



EL MEDIO: HACIA LA NECESIDAD DE DEFINIR EL COTEXTO TÉCNICO EN EL CUAL SE DESARROLLA NUESTRO QUEHACER

EXTRACTOS DE "MEDITACIÓN A LA TÉCNICA" (José Ortega y Gasset 1933).

TÉCNICA Y DESEOS

"No es, el alimentarse necesario por sí, es necesario para vivir. Tendrá, pues tanto de necesidad cuanto sea necesario vivir, si se ha de vivir. Este vivir es, pues, la necesidad originaria de la que todas las demás son meras consecuencias. Ahora bien, ya hemos indicado que el hombre vive porque quiere. La necesidad de vivir no le es impuesta a la fuerza, como le es impuesto a la materia no poder aniquilarse. La vida, necesidad de las necesidades, es necesaria sólo en un sentido subjetivo; simplemente porque el hombre decide autocráticamente vivir.

El animal no puede retirarse de su repertorio de actos naturales, de la naturaleza, porque no es sino ella y no tendría al distanciarse de ella donde meterse. Pero el hombre por lo visto no es su circunstancia, sino que está sólo sumergido en ella y puede en algunos momentos salirse de ella y meterse en sí, recogerse, ensimismarse, y consigue ocuparse en cosas que no son, directa o indirectamente atender a los imperativos o necesidades de su circunstancia. En estos momentos, extra o sobrenaturales de ensimismamiento o retracción en sí, inventa y ejecuta ese segundo repertorio de actos: hace fuego, hace una casa, cultiva el campo y arma el automóvil.

La técnica es la reforma que el hombre impone a la naturaleza en vista de la satisfacción de sus necesidades. Estas hemos visto eran imposiciones de la naturaleza al hombre. El hombre responde imponiendo a su vez un cambio a la naturaleza. Es, pues la técnica, la reacción enérgica contra la naturaleza o circunstancia, que lleva a crear entre ésta y el hombre una nueva naturaleza puesta sobre aquella, una sobrenaturaleza.

La técnica es lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, puesto que es la adaptación del medio al sujeto. Un hombre sin técnica, es decir sin reacción contra el medio, no es un hombre.

El hombre es un animal para el cual sólo lo superfluo es necesario. De pronto aparece esto un poco extraño y sin más valor que el de una frase pero si repiensen ustedes la cuestión verán como por sí mismos, inevitablemente, llegan a ella. Y esto es esencial para entender la técnica. La técnica es la producción de lo superfluo: hoy y en la época paleolítica. Es, ciertamente el medio para satisfacer las necesidades humanas; ahora podemos aceptar esta fórmula que ayer rechazábamos, porque ahora sabemos que las necesidades humanas son objetivamente superfluas y que sólo se convierten en necesidades para quien necesita el bienestar y para quien vivir es, esencialmente, vivir bien. He aquí por qué el animal es atécnico: se contenta con vivir y con lo objetivamente necesario para el simple existir. Desde el punto de vista del simple existir el animal es insuperable y no necesita la técnica.

Tenemos, pues, que mientras el simple vivir, el vivir en sentido biológico, es una magnitud fija que para cada especie está definida de una vez para siempre, eso que el hombre llama vivir, el buen vivir o bienestar es un término siempre móvil, ilimitadamente variable. Y como el repertorio de necesidades humanas es función de él, resultan éstas no menos variables, y como la técnica es

el repertorio de actos provocados suscitados por e inspirados en el sistema de esas necesidades, será también una realidad proteiforme, en constante mutación.

La vida humana, pues, trasciende de la realidad natural, no le es dada como le es dado a la piedra caer y al animal el repertorio rígido de sus actos orgánicos, comer, huir, humidificar, etc., sino que se la hace él y éste hacérsela comienza por ser la invención de ella. ¿Cómo? la vida humana ¿sería entonces en su dimensión específica una obra de imaginación? ¿Sería el hombre una especie de novelista de si mismo que forja la figura fantástica de un personaje con su tipo irreal de ocupaciones y que para conseguir realizarlo hace todo lo que hace, es decir, es técnico?

El hombre es, pues ante todo, algo que no tiene realidad ni corporal ni espiritual; es un programa como tal; por lo tanto, lo que aún no es, sino lo que aspira a ser.

El hombre al existir tiene que hacerse su existencia, tiene que resolver el problema práctico de realizar el programa en que, por lo pronto, consiste. De ahí que nuestra vida sea pura tarea e inexorable quehacer. La vida de cada uno de nosotros es algo que no nos es dado hecho, regalado sino algo que hay que hacer.

