



► O40
Bioética

ABOUT THE DEGREE OF PRESENCE OF THE
BIOETHICAL DIMENSION IN THE HISPANIC
WORLD'S ENGINEERING HISTORY

SOBRE O GRAU DE PRESENÇA DA
DIMENSÃO BIOÉTICA NA HISTÓRIA DA
ENGENHARIA NO MUNDO HISPÂNICO

► **Carlos Eduardo de Jesús Sierra Cuartas***

Sobre el grado de presencia de la dimensión
bioética en la historia de la ingeniería en el

mun^{do} hispano

► **Fecha Recepción: Enero 8 de 2009**

► **Concepto Evaluación: Febrero 25 de 2009**

► **Fecha Aceptación: Junio 25 de 2009**

* Magíster en Educación de la Pontificia Universidad Javeriana e ingeniero químico de la Universidad Nacional de Colombia, de la que es Profesor Asociado. De otro lado, miembro de *The New York Academy of Sciences*, *The History of Science Society*, *The British Society for the History of Science*, *The Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology* y *The International Committee for the History of Technology*. Además, es *Biographee de Marquis Who's Who*, *American Biographical Institute* e *International Biographical Centre*. Por lo demás, autor de publicaciones sobre educación, bioética e historia de la ciencia en revistas, boletines y periódicos distribuidos en Colombia, Estados Unidos, Gran Bretaña, México, Venezuela y España. Correo electrónico: cesierra48@une.net.co.



RESUMEN

La historia de la ciencia y la tecnología es un filón valioso para rastrear las ideas de semblante bioético mucho antes de la intuición de Van Rensselaer Potter. En el mundo hispano, pese a que hay demasiado por hacer en materia de investigación de la respectiva historia de la ciencia y la tecnología, existen hechos significativos que muestran la presencia de un semblante ético en relación con la ciencia y sus frutos en diversos científicos e ingenieros hispanos en siglos pasados, junto con algunas figuras pertinentes de la filosofía.

Palabras Clave

Historia de la ingeniería, historia de la tecnología, historia de la bioética, bioética global.

041

ABSTRACT

The history of science and technology is a valuable gold mine so as to inquire into the ideas of bioethical appearance previous to Van Rensselaer Potter's intuition. In the Hispanic world, in spite of the huge tasks to do in the matter of inquiry of the respective history of science and technology, there are significant facts which show the presence of an ethical appearance in relation to science and its fruits in various Hispanic scientists and engineers in past centuries, along with some relevant figures of the philosophy.

Key Words

History of engineering, history of technology, history of bioethics, global bioethics.

RESUMO

A história da ciência e da tecnologia é um meio valioso para rastrear as idéias de semblante bioético muito antes da intuição de Van Rensselaer Potter. No mundo hispânico, há muito por fazer em matéria de pesquisa da respectiva história da ciência e da tecnologia, existem fatos significativos que mostram a presença de um semblante ético em relação com a ciência e seus frutos em diversos científicos e engenheiros hispânicos em séculos passados, junto com algumas figuras pertinentes da filosofia.

Palavras Chave

História da engenharia, história da tecnologia, história da bioética, bioética global.

NATURALEZA DEL PROBLEMA

Existe un problema en lo que atañe a la investigación y enseñanza de la historia de la ciencia y la tecnología en el seno de los países hispanoparlantes, advertido sobre todo por José María López Piñero, investigador conspicuo de tal historia en el seno del mundo hispano. En realidad, la investigación y enseñanza de la historia en cuestión ha quedado reducida a la categoría de pobre dama vergonzante, incluso en el Primer Mundo, en el cual han sufrido menoscabo significativo los principales centros de investigación, al punto que algunos de ellos han desaparecido, todo esto como consecuencia de las contrarreformas neoliberales a lo largo y ancho del planeta durante los últimos decenios. En todo caso, es una situación preocupante en extremo habida cuenta que la historia de la ciencia y la tecnología constituye un rico filón para el rastreo del pensamiento de semblante bioético en regiones distintas a Norteamérica y en pensadores distintos a Van Renssalaer Potter, André Hellegers y Daniel Callahan. Después de todo, el mundo es ancho y ajeno. Como quiera que sea, la presencia de tal filón en las obras pergeñadas por los bioeticistas de las últimas décadas es bastante tenue hasta donde cabe decir.

Y, en honor a la verdad, dicho filón vale un Potosí desde el punto de vista del incremento de la comprensión que se puede lograr a propósito de los orígenes tempranos del pensamiento bioético.

En el ámbito hispano, la historia de la ciencia y la tecnología es nuestra historia secreta de acuerdo con la acertada denominación de Elías Trabulse, investigador mexicano del campo respectivo (Trabulse, 1997). Es decir, tal historia permanece oculta frente a otras historias que han merecido una atención mucho mayor, como lo atinente a la política, la economía y la religión, entre otras historias. En general, como lo demuestra nuestra historia con tozudez, el castellano ha tenido muy poco uso como *lingua franca* de la ciencia y la tecnología a nivel internacional, si bien los países hispanoparlantes han contado con algunas figuras de talla, como Santiago Felipe Ramón y Cajal y Severo Ochoa. Pero, una golondrina no hace verano.

En sintonía, con lo previo, la historia de la ingeniería en Iberoamérica no es la excepción, como lo demuestra la exploración de las páginas existentes en la Red tanto de asociaciones como de consejos profesionales. En las mismas, aunque no es infrecuente encontrar documentos sobre historia de la ingeniería en alguna de sus ramas, el enfoque de los mismos no suele pasar del nivel de la

historia anticuarria las más de las veces, esto es, la enumeración de nombres, fechas, inventos y descubrimientos, y poco más. Incluso, encontramos también textos de índole hagiográfica. Así las cosas, la historia crítica de la ingeniería casi que brilla por su ausencia en nuestros países. En estas condiciones, la dimensión bioética en la historia de la ingeniería en Iberoamérica está ausente en tales fuentes, máxime cuando manejan la historia como si se tratase de saltos mortales inconexos, un enfoque centrado en grandes figuras surgidas como por generación espontánea. Para colmo de paradojas, los textos más profundos y lúcidos al respecto no proceden de las plumas de ingenieros, sino de la pluma galana de un teólogo y filósofo austriaco desde la labor investigativa que pergeñó en Cuernavaca varios decenios atrás: Iván Illich, uno de los analistas más lúcidos de la sociedad industrial.

En consecuencia, la investigación de la historia de la ingeniería en Iberoamérica ha de seguir otros cauces si aspiramos a rastrear la posible presencia de una dimensión bioética, así sea en ciernes. Se mostrará esto en lo que sigue.

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS FUNDAMENTALES

Asevera José María López Piñero que la historia de la ciencia no se ha convertido entre nosotros los hispanos en una disciplina sólidamente cristalizada. De ahí que nos topemos con situaciones desconcertantes como la referida a propósito de las fuentes habitualmente disponibles en las páginas de asociaciones y consejos profesionales de ingeniería. Un poco más y bien podrían acabar diciendo que jamás rompen un plato. Es decir, los ingenieros iberoamericanos suelen carecer las más de las veces de real conciencia histórica, máxime que suelen reducir la historia de la ingeniería a una hagiografía de grandes figuras con la pobreza epistemológica concomitante. Por tanto, hemos de adoptar otra estrategia.

Desde el punto de vista de los autores claves para nuestras necesidades, es aconsejable acudir a las investigaciones pergeñadas por historiadores competentes, a saber: José María López Piñero, Elías Trabulse, Carlos Martínez Shaw, Nicolás García Tapia, José Manuel Sánchez Ron y Serafín Fanjul, entre otros por el estilo. Por su parte, en materia de fuentes, nos son de inestimable ayuda las publicaciones de la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia; algunas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; las de la Universidad de Valencia; los órganos de difusión de algunas asociaciones

dedicadas al rescate del patrimonio cultural, como Serrablo y APIAC; algunas obras centrales de la filosofía de la tecnología, como las de Carl Mitcham. Desde luego, no son las únicas fuentes a este respecto, pero constituyen un muestrario bastante representativo.

Así mismo, no pasaremos por alto fuentes primarias pertinentes cada vez que sea posible contar con ellas. Excelentes ejemplos al respecto los tenemos en las obras conspicuas de Juan de Arfe y Villafañe y Álvaro Alonso Barba: *Quilatador de la plata, oro y piedras* y *Arte de los metales*, aquella del siglo XVI y ésta del siglo XVII. Por cierto, se trata de obras desconocidas en los medios universitarios latinoamericanos.

