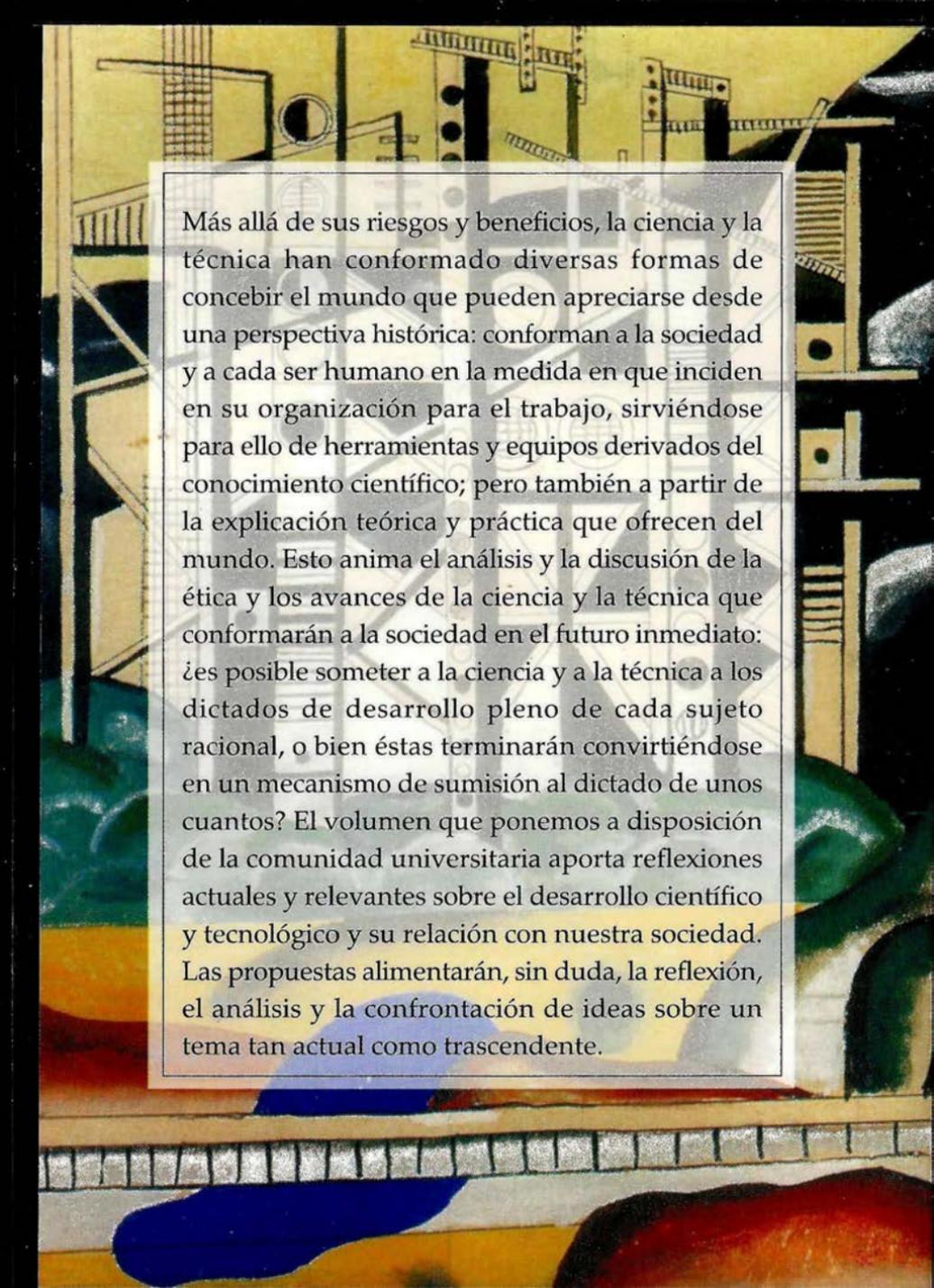
De todo lo anterior conviene precisar que la dimensión ética de la ciencia es inseparable de la existencia del ser humano, y que sólo el hombre puede darse las normas que operen como guía de su acción.

El origen de toda acción humana, y en consecuencia de cualquier norma que pretenda guiarla, lo ubicamos en la inclinación original a permanecer en el ser a pesar, o a partir de las operaciones que se suceden en su entorno. En consecuencia, la CyT, que tienen su origen en la acción del ser humano, han de contribuir a ese impulso primario de conservar la propia existencia, con todo lo que ello implica.

Tenemos así que la CyT es la más humana de las actividades del hombre porque con ellas proyecta el sentido de su propia existencia hacia su entorno y porque gracias a su acción obtiene los bienes que requiere para satisfacer su afán de permanecer en el ser. Habrá que ubicar a la ética de la ciencia y la tecnología en el dinamismo de lo que existe, como elemento constructor de sentido hacia la realidad y también forjador de nuevas realidades en beneficio del hombre y de su entorno. Por ello, la CyT no pueden ser consideradas como ajenas al hombre desde el momento en que se originan, menos aún por las consecuencias que trae su aplicación. El hombre es el responsable de la CyT: de su concepción, su construcción, su utilización, y tal responsabilidad ha de estar normada por la misma existencia histórica del ser humano.

## Bibliografía

- Agazzi, Evandro, *El bien, el mal y la ciencia*, Tecnos, Madrid, 1996.
- Kant, Immanuel, "*Fundamentación de la metafísica de las costumbres* (*Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*), edición bilingüe y traducción del original alemán por José Mardomingo, Ariel, Barcelona, 1999.
- Korsgaard, Christine M., *Creating the Kingdom of Ends*, Cambridge University Press, Cambridge, 1996.
- Kuhn, T.S., *La estructura de las revoluciones científicas*", FCE, México, 1971.
- Llinás R., Rodolfo, *El cerebro y el mito del yo*, Norma, Bogotá, 2003.
- OCDE, "Long-run Prospects: Policy Challenges for a World in Transition", *OCDE Observer*, julio de 2001.
- Piaget, Jean, *Psicología y epistemología*, traducción del original francés, Ariel, Barcelona, 1973.
- Sancén, F., *La realidad en proceso de ser real*, UAM, México, 2003.
- Taylor, Ch., *Fuentes del yo. La construcción de la identidad moderna*, Paidós, Barcelona, 1989.



Más allá de sus riesgos y beneficios, la ciencia y la técnica han conformado diversas formas de concebir el mundo que pueden apreciarse desde una perspectiva histórica: conforman a la sociedad y a cada ser humano en la medida en que inciden en su organización para el trabajo, sirviéndose para ello de herramientas y equipos derivados del conocimiento científico; pero también a partir de la explicación teórica y práctica que ofrecen del mundo. Esto anima el análisis y la discusión de la ética y los avances de la ciencia y la técnica que conformarán a la sociedad en el futuro inmediato: ¿es posible someter a la ciencia y a la técnica a los dictados de desarrollo pleno de cada sujeto racional, o bien éstas terminarán convirtiéndose en un mecanismo de sumisión al dictado de unos cuantos? El volumen que ponemos a disposición de la comunidad universitaria aporta reflexiones actuales y relevantes sobre el desarrollo científico y tecnológico y su relación con nuestra sociedad. Las propuestas alimentarán, sin duda, la reflexión, el análisis y la confrontación de ideas sobre un tema tan actual como trascendente.