El hombre, en vez de vivir al azar y derrochar su esfuerzo, necesita este actuar conforme a plan para obtener seguridad en su choque con las exigencias naturales y dominarlas con un máximo de rendimiento. Este es su hacer técnico frente al hacer a la buena de Dios del animal.

Todas las actividades humanas que especialmente han recibido o merecen el nombre de técnicas, no son más que especificaciones, concreciones de ese carácter general de autofabricación propia a nuestro vivir. Si nuestra existencia no fuese ya desde un principio la forzosidad de construir con el material de la naturaleza la preten-ción extranatural que es el hombre, ninguna de esas técnicas existiría.

Pero la técnica por sí no define el programa; a la técnica le es prefijada la finalidad que ella debe conseguir. El programa vital es pre-técnico. El técnico o la capacidad técnica del hombre tiene a su cargo inventar los procedimientos más simples y seguros para lograr las necesidades del hombre. Pero éstas, como hemos visto son también una invención; son lo que en cada época pueblo o persona el hombre pretende ser: hay pues una primera invención pre-técnica, la invención por excelencia, que es el deseo original.

No se crea que es desear faena tan fácil.

Imagínense, hasta que punto será difícil el deseo propiamente creador, el que postula lo inexistente, el que anticipa lo que aún es irreal. Acaso la enfermedad básica de nuestro tiempo sea una crisis de los deseos y por eso toda la fabulosa potencialidad de nuestra técnica parece como si no nos sirviera de nada.

La desazón es enorme, y es que el hombre actual no sabe que ser, le falta imaginación para inventar el argumento de su propia vida.

El hombre está hoy, en su fondo, azorado precisamente por la conciencia de su principal ilimitación. Y acaso ello contribuye a que no sepa ya quién es, porque al hallarse, en principio capaz de ser todo lo imaginable, ya no sabe que es lo que efectivamente es".

EXTRACTOS DE "LA CONQUISTA DE LA NATURALEZA" (R. J. Forbes 1969).

A. PREFACIO

1. Tecnología y Orden Tecnológico

Gerald Piel, Director y Editor de Scientific American ha escrito lo que sigue respecto de la Sociedad Tecnológica más avanzada del mundo:

"Puesto que el lapso entre un invento y su aplicación está en la actualidad disminuyendo rápidamente, se ha vuelto posible y necesario prever las consecuencias éticas, económicas y sociales de este fenómeno. Hoy en nuestro país, y en ciertas naciones industriales, los hombres se ven obligados a reconocer y aceptar profundas transformaciones de los valores humanos. Los cambios tecnológicos ya han eliminado a mucha gente del sector de la producción; ellos han separado el trabajo del consumo, algo que hasta ahora había sido una relación básica."

U-Thant como Secretario General de las Naciones Unidas, refiriéndose a las consecuencias de la nueva tecnología occidental ha dicho:

..."La verdad central y estupenda, de los países desarrollados hoy es que pueden tener -en un tiempo muy corto- la clase y la escala de recursos que decidan tener... Ya los recursos no limitan las decisiones. La decisión ahora crea los recursos. Este es el cambio revolucionario fundamental - acaso el más revolucionario que la especie humana jamás ha conocido'."

Así hemos llegado al momento en que es justo y debido hablar de un orden tecnológico. La tecnología ya no se puede considerar como uno de los muchos hilos que forman el tejido de nuestra civilización; como un alud en menos de medio siglo, se ha convertido en la fuente primaria del cambio material y así determinar el patrón de la totalidad del tejido social.

Max Salvador! ofrece esta definición de Tecnología:

"La tecnología es la hija de la ciencia, la que aplica las verdades fundamentales de la ciencia a la solución de problemas particulares de problemas físicos biológicos o económicos."

Jacques Ellul en The Technological Society mantiene que "la Technique" es el conjunto de fuerzas mediante el cual uno emplea los recursos disponibles para poder alcanzar ciertos fines valiosos.

Lynn White Jr. eminente historiador de las ciencias mantiene que la tecnología abarca la modificación sistemática del ambiente físico para los fines humanos.

R. J. Forbes acepta como definición funcional de la tecnología la actividad mental o física mediante la cual el hombre solo o junto con sus semejantes trata deliberadamente de cambiar o manipular su ambiente, pudiendo estar actuando sobre el terreno de los conocimientos empíricos o teóricos o simplemente pudiera llevarse por una corazonada.

El orden tecnológico es el complejo cultural resultante de la tecnología y las acciones tecnológicas.