Ahora, desde el punto de vista de la periodización, conviene distinguir las siguientes épocas, referidas a España: Siglo de Oro, Movimiento Novator, Ilustración, reinados de Fernando VII e Isabel II, y Edad de Plata. Por supuesto, bien podría añadirse lo atinente a la ciencia y tecnología andalusí, pero estimo aconsejable tratarla por aparte dada su enorme importancia intrínseca en virtud del gran desarrollo logrado por dicha cultura en materia científica y tecnológica. En general, suele hallarse mejor información en relación con la historia de la ciencia y la tecnología en España, si bien ciertos autores, como López Piñero, Martínez Shaw y García Tapia, se han ocupado así mismo de Hispanoamérica. Además, desde México, contamos con la valiosa obra investigativa de Elías Trabulse.

SIGLO DE ORO Y ANTESALA DEL MOVIMIENTO NOVATOR

En líneas generales, la investigación de los últimos decenios a propósito de la historia de la ciencia y la tecnología en el mundo hispano está caracterizada por una intención explícita de superar leyendas negras y rosas.

En lo que al Siglo de Oro concierne, los dos monarcas hispanos más destacados, Carlos V y Felipe II, le otorgaron al fomento de los saberes científicos y técnicos una importancia elevada, explicable por el hecho que la monarquía hispánica tuvo ante sí unos retos formidables a causa de la extensión rápida del imperio tras el descubrimiento de América. Así las cosas, recibieron apoyo sobre todo los saberes prácticos, como la cartografía, la náutica, la cosmografía, la arquitectura, la medicina, la botánica y la ingeniería, cuyos exponentes más conspicuos de los diversos territorios de la monarquía entraron al servicio de estos monarcas, como Juanelo Turriano, ingeniero de origen italiano (Pardo, 1998). Con mayor concreción, en lo que a la

ingeniería atañe, las ramas que más destacaron fueron la construcción naval, la hidráulica y las técnicas de extracción minera. En cuanto a éstas, como cabe imaginar, las referentes a los metales preciosos en especial.

Por supuesto, no todas las obras surgidas en este período van a contener una dimensión ética patente. No obstante, en varias de las más significativas, es factible detectar esta dimensión, sea por su explicitud, sea por su contraste. Botón de muestra, es el caso de la empresa más importante de todo el reinado de Felipe II: la expedición encargada a Francisco Hernández y realizada entre 1571 y 1577, cuya meta original era llevar a cabo un estudio detenido *in situ* de la materia médica, de los tres reinos naturales, que producían los virreinos de la Nueva España y del Perú. De esto debía salir una obra que sirviese a los médicos, cirujanos, herbolarios, boticarios y destiladores del entorno real. Pero, hubo más: puesto que Hernández aprendió la lengua náhuatl y que incorporó al trabajo a un grupo de indígenas como informadores y dibujantes, amén de escribir su obra en tres idiomas, latín, castellano y nahuatl, cabe decir que fue una de las experiencias de mestizaje cultural de mayor originalidad e interés de la ciencia europea de entonces. Por lo demás, el libro que de ahí surgió difiere algo de la meta original al haberse circunscrito a la Nueva España dadas las circunstancias materiales del trabajo, las dimensiones reales del mismo y la propia salud de Francisco Hernández (Hernández, 2003).

Ahora bien, en el campo de la ingeniería, conviene no pasar por alto dos obras relevantes: *Quilatador de la plata, oro y piedras*, de la pluma de Juan de Arfe y Villafañe, y *Arte de los metales*, obra de Álvaro Alonso Barba. Por fortuna, contamos con ediciones de ambas para explorar en forma directa la presencia o ausencia de la dimensión ética concomitante (Arfe, 1976; Alonso, 1967). La primera de ellas nos permite captar la dimensión ética por contraste; la segunda, por explicitud. Veamos.

Juan de Arfe y Villafañe, "escultor de oro y plata", orfebre, erudito, tratadista de arte y reconocido práctico y científico, pergeñó una obra con carácter de investigación práctica, pero con sentido concreto, puesto que logró codificar un terreno inestable y posible de adulterar como el de la moneda, lo cual le llevó a establecer un sistema ponderal para los áridos y los líquidos necesarios para fines de comercio y de vida política del reino. Esto sucedía en el siglo XVI. En otras palabras, como destaca Antonio Bonet Correa en la introducción a la edición potosina de la obra de Arfe, ésta refleja bien el afán de precisión y certeza que

preocupó a los hombres del Renacimiento habida cuenta de su afán de dominio de la naturaleza, manifiesto en la navegación, la exploración de nuevas tierras, el trazado de cartas de navegación y mapas de países desconocidos, y la creación de nuevas máquinas y herramientas, cada vez de mayor perfección y exactitud en lo que a su funcionamiento concierne (Arfe, 1976). De aquí que quien esto escribe afirme que el *Quilatador* contiene una dimensión ética por contraste en el ámbito tecnocientífico al ser el reflejo del despliegue de la concepción de la tecnociencia con fines de conquista de la naturaleza inaugurada en la Edad Media por monjes nórdicos como Alberto Magno y William de Occam, concepción apuntalada luego por Francis Bacon y causante del panorama actual de desmandamiento de la tecnociencia que ha servido de acicate para el surgimiento y desarrollo de la bioética actual.

Ahora bien, en justicia a Arfe, señalemos así mismo que, en lo didáctico, su obra contiene igualmente un aspecto ético positivo en virtud del manejo claro y conciso del castellano aunado con la concentración y fijación en cifras y definiciones del diapasón variopinto de lo que constituye ahí materia de interés. Es decir, con esto, Arfe demuestra de nuevo que es hijo de su época dado que, para el humanismo de entonces, lo científico y lo artístico eran materias con operaciones idénticas o apenas distinguibles. En cualquier caso, no deja de ser curiosa esta mixtura entre el culto al dominio de la naturaleza, más bien contrapuesto a la esencia de lo que hoy llamamos bioética global, y la preocupación pedagógica por redactar una obra que no divorcia la ciencia del arte. En fin, es una de esas sorpresas que nos regala la historia de la ciencia y la tecnología.

Antes de detenernos en Álvaro Alonso Barba, conviene ampliar más lo atinente al culto renacentista hacia la conquista de la naturaleza. Sobre esto, son oportunas algunas precisiones de Jesús Bustamante, investigador del Centro de Estudios Históricos del español Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Bustamante, 1999). En primera instancia, la idea de ciencia como inventario sistemático del mundo no es una novedad del Renacimiento, sino una herencia aristotélica. En concreto, Francis Bacon la retomó con el fin de racionalizar la tarea inmensa de compilación asociada con la ciencia vista de esta forma. En segundo lugar, el Renacimiento exacerbó la herencia de marras, hecho patente en léxicos, tablas y etimologías, es decir, proliferó una grafomanía extravagante, junto con museos, galerías, gabinetes, estudiantos, *Kunst- y Wunderkammern*. En esta perspectiva, podemos comprender mejor la razón de ser de obras como las de Hernández y Arfe.

En cuanto a la obra del padre y licenciado Álvaro Alonso Barba, sita en el siglo XVII, resulta de mucha utilidad el largo prólogo redactado por Armando Alba para la edición potosina de 1967, dedicado a biografar dicho sacerdote. Allí, al entrar en pormenores de índole ética, señala que el buen sacerdote poseía, por educación y temperamento, un sentido moral insobornable, con raíces en sus limpios sentimientos cristianos. También, sintió desde temprano una atracción irrefrenable hacia el examen de la naturaleza, hecho para nada sorprendente si tomamos en cuenta que, entre sus lecturas formativas, estuvieron las páginas de Alberto Magno y Georgius Agricola. En general, de su libro, *Arte de los metales*, emana la calidad moral e intelectual del autor. Como bien dice Alba, no se siente onnisapiente sabiéndose experto en estudios científicos, un rasgo no precisamente dominante en el científico de hoy, tan poco dado al ejercicio de la humildad científica según el término usado por Umberto Eco. Además, es típico que el buen Padre hiciese hincapié en cuanto a que su esfuerzo está dedicado al Rey y al "bien común," o sea, la aplicación de la ciencia en beneficio de la industria para fines de prosperidad general. De nuevo, un rasgo que no vemos en la tecnociencia actual.

Así mismo, el padre Alonso practicó la ciencia de forma tal que todos podían percibirla en aquellos días como lo opuesto a lo fáustico. Significa esto que el padre Alonso manejó la ciencia en clave ecuménica, no esotérica. Esto quedó reflejado en el lenguaje empleado en su libro, dada la intuición pedagógica del autor, un lenguaje caracterizado por la espontaneidad de las expresiones y el uso de vocablos del léxico minero local. Además, su obra tiene un semblante integral llamativo, fruto del conocimiento del autor de todos los matices y complejidades de la minería. En palabras de Armando Alba: "Álvaro Alonso Barba podía hablar con autoridad incomparable, del auge y tragedia de la minería, en su dimensión material y en su proyección inhumana, demasiado inhumana." En otras palabras, las minas de Potosí no eran precisamente una Arcadia. Como dijo fray Domingo de Santo Tomás, "Potosí era la boca del infierno"; y la mina de azogue de Huancavelica, "un matadero público." En lo crematístico, la base de la explotación minera en Potosí y Huancavelica fue la mita (Malamud, 2008). En lo ambiental, la situación fue también trágica: a fuerza del uso de combustible vegetal para hornos, unos seis mil en las primeras décadas de explotación en Potosí, los bosques vecinos a las minas quedaron agotados. Entre 1571 y 1582, no quedaba hicho, una especie de esparto, que cubría las laderas del cerro (Malamud, 2008). Por la misma época,

parecida situación se dio en la Nueva España de acuerdo con la relación pormenorizada de Mervyn F. Lang (1977), al igual que la de Elías Trabulse (1996). Por ejemplo, algunas zonas próximas a las famosas minas de plata del México central estaban casi deforestadas. Con el tiempo, la situación, en principio, será menos crítica al entrar en escena las técnicas de beneficio por amalgamación, que transcurren a una temperatura mucho menor. Sin embargo, conviene no perder de vista que las técnicas de marras empleaban azogue, o mercurio, un metal sumamente tóxico. Es decir, debieron tener también su impacto negativo tanto para la salud humana como para el ambiente según cabe inferir de la descripción del método de beneficio de patio brindada por Lang.

Los casos de científicos e ingenieros vistos hasta aquí suelen figurar en lo publicado por los expertos en historia de la ciencia y la tecnología en el mundo hispano, aunque, en honor a la verdad, se trata de un conocimiento que no suele ir más allá de los círculos de especialistas en la materia. Empero, hay un caso de lo más enojoso por su difusión mucho menor, el de Jerónimo de Ayanz y Beaumont, según se queja con justicia Nicolás García Tapia, el investigador español que ha rescatado a Ayanz del olvido (García, 1994, 1995, 1999, 2004). Enojoso en virtud del hecho que Ayanz, de acuerdo con lo decantado por el profesor García, es el Da Vinci español sin ir más lejos y que Lope de Vega y Carpio le dedicó, cuatro años después de la muerte del caballero navarro, una comedia titulada *Lo que pasa en una tarde*. Además, Baltasar Gracián, en *El Criticón*, lo recuerda con admiración. De manera más general,

En un contexto más amplio, el de la Enciclopedia, aparece esta dimensión ética a propósito de la tecnología y su uso, puesto que sus autores se preocuparon por presentar con detalle las habilidades y destrezas involucradas tanto para brindar elementos de comprensión a sus lectores como para luchar contra los privilegios corporativistas de la época. Es decir, Diderot no se conforma con mostrar las máquinas y las herramientas, sino que revela su funcionamiento (Jacomy, 1992). En suma, para Diderot, el ser humano sigue siendo lo más importante. En sus palabras: "¿Por qué no introduciríamos al hombre en nuestra obra tal como está situado en el universo?"

enfatisa García que el Siglo de Oro ha sido bien estudiado en las letras y en las artes, no tanto en la ciencia y la tecnología, campo sobre el cual se ignora casi todo (García, 2004). De aquí que los casos más o menos conocidos no sean muchos.

Las publicaciones de Nicolás García Tapia sobre Jerónimo de Ayanz y su obra tienden a enfocar la atención sobre los aspectos técnicos y científicos. Sin embargo, algo trasluce para hacernos a una idea de la dimensión ética del caballero navarro. En especial, en lo concerniente a la minería, con base en los múltiples ensayos que realizó con las muestras de minerales que le habían remitido desde Potosí, elaboró una serie de métodos metalúrgicos con un informe detallado que entregó al Rey por medio del Consejo de Cámara de Castilla, a fin de que se hiciera llegar en forma directa a los mineros de Potosí, sin pasar por el Consejo de Indias para evitar nuevas obstrucciones, y ocultando el nombre de Jerónimo de Ayanz para no despertar los celos de sus enemigos. Tales métodos, basados en el uso del cobre como catalizador de la amalgama de plata, tuvieron aplicación en Potosí, con un éxito enorme, lo cual salvó la producción de plata por muchos años. He aquí el testimonio de un minero de la Villa Imperial de Potosí (García, 2004):

Todos los beneficios que en esta Villa se han tratado, han tenido inventores a los cuales les ha dado esta Villa en premio mucha suma de dinero, y este del cobre, con ser tan grande, se les ha venido a las manos sin ninguna costa, porque no saben quién primero lo inventó...

Por ahora, quedan abiertas un par de cuestiones, a saber: ¿Benefició la aplicación de los métodos de Ayanz a los trabajadores de las minas? ¿Tuvieron un impacto positivo sobre el ambiente? He aquí la inspiración para investigaciones subsiguientes al respecto. Por lo demás, sus invenciones sobre equipos de buceo dan una mejor pista acerca de la presencia de una dimensión ética en las creaciones tecnocientíficas de Ayanz. Al respecto, tomemos en consideración este fragmento significativo (García, 2004):

Su Majestad quiso ver lo que parecía más dificultoso, que era poder un hombre trabajar debajo del agua espacio de tiempo. Así, por agosto del año pasado de 1602, fue con sus galeras por el río de esta ciudad al jardín de don Antonio de Toledo, donde hubo mucha gente. Eché un hombre debajo del agua, y al cabo de una hora le mandó salir Su Majestad y, aunque respondió debajo del agua que no quería salir tan presto porque se hallaba bien, tornó Su Majestad a mandarle que saliese. El cual dijo que podía estar debajo del agua todo el tiempo que pudiese sufrir y sustentar la frialdad de ella y la hambre. Quisiera hacer esta prueba por otros caminos que causarían más admiración, y satisfacer con la que Su Majestad más gustara de los demás pareceres, como se los dije y se los di. Respondió que de allí a cuatro días que guardase memoria de las máquinas que le había dado hasta que las quisiese ver, pues por sus ocupaciones no lo hacía entonces.

El fragmento previo permite entrever la preocupación de Ayanz por el bienestar de quienes debían permanecer bajo el agua largos períodos. Mucho tiempo después, en el siglo XIX, veremos una preocupación por el estilo, acaso más intensa, en otro brillante ingeniero español: Narciso Monturiol y Estarriol.

La ingeniería conoció también otro campo de despliegue por estos tiempos: la invención de teatros de máquinas, con una dimensión lúdica asociada. En términos generales, hasta donde cabe juzgar, tenemos aquí un campo en el cual la ingeniería se ejerce casi sin sentido de bienestar social generalizado, puesto que se trataba de la invención y construcción de dispositivos de entretenimiento concebidos para las élites. Autores como Alfredo Aracil (2006) y Hélène Verin (2004) nos brindan una descripción de tal fenómeno que soporta bien lo que se acaba de decir. En todo caso, al llegar la Revolución Francesa, los teatros de máquinas situados en Francia, ligados a los grandes palacios, quedarán accesibles al público en general, concepción ecuménica de la tecnociencia ya presente en la *Enciclopedia* gracias a Diderot como

La idea de ciencia como inventario sistemático del mundo no es una novedad del Renacimiento, sino una herencia aristotélica. En concreto, Francis Bacon la retomó con el fin de racionalizar la tarea inmensa de compilación asociada con la ciencia vista de esta forma. En segundo lugar, el Renacimiento exacerbó la herencia de marras, hecho patente en léxicos, tablas y etimologías, es decir, proliferó una grafomanía extravagante, junto con museos, galerías, gabinetes, estudiantos, Kunst- y Wunderkammern. En esta perspectiva, podemos comprender mejor la razón de ser de obras como las de Hernández y Arfe.

veremos más adelante. Además, los teatros de máquinas no fueron ajenos al contexto económico y técnico de la época. Como señala Verin (2004):

(...) usar una misma rueda de molino para distintas operaciones: moler, serrar, prensar(...), hacer que un dispositivo sea desplazable, reciclable para otra cosa, corresponde a un tipo de economía cuya importancia no es desdeñable. Permite afrontar la "necesidad del caso" cuando las máquinas son raras, costosas y exigen saberes técnicos raros ellos mismos, cuando la resistencia de los materiales es difícilmente controlable y fuera de alcance para una ciencia de las mecánicas que se constituye paralelamente a la multiplicación de esas máquinas. En el sistema de las técnicas productivas la demanda es bastante importante para hacer surgir nuevos oficios –como el de "bombero": fabricante y reparador de bombas- y expertos, como Ramelli, que propone modelos poco ruidosos, síntoma de una molestia ya bien conocida por la gente.