El orden tecnológico ha estado con nosotros desde que el hombre se convirtió en Homo Faber. Por lo menos desde los tiempos prehistóricos ha sido lo bastante importante en calidad y cantidad para constituir un elemento fundamental en las normas de vida de todas las sociedades. Ahora el orden tecnológico y la tecnología tienen que ser comprendidos en un sentido nuevo y penetrante, si es que vamos a comprender el mundo en que vivimos y el mundo que está emergiendo.

El hombre es, y siempre ha sido, parte de su ambiente. No podría existir sin él. En todo momento y en todas las circunstancias ha existido un imperativo ambiental que el hombre no ha podido desconocer. Luego, la tecnología es el producto de la interacción entre el hombre y el

ambiente, basado en la amplia gama de necesidades reales o imaginarias y en los deseos, los anhelos que guiaron y motivaron al hombre en su conquista de la naturaleza. Siempre hubo algunos hombres que podían, y pueden, mediante un acto deliberado de la voluntad, abstenerse de actuar y llevar una vida ascética enteramente organizada por la naturaleza. Pero para la mayoría de los seres humanos toda acción tecnológica significaba ulteriores posibilidades de desarrollo y aplicación en su lucha contra el ambiente. Esta lucha no ha terminado y, ciertamente, pudiera ser que apenas haya comenzado.

La consigna propia del tecnólogo es la eficiencia buscando los medios apropiados hacia un fin, puede evaluar el resultado únicamente en términos del éxito industrial o del fracaso. Por otra parte la selección de los fines y su evaluación en términos de su impacto social definitivo se halla más allá del acto tecnológico. Por esto es que la tecnología puede describirse como autopropagadora sólo en el sentido limitado de que un acto tecnológico puede facilitar o hasta exigir otro. Pero en los tiempos modernos la investigación aplicada que produce grupos de actos tecnológicos interrelacionados es con mayor frecuencia el producto de un plan general mayor fijado como respuesta a metas no tecnológicas. Hay un intercambio constante entre las consecuciones tecnológicas y los valores humanos; en muchas de sus producciones técnicas el hombre ha incorporado sus creencias y sus aspiraciones sin preocuparse en cuanto al proceso o las consecuencias prácticas. Los resultados han sido dolorosos y benignos; la tecnología ha producido catedrales y bombas nucleares.

B. EL HOMBRE Y LA MAQUINA

1. Tecnología y Civilización

El objetivo de la tecnología ha sido siempre la obra de extender y mejorar la cultura material observando y utilizando objetos naturales, fenómenos y fuerzas; la civilización comenzó con el primer esfuerzo del hombre para convertir en artefactos los materiales que hallaba en la naturaleza, los primeros artesanos tuvieron que encararse con el ambiente del hombre y prestaban grandes servicios utilitarios a la sociedad mucho tiempo antes de que la ciencia se diera a considerar el bienestar de la humanidad como objeto principal en el estudio de la naturaleza. Pero, cualesquiera que fuesen sus objetivos y métodos, la tecnología siempre ha estado limitada por la naturaleza; durante la mayor parte de nuestra historia el cambio material estuvo estrechamente confinado por las "leyes" naturales elementales que identificaron los primeros científicos.

Contra estos límites el hombre dirigió su esfuerzo secular para crear máquinas, los instrumentos que total o parcialmente eliminaron la necesidad de que él se diera el trabajo manual que se requería para proveer las necesidades y amenidades de la vida.

Cuando finalmente logró que la naturaleza hiciera su trabajo, el hombre acababa de crear un motivador primario y con éste inició una nueva época histórica que no tardaría en dejar a la zaga todas las consecuciones tecnológicas desde los tiempos más remotos.

Los anales de las consecuciones humanas durante los milenios son la historia de una concentración de energía siempre creciente y gastada en materiales que debían tener forma, transformarse y transportarse. La prueba primordial de la tecnología por lo tanto, siempre ha sido su eficiencia en el procesamiento de los materiales disponibles, en este esfuerzo los tecnólogos aprendieron a enjaezar las fuerzas de la naturaleza para ponerlas a servirle. En esta empresa de nunca acabar, el Homo Sapiens, el Hombre que Piensa, surge también como el hacedor de herramientas Homo Faber. El descubrimiento y la invención fueron el producto de sus sueños de una vida mejor.

2. Homo Faber y Homo Sapiens - La Técnica del Azar

Para la época del Hombre de Pekin, alrededor de medio millón de años atrás, el hombre había aprendido a escoger piedras para sus fines especiales, y también aprendió a darles forma golpeándolas contra otras piedras. Desde el Hombre de Pekín en adelante, los arqueólogos pueden identificar y clasificar las características básicas de las primeras colonias humanas de acuerdo con la forma y el tipo de herramientas que se han hallado con restos humanos.