Con todo, no se trataba de un contexto técnico y económico desligado del arte según lo ilustran los teatros de máquinas que proliferaron por toda Europa. De facto,

desde el Renacimiento, la ciencia y el arte no estaban distantes la una del otro (Lafuente y Puerto, 1986). Al respecto, recordemos, por ejemplo, el caso elocuente de Juan de Arfe y Villafañe que vimos más arriba.

Retornemos a la Nueva España. Entre 1630 y 1680, la comunidad científica de esos días contó con destacados astrónomos, matemáticos e ingenieros. De entre ellos, Elías Trabulse identifica en calidad de figura central en torno a la cual se articuló el movimiento de apertura a la modernidad al fraile mercedario Diego Rodríguez (Trabulse, 1994), quien sobresalió como matemático, astrónomo e ingeniero. Fue un experto en hidráulica, maquinaria, agrimensura y en la construcción de aparatos de medición. A juzgar por los datos proporcionados por Trabulse, fray Diego tuvo entre sus virtudes la de la honradez intelectual al proceder en armonía con el espíritu del método científico, esto es, sin incurrir en dogmatismos y autoritarismos a la hora de terciar en disputas, como el caso del sistema del mundo, sino que se apoyaba en lo que los hechos dicen en forma serena. He aquí una gema propia de la ética científica. Pero, lo más interesante desde el punto de vista que nos motiva es lo atinente a su labor como ingeniero. La Ciudad de México sufrió una gran inundación que duró de 1629 a 1635. La anegación fue total. Entre los proyectos presentados para buscarle solución a tan grande problema, estuvo el de fray Diego en representación tanto de la Merced como de la Universidad, quien pudo emitir un juicio apropiado dado su amplio dominio técnico de la situación. Si bien Elías Trabulse no hace ninguna alusión a la dimensión ética implícita en un proceder tecnocientífico idóneo, no es menester dar muchas vueltas a fin de concluir que el buen fraile no hacía sus labores en materia de ciencia y tecnología con desaliño. Con todo, al morir fray Diego en 1668, un coetáneo suyo, el cronista Cristóbal Bernardo la Plaza y Jaén afirmó que el mercedario había sido “digno de que quede alguna memoria, por sus buenas letras, virtud y religión” (Trabulse, 1994).

En síntesis: los siglos XVI y XVII, en el mundo hispano, muestran indicios significativos de la presencia de una dimensión ética aunada con el ejercicio de la ciencia y la tecnología entre los exponentes de quienes se dispone de textos escritos que han llegado hasta nosotros. Empero, en buen acuerdo con Nicolás García Tapia y José María López Piñero, hemos de ser conscientes del hecho que aún queda mucha investigación por realizar a propósito de la historia de la ciencia y la tecnología en nuestros países. Y, por lo que puede decir quien esto escribe, falta todavía más investigación en lo tocante a la dimensión

ética de la tecnociencia. Por lo demás, no debe sorprender la detección de indicios de pensamiento ético en relación con el ejercicio de la tecnociencia en centurias como las antedichas, puesto que Carl Mitcham nos hace caer en la cuenta de un ejemplo conspicuo al respecto por la misma época: Leonardo da Vinci (Mitcham, 1989).

EL SIGLO XVIII

Por fuerza, la ingeniería tiene una dimensión ética concomitante a fuer de la noción de responsabilidad social del ingeniero. Los ejemplos vistos hasta ahora, al igual que los que seguirán, así lo sugieren, por lo que tal noción no es precisamente nueva. De manera concreta, Bruno Jacomy explicita la cuestión al referirse a los tres *ingenia* del ingeniero en su abordaje de la historia de la técnica (Jacomy, 1992). Como él advierte, el *engignour* o *ingeniator* medieval es ante todo quien construye máquinas de asedio y otros artefactos bélicos. Desde el siglo XII, cumple la doble función de concepción y realización. Finalmente, al alborear el Renacimiento, el vocablo latino *ingenium* tiene ya tres sentidos, a saber: la construcción de *ingenia* (máquinas) requiere la puesta en marcha del *ingenium* (espíritu de invención), cosa que le resulta fácil al ingeniero al estar así mismo dotado de *ingenium* en el sentido espiritual, o sea, inteligencia astuta. Y, observemos, el ingeniero renacentista no difiere del ingeniero de hoy. En todo caso, es justo el tercer sentido, el de astucia, el que suscita miedo y desconfianza, como si de un “genio malo” se tratase. De aquí que tenga todo su sentido el plantearnos la lectura de la historia de la ingeniería en clave ética.

Retornemos a nuestro hilo histórico tras la precisión oportuna previa. De acuerdo con lo visto hasta ahora, las figuras señaladas se distinguieron, entre otras cosas, por su fidelidad al buen uso del método científico. Avanzado el siglo XVII, surge un movimiento renovador en España, los *novatores*, partidarios de las nuevas corrientes científicas europeas, y adversarios del tradicionalismo académico hispano de la época, quienes abogaban por el buen uso del todavía nuevo método científico. En el fondo, parte de lo que subyacía en dicho movimiento fue la superación de la “deshonra legal” del trabajo manual y la actividad técnica (López Piñero, 1982). En 1682, vio la luz la *Pragmatica en que su Magestad declara que el mantener, ni aver mantenido fabricas de sedas, paños, telas, y otros qualesquier texidos, no ha sido, ni es contra la*

calidad de la Nobleza. De hecho, fueron pocos los nobles con inclinaciones hacia la tecnología. Tal fue el caso de Jerónimo de Ayanz y Beaumont. Por su parte, el movimiento *novator* tendió a superar el abismo entre saberes científicos y problemas prácticos, amén de modificar en forma positiva su estimación social. De otro lado, esta corriente renovadora llegó a los principales núcleos intelectuales de la América española, sobre todo en la Nueva España, cuya figura más conspicua era Carlos de Sigüenza Góngora, de la generación posterior a la de fray Diego Rodríguez, catedrático de matemáticas de la Universidad de México y cosmógrafo real (López, 1986).

A tono con la modernidad científica europea, pues, no olvidemos que se trata del Siglo de las Luces, aún ilusionado con la posibilidad de elevar al hombre merced a la ciencia, la razón y el progreso, no es raro hallar en consecuencia pasajes de preocupación bioética en la literatura tecnocientífica vigente a la sazón. Botón de muestra, estas declaraciones de Francisco Xavier de Gamboa, científico novohispano, en sus *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, de 1761, a propósito de la minería (Trabulse, 1996):

Son éstas unas cavernas húmedas, sofocadas, oscuras, y no se alienta en ellas sino el vapor nocivo; los riesgos de la vida en el ascenso, descenso y derrumbamiento, amedrentan; desnudos y erizados los operarios,

y cargados de pesadas barras y metales, frecuentes las enfermedades y la corrupción; venenosas las fundiciones y las azoquerías; incurables y a cada paso las dolencias entre humedales, fuego y vapores. Hace todo las penas de un infierno, según la grave descripción de Plauto, que aun pone por más excesivas las penas y duros trabajos de las minas. Las que han servido de castigo a los esclavos, de tormento a los mártires y de venganza a los tiranos.

(...) Para sacar los metales se expende gran trabajo y amenazan graves peligros, y por eso a los hombres perdidos impusieron las leyes esta pena, por ser continuo el ejercicio de la labor, continuos los precipicios y más peligrosas mientras más hondas las minas. Caen los respaldos y las piedras, que sofocan a muchos, son frecuentes los estrépitos y rayos, y hay autores que aseguran varios fantasmas, espectros y aun demonios que juegan y también afligen y hacen desamparar las minas, como son Olao Magno, Anania, Agrícola y Estéfano Theupolo, refiere Camilo Borrelo y también Feijoo; aunque dice que mal persuadirá esto a los *españoles americanos*, que nunca se han quejado de que los demonios los hayan obligado a desamparar las minas, antes entre tanto que esperan más abundancia de metal o mayor profundidad, con desprecio de diablos, cavan tanto, que parecen no temer encontrarlos ni en las cercanías del infierno; y en realidad no hemos oído que le hayan visto la cara al miedo los

La expedición encargada a Francisco Hernández y realizada entre 1571 y 1577, cuya meta original era llevar a cabo un estudio detenido in situ de la materia médica, de los tres reinos naturales, que producían los virreinos de la Nueva España y del Perú. De esto debía salir una obra que sirviese a los médicos, cirujanos, herbolarios, boticarios y destiladores del entorno real. Pero, hubo más: puesto que Hernández aprendió la lengua náhuatl y que incorporó al trabajo a un grupo de indígenas como informadores y dibujantes, amén de escribir su obra en tres idiomas, latín, castellano y nahuatl, cabe decir que fue una de las experiencias de mestizaje cultural de mayor originalidad e interés de la ciencia europea de entonces.

mineros y operarios, ni haber allí otro espíritu tentador que el de los hurtos, en medio de las fatigas, penalidades y trabajos que experimentan dentro de las minas.

De un testimonio como el anterior conviene no inferir que el espíritu de la Ilustración tendía a permear las sociedades hispanas dieciochescas. De facto, de acuerdo con los análisis realizados por Carlos Martínez Shaw (1996), la Ilustración, en el caso de los territorios hispanos, fue un fenómeno apenas restringido a las élites intelectuales, por lo que no se irrigo al grueso de la población. Fue una cultura minoritaria. Mentalmente, la mayoría de los hispanos seguían en una situación de minoría de edad.

El siglo XVIII español tuvo un superministro ilustrado, Zenón de Somodevilla, Marqués de la Ensenada, quien redactó unos grandes textos legales. Entre éstos, la *Ordenanza de Montes*, de 31 de enero de 1748, por la cual perseguía garantizar a los arsenales la madera necesaria a fin de llevar a cabo el plan de reconstrucción naval (Alfonso y Martínez, 2002). De hecho, entre otras cosas, decretaba la conservación y repoblación de los bosques, y prohibía la tala de árboles sin permiso de las autoridades reales. No obstante, su aplicación fracasó a causa de la resistencia de las comunidades usufructuarias de los montes y de los armadores y constructores navales. En suma, tal *Ordenanza* apenas funcionó en forma puntual durante el ministerio de Ensenada y perdió coherencia tras su caída en desgracia. Bien, tenemos aquí un episodio que sugiere la precaria conciencia del buen manejo de los recursos por parte del grueso de la sociedad hispana en aquellos días.

Ahora, si bien parecían promover textos legales como el señalado el uso racional de los bosques, conviene mirar esto con beneficio de inventario, puesto que la motivación subyacente es crematística, no tanto bioética como la entendemos hoy. Esto resalta todavía más si reparamos en la "fiebre de canales" desencadenada en la España dieciocheca por obra y gracia del reformismo ilustrado, cuyas motivaciones fueron mercantilistas y fisiocráticas, con arbitrio de por medio, de acuerdo con lo que nos dice Antonio Gil Olcina, de la Universidad de Alicante (2007). Las empresas respectivas fueron desmedidas e ilusorias y no faltaron los fracasos rotundos, tanto que José Cadalso ridiculizó a sus gestores en un pasaje célebre de sus *Cartas Marruecas*. De esta suerte, la relación entre ingeniería e Ilustración por aquellos días no siempre caminó por la senda de la responsabilidad social y ambiental. Al fin y al cabo, como vimos más arriba, la Ilustración en el mundo hispano no trascendió las élites intelectuales.

Así mismo, el campo de la minería peruana demostró el fracaso estrepitoso de las reformas borbónicas de aquellos días, en parte a causa de la sobrevaloración hecha por parte de la Corona de la nueva tecnología europea frente a la tecnología propia del Perú (Lang, 1997). Incluso, en el siglo XVII, en Huancavelica, centro de la producción de azogue de dicho Virreinato, estuvo la vanguardia de la tecnología mundial en lo que a sistemas de fundición concierne. En concreto, en 1633, Lope de Saavedra Barba, médico y azoguero, desarrolló los famosos hornos de aludel, o busconiles, los cuales ahorran combustible y reducen la intoxicación, caso que nos sugiere cierta preocupación temprana en la América española en lo atinente al impacto ambiental de la tecnología. Con todo, más tarde, en el siglo XVIII, persistía la explotación de la mano de obra mitaya y la ausencia de un combustible de alto valor calorífico, factores, que junto con otros de tipo ambiental, sustentaban a la sazón técnicas y prácticas que, desde fuera, estaban vistas como anticuadas y primitivas. De esta suerte, la responsabilidad ambiental no dominó toda la historia de la tecnología minera en Huancavelica.

En un contexto más amplio, el de la *Enciclopedia*, aparece esta dimensión ética a propósito de la tecnología y su uso, puesto que sus autores se preocuparon por presentar con detalle las habilidades y destrezas involucradas tanto para brindar elementos de comprensión a sus lectores como para luchar contra los privilegios corporativistas de la época. Es decir, Diderot no se conforma con mostrar las máquinas y las herramientas, sino que revela su funcionamiento (Jacomy, 1992). En suma, para Diderot, el ser humano sigue siendo lo más importante. En sus palabras: "¿Por qué no introduciríamos al hombre en nuestra obra tal como está situado en el universo?" He aquí una manera de entender la tecnología que se adelantó en unos dos siglos a la concepción de las sociedades y herramientas convivenciales por parte de Iván Illich, el célebre teólogo y filósofo austriaco reputado como el crítico más lúcido de la moderna sociedad industrial.

EL SIGLO XIX: MAQUINISMO

En lo que a la centuria decimonona concierne, en el contexto hispano, es en la historia de los medios de transporte en donde cabe hallar algunos indicios de reflexión ética a la luz de la información habitualmente disponible.

Una de las figuras de obligada mención en la historia de la navegación submarina hispana es Narcís Monturiol y Estarriol, abogado, pintor eventual y periodista, amén de científico e ingeniero autodidacta, quien fuera uno de los introductores y defensores, en España, de la doctrina de Etienne Cabet, el socialista utópico. En Cataluña, con un grupo de simpatizantes "cabetianos," fundó la idílica Icaria, una comunidad ideal ubicada en los Estados Unidos, iniciativa que dio al traste. A raíz de sus actividades políticas, tuvo que exiliarse en Cadaqués, un pueblecito costero, lugar en el que, al contemplar el gran esfuerzo de los hombres dedicados a la pesca del coral, comenzó a pensar en un artefacto que hiciese más amable su esfuerzo, a la vez que aumentara la productividad de la operación (Riera, 1981; Rodríguez, 2000). De ahí en más, se dedicó a la realización de su proyecto al respecto, los submarinos Ictíneo I e Ictíneo II, no sin grandes dificultades de por medio, fruto, en parte, de la envidia, esa mala hierba tan típica de los huertos hispanos, plaga que, también, debieron afrontar otros inventores. Ahora bien, Monturiol llegó a ofrecer su invento a los estadounidenses por los días de la Guerra de Secesión, propuesta que no tuvo una respuesta afirmativa (Rodríguez, 2000). En todo caso, no deja de ser curioso el hecho que un inventor, de ideales utópicos y humanitarios acendrados, terminara en tratar de venderles su invento a los norteamericanos para fines bélicos indudables.

Otros inventores españoles estuvieron involucrados en el desarrollo de la navegación submarina, como Cosme García, el primer español que construyó y probó con éxito dos modelos sucesivos de submarino. Más tarde, en plena revolución liberal, y con plena conciencia de la decadencia naval e industrial de su país, los inventores de entonces sentían que no podían eludir su compromiso al respecto. He aquí, pues, un patriotismo en el que no faltaba la efervescencia bélica de todos modos.

Como ya se ha dicho, no se conoce en todos sus aspectos la historia de la ciencia y la tecnología en el mundo hispano, pese a los esfuerzos investigativos encomiables desplegados por autores como los que se han tenido en cuenta hasta ahora. Y varios más. Por ejemplo, Alfonso Dávila Ortiz, ingeniero civil colombiano, señala que los ingenieros ilustres de Colombia han tenido pocos biógrafos (Cuartas, 1996), panorama delicado porque ni siquiera se cuenta con un conjunto completo y fiable de buenas biografías de grandes ingenieros. Peor aún, al considerar lo advertido desde España por José María López Piñero, esto es, la necesidad de que la investigación de la historia

de la ciencia y la tecnología en el mundo hispano supere la hagiografía de las grandes figuras, salta a la vista que hay mucho por hacer al respecto en casos como el colombiano. Por su parte, Elías Trabulse destaca así mismo que todavía queda un esfuerzo de investigación enorme por delante, a pesar del hecho que el propio Trabulse ha desenterrado una cantidad de material enorme de archivos diversos ubicados a lo largo y ancho de la geografía mexicana (Trabulse, 1997).