Para el principio de la era neolítica ya el hombre disponía de todo un arsenal de herramientas especializadas. Su eficiencia mejoró cuando aprendió a escoger piedras más densas y más duras y a darles formas frotándolas y puliéndolas. La búsqueda de las piedras que se necesitaban condujo al inicio de la minería y a los primeros vestigios del comercio.

Los primeros esfuerzos para hacer herramientas coincidieron y fueron guiados por el desarrollo del lenguaje o la facultad de hablar. La impresión visual de los animales parece ser una totalidad, en tanto que el hombre posee la facultad aparentemente única de dejar a la zaga su ser mítico y de distinguir a los objetos que se relacionan con sus sentidos. La evolución del habla es una indicación cierta del crecimiento y desarrollo de tales diversidades en el mundo de los humanos.

"Y fuere lo que fuere que Adán diera por nombre a cada criatura viviente, ese sería su nombre. Y Adán dio nombre a todas las bestias, y a las aves del aire y a todos los animales del campo" (Génesis 2: 19-20).

Entonces como ahora, dos elementos gobernaban el progreso técnico del hombre; el descubrimiento y la invención. El descubrimiento, el reconocimiento y la observación minuciosa de los objetos y fenómenos naturales es extremadamente subjetivo hasta que llega a conducir a aplicaciones prácticas directa o indirectamente. El descubrimiento representa la desintegración de parte de la imagen total del mundo a través de la observación y clasificación de sus componentes. La invención es un proceso mental mediante el cual se combinan diversos descubrimientos y observaciones, que se guían por la experiencia y culminan en una nueva herramienta o nuevo proceso.

La invención muy raramente se puede atribuir a un solo hombre; por lo general es el resultado de una larga cadena de acciones y el ritmo con que éstas se llevan a cabo pueden determinarse por las necesidades materiales y las limitaciones espirituales del mundo en el que vive el inventor así como por sus poderes personales. Las grandes invenciones con frecuencia son vaticinadas por los soñadores del mundo, los dirigentes espirituales de la civilización que son los que fijan las normas de sus tiempos. Y también la invención puede ser madre de la necesidad; causa y efecto funcionan de ambas maneras.

En los primeros tiempos el progreso material era lento, más que nada porque los descubrimientos y las invenciones no podían difundirse rápidamente. Los mercaderes, exploradores y artesanos ambulantes llevaban sus conocimientos técnicos consigo, pero hasta los avances más obvios se tomaban mucho tiempo para ser aceptados universalmente.

El hombre primitivo, alarmado y amenazado por los fuegos en los bosques, por fin convirtió el peligro en don. Al principio no podía reemplazar las llamas preciosas que tomaba de la naturaleza y esto le condujo a realizar su primer acto tecnológico; el hombre paleolítico en Asia y Europa ingenió un método para golpear trozos de pedernal contra piritas hasta producir chispas que a su vez encendía las yescas puestas frente a ellas; en las regiones selváticas donde casi nunca se encontraban piedras, se improvisaron maneras de producir calor mediante la fricción de dos piezas de madera. El dominio del fuego transformó literalmente las primeras culturas.

3. La Evolución Urbana - La Técnica del Artesano

Durante muchos siglos el hombre prehistórico subsistió como forrajeador, cazador y pescador y su condición se reflejaba en la clase de herramientas y armas que iba desarrollando. Durante la

era neolítica el hombre se volvió ganadero y labrador y su tecnología produjo el cambio y se adaptó a él.

La ganadería y la agricultura estabilizaron la vida a través de la concentración de abundantes provisiones de alimentos; esto condujo a que las tribus errantes se radicaran permanentemente en lugares escogidos.

Durante la era neolítica se desarrollaron notables diferencias en la vida en el litoral de la cuenca mediterránea las regiones boscosas del norte, las tierras cubiertas de hierba en altas latitudes y en las regiones árticas, en las cuales una economía a base de la caza ha perdurado hasta nuestro días. En cada región evolucionó una tecnología apropiada a la economía local y al ambiente; de esto surgieron las características materiales que distinguían a las diversas culturas.

Por lo que sabemos, no existía la especialización ni la división del trabajo en aquellas sociedades primitivas. Sin embargo la situación cambió cuando las primeras comunidades labriegas del cercano Oriente comenzaron a volverse centros urbanos, como fue el caso de Jericó que ya tenía condición de ciudad en el 600 A. de C. La ganadería y la labranza se habían refinado hasta el punto en que producían un "excedente social" como lo ha llámelo Cordón Childe, y esta abundancia hizo posible la urbanización. La región fértil que mantenía a la ciudad podía trocar sus alimentos sobrantes con los productos disponibles en las zonas montañosas. La minería, la metalurgia y la alfarería pudieron haber surgido entonces como las primeras ocupaciones permanentes especializadas, a medida que los hombres de las regiones montañosas convertían los materiales que encontraban en productos para los trueques por alimentos que escaseaban en las tierras altas. Y así surgieron los mineros y herreros que fueron los primeros artesanos, productos de la sociedad urbana que se estaba creando.