Al pasar revista a lo que fue el desarrollo de la ingeniería en el mundo durante el siglo XIX, es patente el hecho que las colectividades de ingenieros consolidaron su sentido de élite. Y el mundo hispano no fue la excepción al respecto. En el caso colombiano, las polémicas técnicas que se dieron durante tal centuria así lo demostraron. En realidad, los ingenieros colombianos decimonónicos tenían conciencia de estar modificando el escenario social y físico, al tiempo que estaban creando uno nuevo, dándole un nuevo contenido (Mejía, 1997). Como nos hace ver Carlos Alberto Mejía (1997), con motivo de las polémicas técnicas de marras, estos ingenieros introdujeron la novedosa discusión de la tecnología en un ambiente desfavorable, pero factible de modificar gracias a su acción. En fin, salta a la vista que la ingeniería decimonónica en general hizo honor al despliegue del programa baconiano de sometimiento de la naturaleza a nuestros deseos. No obstante, dada la desorganización política y administrativa propia del siglo XIX en Colombia, todos los esfuerzos del país con el fin de asimilar la técnica fueron ineficaces y superficiales (Safford, 1978). Esto nos muestra una sociedad fascinada con la tecnología, pero incapaz de comprenderla y asimilarla, máxime que la élite técnica colombiana, como destaca Frank Safford, permaneció por aquel entonces como consumidora antes que creadora de tecnología. En lo epistemológico, tal élite quedó atrapada en un marco positivista a ultranza habida cuenta de su fe en la tecnociencia como sinónimo de progreso, con un reduccionismo patente (Safford, 1978). Y, desde luego, el surgimiento de un pensamiento de talante ético en relación con la ciencia y sus frutos, así sea en ciernes, precisa de una comprensión adecuada de la tecnociencia, comprensión todavía no lograda en el mundo hispano según puede inferirse de los agudos análisis de intelectuales lúcidos como Marcelino Cerejido, Mario Bunge, Heinz Dieterich, Iván Illich, etc.

El panorama anterior queda confirmado al rastrear la historia de la termodinámica en lo que al mundo hispano concierne. Para ello, apoyémonos en un artículo sugestivo

De forma complementaria a la iniciativa de Echegaray, Vicuña y Rojas, se forjó un discurso que conectaba la física teórica con la idea de progreso material, es decir, se insistía en el desarrollo de la ciencia aplicada gracias a la ciencia pura. Tenemos aquí un énfasis marcado en la dimensión aplicada de la ciencia, bastante característico de la idiosincrasia hispana en general, lo cual es una pista clave para entender la situación actual de incompreensión de la cultura de la ciencia por parte del mundo hispano, con la incompreensión consecuente del discurso bioético global.

de Stefan Pohl Valero (2006). De entrada, la interpretación de las leyes de la termodinámica en la segunda mitad del siglo XIX tuvo su utilización en calidad de recurso legitimador de la física en la España de entonces, al igual que influyó también en posturas ideológicas diversas, con controversias de por medio. En cuanto a personajes definidos, tres ingenieros españoles descollaron sobre esta forma de concebir y usar la termodinámica, a saber: José Echegaray, ingeniero de caminos, matemático, político y dramaturgo; y los ingenieros industriales Gumersindo de Vicuña y Francisco de Paula Rojas. Los tres perseguían la consolidación institucional de la física teórica en las universidades españolas, poco afectas al cultivo de la ciencia fundamental. En general, si miramos en torno a la revolución de 1868, la educación superior científica y técnica padecía de gran debilidad (Pohl, 2006).

De forma complementaria a la iniciativa de Echegaray, Vicuña y Rojas, se forjó un discurso que conectaba la física teórica con la idea de progreso material, es decir, se insistía en el desarrollo de la ciencia aplicada gracias a la ciencia pura. Desde luego, tenemos aquí un énfasis marcado en la dimensión aplicada de la ciencia, bastante característico de la idiosincrasia hispana en general, lo cual es una pista clave para entender la situación actual

de incompreensión de la cultura de la ciencia por parte del mundo hispano, con la incompreensión consecuente del discurso bioético global. En todo caso, en la España decimonónica, la termodinámica tuvo un papel esencial en tal discurso, puesto que, así lo entendían aquellos tres ingenieros, dicha ciencia era el mejor ejemplo a fin de demostrar que, a partir de una especulación teórica, se había logrado el desarrollo de una ciencia de grandes aplicaciones industriales. En concreto, Cataluña le hizo honor al uso aplicado de la termodinámica para sus fines de industrialización. En suma, tendía a verse en las máquinas térmicas la clave del progreso, situación que, también, encontramos en otras regiones del mundo hispano, como lo fue el caso de la ingeniería antioqueña de la misma época a juzgar por lo que nos dicen autores como Frank Safford (1978) y Pamela S. Murray (1997).

En lo que a Colombia concierne, el caso del ingeniero civil Alejandro López nos muestra bien esa fe y convicción en el progreso basado en la racionalidad tecnocientífica plasmada en el mundo de la vida. Cuando él regresó a Colombia el 8 de junio de 1935, luego de 15 años de vivir en Europa, declaró lo siguiente a la prensa, reflejo mismo de una ética de marcada factura liberal (Mayor, 2001):

Al liberalismo le hace falta un filósofo. No un Kant ni un Hegel. Pero sí un hombre que predique ideas elementales. El país no necesita de cosas grandes, sino de una citología sencilla, modesta, de doctrina. Nosotros tenemos hombres de acción, economistas, políticos, internacionalistas, todo lo necesario para transformar el país; pero no tenemos un pastor laico que le trace el camino de la verdadera perfección, intelectual y ética.

(...) Hay deficiencias en las esferas directivas. Hay mucho tanteo, mucha vacilación... Hay muchos equívocos ideológicos que necesitamos despejar. Es conveniente que le sintetice mi pensamiento: las masas de Colombia no se han equivocado; se han equivocado sus directores. Y las razones de esta circunstancia son éstas: el hombre que trabaja no se equivoca jamás. Si usted le dice a un carpintero que le haga un escritorio, de seguro que no le hace una silla, pero los que laboramos intelectualmente sí estamos expuestos a la equivocación, a confusiones, a desviaciones, a errores.

En estas palabras de Alejandro López, como en otras declaraciones de similar jaez, se trasluce, con cierta confusión, una imbricación entre la fe en el progreso basado en la racionalidad técnica y la fuerza de la moral laica,

ambas llevadas a toda la sociedad. Luego, quiso aplicar esta forma de ver las cosas cuando estuvo en la gerencia de la Federación de Cafeteros, pero su intento de pastoreo laico fracasó en ese contexto. Así, tenemos aquí otro episodio que ilustra con tozudez la comprensión precaria de la ciencia y la tecnología que ha predominado en el mundo hispano desde épocas tempranas en su historia. De hecho, López desesperaba de la inconstancia de los colombianos, incapaces de esfuerzos de largo aliento, como bien pudo apreciarlo en materia de empresas técnicas en el campo de los medios de transporte, es decir, no se había dominado aún la tracción mediante vapor cuando ya venía la obnubilación con la tracción eléctrica. Algo similar le aconteció a Jerónimo de Ayanz y Beaumont cuando quiso remozar la decadente minería española de su tiempo, intento que fracasara habida cuenta de los fuertes intereses creados de la nobleza española. Tanto López como Ayanz procuraron poner en práctica una racionalidad técnica en el seno de una sociedad en extremo hostil a semejante cosmovisión.

SIGLO XX: SURGE LA INGENIERÍA EN PERSPECTIVA CONVIVENCIAL EN UN CONTEXTO PARADÓJICO

Al pasar revista a lo que ha sido la concepción de la ingeniería en el mundo hispano en el transcurso del siglo XX, salta a la vista con facilidad como tendencia predominante la continuación y exacerbación de lo iniciado en el siglo XVIII: el auge de las obras públicas, en las que no ha faltado, como vimos, sobrevaloraciones y distorsiones como fue el caso de las reformas borbónicas. Botón de muestra, Fernando Arroyo Ilera, de la Universidad Autónoma de Madrid, así lo ilustra en lo tocante a la historia de España (Arroyo, 1998). En concreto, en el siglo XVIII, la intervención del Estado sobre el medio geográfico se torna en un signo de tantos del despotismo ilustrado, y la obra pública viene a ser así un emblema de progreso y modernidad. Esto explica el auge de la creación de cuerpos especiales de ingenieros. En otras palabras, ha surgido así una fiebre auténtica por "organizar" el país en conformidad con el paradigma de la sociedad industrial, que implica la introducción de grandes cambios en el espacio y en el territorio, sobre todo desde mediados del siglo XIX al entrar en juego nuevas técnicas y capitales más abundantes. Así las cosas, el ingeniero, como vanguardia del paradigma de marras, por primera vez en la historia, ha adquirido un poder enorme para alterar la naturaleza, al punto de poder destruirla.

Empero, la responsabilidad concomitante a semejante poder no surgió y creció al unísono. De ahí que nos expliquemos los desaciertos de tantos proyectos de obras públicas a lo largo y ancho del mundo hispano.

No deja de ser paradójico que el mundo hispano, tan ajeno a la reflexión y comprensión acerca de la ciencia y la tecnología, tan tecnocrático, haya producido una de las figuras más conspicuas de la filosofía de la tecnología: José Ortega y Gasset. Este filósofo pergeñó una obra al respecto que no ha perdido su vigencia según cabe apreciar tanto por lectura directa como por lo manifestado por diversos autores, como Patrick H. Dust (1989, 1993). En concreto, en *Meditación de la técnica*, Ortega estableció bien la deshumanización propia de la técnica contemporánea, sinónimo de vacío del ser humano de hoy, cuya mejor expresión es el hombre masa. En cuanto a los corifeos y prosélitos de esta visión actual de la técnica, Ortega ubica a ingenieros, científicos y otros por el estilo en la categoría de bárbaros modernos (Ortega, 1957). De este modo, es un filósofo quien abrió el camino para entender la ingeniería y el fenómeno técnico en general en el mundo hispano, por lo cual estamos ante la ironía y la paradoja de un mundo tal que no ha generado reflexión y comprensión del fenómeno tecnocientífico desde el propio seno de las corporaciones de científicos e ingenieros, en marcado contraste con otras culturas, como la anglosajona, que ha producido ingenieros filósofos. Unas décadas más tarde, otro gran paso estará dado por otro filósofo, a la par que teólogo: Iván Illich. Sus aportes al respecto nacieron en México, en la ciudad de Cuernavaca. Su expresión densa al respecto tiene nombre propio: convivencialidad. Veamos.

Desde la crítica a la sociedad industrial, depredadora de la naturaleza como la que más, Iván Illich concibió un modelo de sociedad opuesto, bien avenido con la naturaleza y promotor del desarrollo de las potencialidades del ser humano al recobrar el papel central de la autonomía: la sociedad convivencial (Illich, 2006). Mientras en la sociedad industrial, las personas carecen del acceso al conocimiento que permite el manejo de las herramientas, en la sociedad convivencial, en cambio, quedan concebidas las herramientas de suerte que las personas entiendan su funcionamiento y tengan la posibilidad de repararlas. En los diversos sistemas que cabe identificar en una sociedad industrial (educativo, transporte, salud, etc.), Illich demostró su índole de herramientas dominantes, no convivenciales. En cuanto a los artífices y ejecutores de sistemas como los enumerados, tenemos a los tecnócratas, de quienes forman parte los ingenieros. Como bien dice Illich,

son personajes profesionalmente adictos a la solución industrial de problemas creados por una industria. He aquí una percepción de la ingeniería casi novedosa, salvo por aportes brillantes como los de José Ortega y Gasset.

La tesis central decantada por Iván Illich que refleja la crisis de la sociedad industrial es ésta: una sociedad de talante convivencial se distingue porque la energía que utiliza para su funcionamiento no aplasta al ser humano. Como se ve, es un concepto tecnocientífico el que emplea Illich, filósofo y teólogo, para diagnosticar cuando un modelo de sociedad aplasta la dignidad humana y, por ahí derecho, la naturaleza, y cuando no. Quien esto escribe no se ha topado hasta ahora con un pensamiento tan lúcido como éste que logre acoplar bien lo bioético con lo tecnocientífico en perspectiva global, al punto que ponga en entredicho la forma como está concebida la formación de nuevos ingenieros. Es más, destaquemos que no deja de ser un tanto paradójico que un pensamiento de tamaña lucidez haya surgido en una región del planeta que no forma parte precisamente del Primer Mundo. En fin, la historia de la ciencia, la tecnología y el pensamiento está llena de sorpresas.

Al particularizar en la dimensión tecnocrática, sobre todo la de la ingeniería, Illich es bastante atinado al señalar la dependencia lamentable que los usuarios de los sistemas que hacen funcionar la sociedad industrial tienen en relación con los ingenieros y demás tecnócratas. He aquí un fragmento harto ilustrativo al respecto, alusivo a los sistemas de transporte:

Por las noches el usuario sueña con lo que los ingenieros le sugieren durante el día a través de la televisión y de las columnasseudocientíficas de los diarios. Sueña con redes estratificadas de vehículos de diferente velocidad que convergen en intersecciones donde la gente puede encontrarse en los espacios que le conceden las máquinas. Sueña con los servicios especiales de la "Red de Transporte" que se harán cargo de él definitivamente.

Como se ve, es una concepción que desborda lo percibido por quienes reflexionaron, éticamente hablando, acerca de la ciencia y la ingeniería en el mundo hispano en épocas anteriores. En general, Iván Illich, al analizar los sistemas de transporte y otros sistemas inherentes al funcionamiento de la sociedad industrial, hace ver el monopolio radical de los sistemas de mallas, al punto que emasculan la autonomía propia del ser humano. En su expresión corporativa, el monopolio radical queda bien ejemplificado en los gremios y asociaciones profesionales, corporaciones que guardan, como si del secreto

Una de las figuras de obligada mención en la historia de la navegación submarina hispana es Narcís Monturiol y Estarriol, abogado, pintor eventual y periodista, amén de científico e ingeniero autodidacta, quien fuera uno de los introductores y defensores, en España, de la doctrina de Etienne Cabet, el socialista utópico. En Cataluña, con un grupo de simpatizantes "cabetianos," fundó la idílica Icaria, una comunidad ideal ubicada en los Estados Unidos, iniciativa que dio al traste. A raíz de sus actividades políticas, tuvo que exiliarse en Cadaqués, un pueblecito costero, lugar en el que, al contemplar el gran esfuerzo de los hombres dedicados a la pesca del coral, comenzó a pensar en un artefacto que hiciese más amable su esfuerzo, a la vez que aumentara la productividad de la operación.

atómico se tratase, un conocimiento esotérico guardado con celo por los ingenieros a fin de preservar sus privilegios. Desde luego, un conocimiento tal está fuera del alcance del grueso de la sociedad, lo que da pie a Illich para resaltar la heteronomía que caracteriza al ser humano de estos tiempos que siguen corriendo. Añadamos que tal esoterismo entra en contradicción flagrante con el modo científico de ver el mundo, ecuménico como el que más. Así las cosas, al enfocar nuestro filósofo y teólogo la atención en la historia latinoamericana, se concluye por fuerza que el ejercicio de la ingeniería en Latinoamérica ha tenido unos vínculos bastante endeblados con la cosmovisión propia de la cultura de la ciencia. He aquí, pues, la gran lección que nos deja el pensamiento diáfano de Iván Illich. Como él, pocos pensadores latinoamericanos han dejado un pensamiento claro, lúcido y comprometido en relación con el uso sabio y prudente de la tecnociencia. En el ámbito colombiano, ha sido, por ejemplo, el caso de Cayetano Betancur, también filósofo, y anterior a Iván Illich y Van Rensselaer Potter. Suyas son estas palabras, expresadas hacia 1955 (Betancur, 1988):

Las cosas han cambiado fundamentalmente. La especialización viene exigida por la compleja vida moderna a que Colombia se unce fatalmente, como consecuencia de las estrechas relaciones de todo orden que tienen hoy unas naciones con otras.

Nuestro sabio de hoy puede ser por lo mismo un pobre diablo, como tantos que hoy arrojan al mundo las técnicas y bien especializadas universidades europeas y americanas.

Y es este peligro de que nos invada el espécimen del puro científico, sin personalidad moral, el que debe detener primordialmente la Universidad. Goethe recordó una vez que a Napoleón lo exasperaba Rabelais, al par que admiraba, no obstante ser más fría, la obra literaria de Corneille. Y ello, porque esa obra era la expresión de un carácter moral.

Para fortuna nuestra, debemos confiar en que aquel peligro sea hartamente remoto, dada la herencia hispánica, cultural y moral, que todavía nos nutre. Si España, por boca de Unamuno, se jactó un día de no tener sabios, quizás ello no fuera sólo una salida de mal humor del genial salmantino, sino la defensa ante esta desviación que acabo de señalar.

Desde luego, los tiempos actuales neutralizan con creces el moderado optimismo expresado por Betancur en estas reflexiones. Como quiera que sea, no deja de ser paradójico el hecho incontestable que lo poco que ha habido en nuestra cultura en materia de reflexión acerca de las consecuencias de la tecnociencia en la última

centuria ha procedido de parte de filósofos y teólogos, no tanto de científicos e ingenieros. De esta manera, la tesis de Ortega de los bárbaros modernos permanece incólume y enhiesta. En fin, planteamientos como los de Illich y Betancur dejan la sensación de un ejercicio de la ingeniería en Latinoamérica durante el siglo XX con vínculos débiles en relación con la dimensión ética, a despecho de la existencia de códigos de ética en cuanta sociedad de ingenieros se haya constituido en el mundo hispano, base bastante débil para argumentar que la ingeniería hispana ha ido muy de la mano con el marco bioético global, puesto que códigos tales huelen a mohor por cuanto se trata de una concepción ética de la ingeniería correspondiente a los comienzos del siglo XX, de acuerdo con lo que nos hace ver Carl Mitcham (1989), cuando todavía no se veía con toda claridad la gran responsabilidad que el ingeniero de décadas posteriores iba a tener entre manos, fruto del desarrollo explosivo de la tecnociencia. Además, no es sensato reducir la ética del ingeniero a un código de semblante deontológico.