El mundo de estos artesanos primitivos estaba dominado por la agricultura de regadío que dependía del crecimiento de los ríos y el sedimento que las corrientes llevaban montañas abajo. En Egipto y Mesopotamia (donde gobernaban los sumerios hasta que fueron aplastados por asirios y babilonios alrededor del 2000 A. de C.) el orden social y la tecnología llevaron la marca indeleble de conceptos religiosos y filosóficos que fueron producto de estas condiciones especiales.

De los templos salieron técnicos que alcanzaron la alta jerarquía de oficiales que supervisaban grandes trabajos de ingeniería o que eran responsables de la producción o importación de mercancías esenciales.

A parte de esto, los productos técnicos con frecuencia se sometían a inspecciones y se pedía el consejo de hombres sabios, generalmente del sacerdocio (juntas de consejeros en Egipto a Mesopotamia).

Los primeros grandes edificios públicos y monumentos tenían aspecto religioso y se apelaba a las juntas para que juzgaran sobre los planos de tales estructuras.

Existen muchas pruebas de la fuerza del mundo espiritual que motivó y limitó al tecnólogo precoz. Exigencias religiosas dominaban su selección de las posibilidades inherentes en los materiales que tenían a su disposición.

La voz egipcia para el escultor era "el que hace vida". Sus estatuas tenían que acatar ciertos preceptos religiosos para poder ser dotadas de ciertos poderes mágicos de parte del "Ritual de Abrir la Boca" oficiado por un sacerdote, y servían de cuerpo al cual el alma del difunto habría de descender para comunicarse con el mundo de los vivos.

Existen pruebas de que los propios artesanos atribuían significado sobrenatural al acto creador de dar forma a sus materiales. Ciertamente, con frecuencia trabajaban con el espíritu de artistas y sus manos y herramientas producían cosas que todavía admiramos porque muestran una belleza que va más allá de los fines utilitarios.

4. Las primeras fábricas - herramientas y máquinas

La tecnología en la antigüedad preclásica y clásica se caracterizaba por el taller pequeño. La voz latina fábrica no era más que el lugar del herrero o de el que trabajaba con materiales duros.

La característica dominante de la antigua tecnología es la carencia de maquinaria. No había motores primarios diseñados para activar otras máquinas liberando así el trabajo manual. Los primeros tecnólogos estaban limitados a la energía humana o animal. Esta limitación sin embargo no excluía la erección de monumentos gigantescos y edificios públicos, pero esto exigía masas de obreros; las guías que empleaban los romanos para levantar cargas muy pesadas funcionaban con cárcolas movidas por pies humanos.

La Gran Pirámide de Keops, construida alrededor del 2500 A. de C., quizá sea el ejemplo más clásico de los resultados monumentales que se lograban sin recurrir siquiera al empleo de poleas o aparejos.

Los restos de los dos grandes acueductos de los reyes asirios y los de las ciudades grecorromanas, son igualmente testigos de las grandes proezas de ingeniería realizadas a despecho de la falta de motores primarios.

Los artesanos clásicos disponían de mejores herramientas que sus antepasados de la Era de las Pirámides. La tecnología preclásica se manifestó con la aparición de utensilios y herramientas de cobre y bronce que finalmente reemplazaron las herramientas de piedra de la prehistoria.

Las minas de hierro abundaban en casi todos los países de la antigüedad y la difusión de las técnicas de fundir y moldear hicieron del hierro el metal dominante de los tiempos greco-romanos.

El advenimiento del hierro en el siglo VI A. de C. posibilitó la fabricación de tenazas, sierras de bastidor y el torno; dos siglos más tarde aparecieron los compases articulados y las tijeras apareadas; todavía más tarde vinieron las hoces metálicas, los azadones, la barrena, los yunques.

La falta de motores primarios no significaba falta de ingeniosidad entre los técnicos precoces.

Los manuales de Herón de Alejandría y otros ingenieros clásicos demuestran que estaban muy versados en el diseño y construcción de piezas de maquinarias grandes y complejas. A través de este período la ciencia de la mecánica comenzaba a orientar su atención hacia las leyes que gobiernan artefactos tales como el nivel, la polea, el molinete, la cuña, el tornillo y ya se estaba tratando matemáticamente del movimiento de los cuerpos que caen o se proyectan. Pero, aparte de ciertos principios básicos generales, la ciencia no prestaba mucha ayuda a los tecnólogos que estaban construyendo máquinas cada vez más complejas.

El Imperio Romano fue una aglomeración de áreas de producción autárquicas que no sufrieron de agudas crisis económicas ni de exceso de producción. El capital se invertía en tierras y esclavos, no en maquinaria: costosa, puesto que la mano de obra era lo bastante barata en una sociedad que abastecía sólo las necesidades básicas de las masas y pocos lujos para los ricos.

No había verdadera interrelación entre la ciencia y la tecnología. Los griegos llamaban "filósofo" al científico; de ahí la definición de filosofía natural que se dio a las ciencias hace pocos años. Algunas veces a estos filósofos se les llamaba physiologoi, los que investigaban " el crecimiento natural de las cosas" pero siempre dedicaron su investigación a la teoría; la praxis no les interesaba porque las preocupaciones prácticas no hubiesen ayudado a mantener sus teorías filosóficas. Los technitae (artesanos) eran despreciados; no tenían tiempo para dedicar su ocio a las cosas de la mente como hacían los patricios inteligentes.

Este estado de cosas se mantuvo igual pese a que el artesano frecuentemente suplicaba que le dieran ayuda porque se daba cuenta de que sólo un progreso técnico limitado era posible sin la ciencia.

En el siglo IV de nuestra era, Ammianus (C 330-391) relató la decadencia del Imperio a la falta de interés en la ciencia y la tecnología entre los dirigentes romanos. "Así, pues, entre sus servidores el canturreador ha desplazado al filósofo, el maestro de histrionismo sacó de su puesto al maestro de oratoria; sellan sus bibliotecas como si fueran tumbas..."

Un cambio de actitud llegó como resultado de la conversión de muchos notables romanos al cristianismo. Esto les dio un fondo radicalmente diferente contra el cual habrían de desarrollarse la ciencia y la tecnología del futuro. A los pobres se les había tratado como víctimas de los dioses, y con frecuencia se les castigaba por razones ignoradas de otros hombres, pero los estoicos predicaron la hermandad del hombre y pidieron a la humanidad que cultivara la *philanthropia* y la *humana* hacia sus hermanos pobres y débiles. El nuevo concepto cristiano de *caritas* significaba algo más que la simple amistad y la hospitalidad, una nueva actitud hacia los pobres y los esclavos era inherente en la proclamación cristiana de la dignidad de todo trabajo, incluyendo las tareas manuales.

"Sed fructíferos, multiplicaos, poblad la tierra y dominadla" fue un mandamiento cristiano (Génesis 1:28) que ya insinuaba la posibilidad de que el hombre conquistara a la naturaleza. En la ciencia precoz había una corriente subterránea de animismo que adquirió nueva vida con el auge del neoplatonismo, las ninfas y los dioses de los ríos no eran meramente concepciones poéticas sino muy reales para las masas en la antigüedad. La cristiandad de un golpe, eliminó este mundo de espíritus animados y, despojando a la naturaleza de esta aureola sobrenatural, abrió la puerta al uso racional de las fuerzas naturales que habría de producir la tecnología que avanzó con pasos muy rápidos en la Edad Media.

La caída del Imperio Romano y la remodelación de Europa Occidental, las grandes invasiones, la amenaza del Islam y las incursiones de los vikingos, sometieron la tecnología a un estancamiento general que marcó los siglos transitorios. No obstante, las lecciones de los antiguos artesanos no fueron olvidadas y contribuyeron en mucho al nuevo impulso de las consecuciones técnicas que arribaron como motores primarios y se introdujeron en gran escala en una Europa más estabilizada durante los siglos X y XII. Ahora de nuevo y al igual que varias centurias atrás, los primeros progresos notables se obtuvieron en la agricultura. Lynn White Jr., en *Medieval Technology and Social Change* subraya: "Las mayores cosechas, que le produjo su trabajo al labriego del norte (Europa, Edad Media) elevaron sus niveles de vida, y en consecuencia, su capacidad para comprar mercancías manufacturadas. También proveyó alimentos excedentes que, desde el siglo X en adelante, facilitó una urbanización más rápida. En las nuevas ciudades surgió una clase de artesanos hábiles y mercaderes, los burgueses que se adueñaron velozmente de sus comunidades y crearon una manera de vivir nueva y característica, el capitalismo democrático. Y en este nuevo ambiente germinó el aspecto dominante del mundo moderno: la tecnología de la fuerza motriz".