EPÍLOGO: CONCLUSIONES

Llegados a este punto, decanemos estas conclusiones:

1. Desde siglos pasados en el seno del mundo hispano, es posible detectar la dimensión ética en relación con el uso de la tecnociencia en los autores más significativos, como Juan de Arfe y Villafañe y Álvaro Alonso Barba, sea por el contraste que resulta de la sintonía con el ideal baconiano de dominio de la naturaleza, como en el caso de Arfe, sea por la presencia directa de lo ético en el ejercicio de la tecnociencia, como en el caso de Barba.
2. El impacto negativo de la tecnología sobre el ambiente a una escala no precisamente despreciable tiene antecedentes más bien antiguos, situación ilustrada con dramatismo en el ámbito de las explotaciones mineras.
3. El mundo hispano no se sustrajo a la fiebre de las obras públicas desde temprano, faraónicas en no pocas ocasiones, reflejo de la creencia en el carácter de tales obras como símbolos de progreso según la perspectiva de la sociedad industrial. Esto demostró la exacerbación del ideal baconiano en dicho mundo. En esta óptica, el ejercicio de la ingeniería no sugiere una imbricación vigorosa con un principio de responsabilidad social del ingeniero.
4. El siglo XIX asistió al auge del maquinismo y los medios de transporte. Sobre todo, el campo de la navegación submarina muestra indicios significativos de

preocupaciones éticas ligadas con la tecnociencia y su uso, como fue el caso de Narcís Monturiol y Estarriol. Con todo, la visión positivista de la tecnociencia cobró mayor auge, con la evanescencia consecuente de la responsabilidad social del ingeniero.

- Finalmente, el siglo XX nos muestra un fuerte pensamiento ético en relación con el uso responsable y sensato de la ingeniería, un cierto giro copernicano, pero no por parte de los científicos e ingenieros hispanos, sino en la lúcida obra inquisitiva de unos cuantos filósofos, cuyos mejores exponentes son José Ortega y Gasset e Iván Illich. Por desgracia, ambos aportes, vigentes como los que más, no han quedado incorporados aún en la cosmovisión de nuestras sociedades.

REFERENCIAS

- ALFONSO M., M. y Martínez S., C. (2002). Más barcos para el Rey. *La aventura de la Historia*, 4, 43, 72-75.
- ALONSO B., A. (1967). *Arte de los metales*. Potosí: Potosí.
- ARACIL, A. (2006). Juegos de agua: jardines, autómatas, música. *Revista de Occidente*, 306, 245-260.
- ARFE Y V., J. de. (1976). *Quilatador de la plata, oro y piedras*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- ARROYO I., F. (1998). Las obras públicas en España: emblema de progreso y modernidad (1868-1968). En Lafuente, A. y Saraiva, T. (eds.). *Imágenes de la ciencia en la España contemporánea* (pp. 42-61). Madrid: Fundación Arte y Tecnología / Fundación Telefónica.
- BETANCUR, C. (1988). *Sociología de la autenticidad y la simulación*. Medellín: Autores Antioqueños.
- BUSTAMANTE, J. (1999). La biblioteca como microcosmos de papel. En Lafuente, A. y Moscoso, J. (eds.). *Madrid, Ciencia y Corte* (pp. 171-175). Madrid: Comunidad de Madrid.
- CUARTAS CH., C. J. (1996). *El ingeniero colombiano: Historia, lenguaje y profesión: Vida y obra literaria de Alfredo D. Bateman Quijano (1909-1988)*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ingenieros.
- DUST, P. H. (1989). Ortega y el papel de la cultura en la crisis de la tecnología contemporánea. *Revista de Occidente*, 96, 5-26.
- DUST, P. H. (1993). Amando lo artificial: Ortega y Gasset y nuestra relación con la técnica hoy. *Isegoría*, 7, 123-134.
- GARCÍA T., N. (1994). Inventores españoles del Siglo de Oro. En García Tapia, Nicolás (ed.). *Historia de la técnica* (pp. 90-97). Barcelona: Prensa Científica.
- GARCÍA T., N. (1995). En busca de tesoros bajo el mar: Invencciones de equipos para bucear en América. *Revista de Indias*, 55, 203, 7-31.
- GARCÍA T., N. (1999). The Repercussions of Spanish Technology in the Discovery of the American Continent. *ICON: Journal of the International Committee for the History of Technology*, 5, 113-127.
- GARCÍA T., N. (2004). Ingeniería e invención en el Siglo de Oro: El caso de Jerónimo de Ayanz. En Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. *Los orígenes de la ciencia moderna: Actas años XI y XII* (pp. 69-101). Canarias: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- GIL O., A. (2007). Fiebre de canales. *La aventura de la Historia*, 9, 105, 79-83.
- HERNÁNDEZ, F. (2003). *Antigüedades de la Nueva España*. Madrid: Promo Libro.
- ILLICH, I. (2006). *Obras reunidas I*. México: Fondo de Cultura Económica.
- JACOMY, B. (1992). *Historia de las técnicas*. Buenos Aires: Losada.
- LAFUENTE, A. y Puerto S., J. (1986). Las profesiones sanitarias tras su identidad en la Ilustración española. En Arboleda, L. C. et al. *Historia social de las ciencias: Sabios, médicos y boticarios* (pp. 41-59). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- LANG, M. F. (1977). *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- LANG, M. F. (1997). La tecnología minera en Huancavelica a finales del siglo XVIII. En Arboleda, L. C. y Osorio, C. (eds.). *Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en América Latina* (pp. 363-372). Cali: Universidad del Valle.
- LÓPEZ P., J. M. (1982). Hace... trescientos años. *Investigación y Ciencia*, 75, 6-8.
- LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1986). *La ciencia en la historia hispánica*. Barcelona: Salvat.
- MALAMUD, C. (2008). El cerro rico de Potosí: La boca del infierno. *La aventura de la Historia*, 9, 113, 69-75.
- MARTÍNEZ S., C. (1996). *El Siglo de las Luces: Las bases intelectuales del reformismo*. Madrid: Temas de Hoy.
- MAYOR M., A. (2001). *Técnica y utopía: Biografía intelectual de Alejandro López, 1876-1940*. Medellín: Universidad EAFIT.
- MEJÍA S., C. A. (1997). La controversia técnica en la segunda mitad del siglo diecinueve en Colombia: Los ferrocarriles y el ancho de la trocha. En Arboleda, L. C. y Osorio, C. (eds.). *Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en América Latina* (pp. 321-346). Cali: Universidad del Valle.
- MITCHAM, Carl. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos.
- MURRAY, P. S. (1997). *Dreams of development: Colombia's National School of Mines and its engineers, 1887-1970*. Tuscaloosa: The University of Alabama Press.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1957). *Meditación de la técnica*. Madrid: Revista de Occidente.
- PARDO T., J. (1998). Ciencia y tecnología en la época de Felipe II. *Mundo Científico La Recherche*, 196, 46-53.
- POHL V., S. (2006). La termodinámica como elemento legitimador de la física teórica y aplicada en la España de la segunda mitad del siglo XXI. *Quaderns d'Historia de l'Enginyeria*, 7, 73-114.
- RIERA I TUEBOLS, S. (1981). Los "Ictíneos" de Narcís Monturiol. *Investigación y Ciencia*, 59, 98-108.
- RODRÍGUEZ G., A. (2000). Garcíabuzos e Ictíneos. *La aventura de la Historia*, 2, 18, 110-115.
- SAFFORD, F. (1978). Orígenes de la profesión de ingeniero en Colombia. En Chaparro, F. y Sagasti, F. R. (comps). *Ciencia y tecnología en Colombia* (pp. 57-103). Bogotá: Escala.
- TRABULSE, E. (1994). *Los orígenes de la ciencia moderna en México (1630-1680)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- TRABULSE, E. (1996). *Ciencia y tecnología en el Nuevo Mundo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- TRABULSE, E. (1997). *Historia de la ciencia en México (versión abreviada)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- VEGA Y CARPIO, L. (1617). *Lo que pasa en una tarde*. Extraído el 11 de mayo de 2009 desde <http://biblioteca.uniroja.es/digibur/obras/lope.html>.
- VERIN, H. (2004). Los teatros de máquinas de 1570 a 1630. En Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. *Los orígenes de la ciencia moderna: Actas años XI y XII* (pp. 309-328). Canarias: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.