Las grandes fuentes de la energía en la Edad Media fueron la rueda de agua y el molino. Este último fue un invento occidental que no conocieron los antiguos, aunque probablemente fue inspirado en el molino de viento típico oriental que los cruzados con certeza vieron. El molino de viento occidental con toda probabilidad nació en el siglo XII y no tardó en convertirse en el motor primario típico de las llanuras de mucho viento y bajas que se extienden desde el este de Inglaterra por los países bajos y el norte de Alemania, hasta Latvia y Rusia.

En Europa Central poderosas forjas a martillo movidas por agua y fuelles hicieron posible el nuevo proceso de los altos hornos que producían grandes masas de hierro colado por vez primera. La fuerza hidráulica abrió la minería de plata y cobre en gran escala en las regiones Alpinas y en Escandinavia en el siglo XVI. El motor primario hidráulico proveía los medios de hacer alambres metálicos y se acopló a las máquinas que barrenaban cañones.

Ciertamente en los cuatro siglos después de Leonardo da Vinci -hasta que la energía eléctrica exigió un juego de engranajes suplementarios- los técnicos se preocuparon menos en buscar nuevos principios básicos para sus maquinarias que en elaborar y refinar los descubrimientos de los cuatro siglos antes de Leonardo. El auge de Europa, comenzando con el descubrimiento del Nuevo Mundo, se basó en realidad en el alto consumo europeo de energía en las aplicaciones ensanchadas de la tecnología que engendró productividad y poderío económico y militar.

A medida que se fue desarrollando el comercio regional e internacional, los gremios de las ciudades fueron evolucionando lentamente de asociaciones de artesanos individuales a sindicatos de oficios que tenían que encararse con la creciente mecanización de sus trabajos. La demanda de sus productos, cada vez más en aumento, y la falta de capital personal, gradualmente obligaron a los artesanos a ceder el control de la producción a financieros que conocían los mercados extranjeros y podían adquirir las materias necesarias a través de los canales internacionales del comercio. Este proceso lo facilitó el hecho de que la nueva maquinaria que aumentaba la producción era por regla general demasiado costosa para los artesanos individualmente.

La cooperación entre la ciencia y la tecnología era más estrecha que en los primeros tiempos. Los científicos medievales, al contrario de sus predecesores del período clásico estaban muy concientes de los oficios aunque todavía no podían aplicar una buena parte de sus conocimientos a sus tareas.

Roger Bacon, escribió en 1260: "...Se puede construir máquinas mediante las cuales los barcos más grandes, con una sola persona al timón, se moverán más veloces que si estuvieran llenos de remeros; se podrá construir carros que se moverán a velocidad increíble y sin la ayuda de bestias; se podrá construir máquinas voladores con las que el hombre podrá batir el aire con alas como las aves; las máquinas posibilitarán llegar al fondo de los mares y ríos". Bacon hablaba en nombre de los ingenieros de su tiempo.

Antes del advenimiento de la imprenta el artesano se beneficiaba muy poco de libros escritos. Los manuscritos sobre artes y oficios medievales eran muy raros. Del siglo XII data la obra de Teófilo "De Artes Diversas" que discute principalmente las artes y oficios que los monjes necesitaban para edificar y decorar sus iglesias, el libro de bocetos de Villard de Honnecourt (1245) que, como las notas de Leonardo contenía diagramas de muchas máquinas. Estos manuscritos, copiados a mano, estuvieron siempre más allá del artesano común, instrucciones por escrito y datos sobre los modos con que otros practicaban sus artes se hallaron disponibles sólo cuando la primera corriente de manuales técnicos impresos comenzó a circular durante la primera mitad del siglo XVI.

Ya se iniciaba la alborada de una nueva era rápidamente. Grandes hombres como Leonardo da Vinci realizaban experimentos para descubrir las leyes de la mecánica aplicada y obtener fundamentos más sólidos para los proyectos de ingeniería que ellos estudiaban y la ciencia en general comenzó gradualmente a prestar atención a los problemas técnicos. Las academias italianas de los siglos XV y XVI habían comenzado a discutir tales temas, pero un Inglés se convirtió en el profeta de la nueva era de cooperación entre la ciencia y la tecnología.

Francis Bacon (1561-1626), no solo abogaba por la ciencia experimental en vez de las discusiones puramente intelectuales y filosóficas de los fenómenos naturales sino que también destacó el valor que para la ciencia tenía un estudio de los "oficios" y viceversa.

Los oficios serían más eficientes empleando métodos científicos y todo ello redundaría en provecho total de la humanidad. Se mejorarían las condiciones de vida para todos, se combatirían las enfermedades, se aliviaría el sufrimiento y se prolongaría la duración de la vida.

Bacon proclamó "La meta de nuestra fundación es el conocimiento de las causas y el secreto de las cosas, y el engrandecimiento de los nexos de la especie humana con la realización de todas las cosas posibles". Estas palabras habrían de tener un tremendo efecto sobre su generación. Decartes y Huygens, aunque concientes de la parcialidad del método experimental de Bacon, estuvieron de acuerdo con éste en que "el verdadero entendimiento significa la comprensión de las cosas" y que siguiendo diligentemente el camino trazado por Bacon todos los hombres se convertirían en "maftres et possesseurs de la nature".

5. Preludio de la Revolución; nuevos motores y nuevas habilidades - La Técnica del Técnico

La revolución industrial que siguió tras esta fermentación científica en ningún caso fue tan súbita como suele alegarse ni tampoco tan revolucionaria como muchos han creído. Sus raíces estaban en los primeros cambios tecnológicos del siglo XVI, aunque no adquirió gran impulso hasta alrededor de 1800. Sin embargo, desde el punto de vista social, los cambios durante el período de 1730 a 1880, dramáticos en su extraña mescolanza de lo bueno y lo malo, a menudo trágicos en su composición de progreso material y sufrimiento social, pueden ciertamente calificarse de revolucionarios.

La causa económica primaria fue la asombrosa expansión del comercio marítimo en los siglos XVII y XVIII. Los nuevos mercados vinieron primero, las invenciones le siguieron porque inconcientemente los inventores airosoos trabajaban dentro de los límites que les fijaba las necesidades cambiantes de la sociedad. Un número considerable de británicos importantes se interesaron hondamente en la ciencia y los experimentos científicos, lo que unido al dominio de los mares, a la estabilidad social y política y a las ventajas naturales de disponer de hierro, carbón etc., hicieron de las Islas Británicas el punto de partida de la revolución industrial.

Así pues, el objetivo económico fue hallado y logrado mediante el desarrollo de una ciencia y una tecnología que durante determinado tiempo fijaron las normas del mundo. Francia siguió a Inglaterra poco después. Alemania estando políticamente dividida ingresó en la etapa industrial más tarde, entre 1860 y 1870, para cuya fecha la Revolución Industrial ya había llegado a los Estados Unidos en su rápida expansión. La nueva era florecía plenamente por todo el Occidente en los años finales del siglo XIX.

La ciencia de la mecánica gradualmente aportaba una mejor comprensión de como funcionaban las máquinas. Los esfuerzos en el campo de la mecánica aplicada, particularmente en la prueba de materiales, contribuyeron notablemente al desarrollo de una variedad de máquinas prácticas y a la creación de motores bien contruidos para moverlas. Adam Smith comenta que la gran mejoría de las Artes de la Ingeniería en el siglo XVIII se debió "...a la ingeniosidad de esos hombres a quienes se llama filosofos, o especuladores, cuyo oficio no es hacer nada sino observarlo todo y que, precisamente por eso, con frecuencia son capaces de aunar los poderes de los objetos más distantes y disímiles." Los aficionados y virtuosos a quienes Smith se refiere aquí tipifican la gran explosión del interés de los profanos en la ciencia y sus aplicaciones. El clarín que los llamó fue "Principia, los principios matemáticos y la filosofía natural" de Newton. Una o dos generaciones después de la publicación del "Principia", surgieron diversas "sociedades doctas". Estas "Sociedades Científicas de Profanos" llenaban una triple función. Invitando a científicos a pronunciar conferencias facilitaban a sus miembros el estudio de la ciencia natural. Coleccionando objetos naturales e instrumentos en sus "gabinetes" y bibliotecas promovían el estudio independiente de la ciencia natural por parte de los miembros y ofreciendo recompensas monetarias por los ensayos premiados y financiando publicaciones científicas ayudaban al progreso de la investigación y a la difusión de sus resultados.

La creciente tendencia de reemplazar con máquinas las herramientas manuales, no tardó en demostrar las grandes limitaciones de las fuentes de energía existentes, la rueda hidráulica y el molino. El viento era barato pero no se podía pensar en que soplara cuando se necesitaba; la fuerza hidráulica estaba limitada estrictamente por las condiciones del lugar. Así, pues, los inventores se volvieron al vapor que no padece ninguna de estas desventajas. La invención de la

máquina de vapor tiene que ser considerada como el hecho fundamental de la Revolución Industrial.

La máquina de vapor dependía del suministro de carbón y éste no tardó en volverse en combustible indispensable para la Revolución Industrial. Ya para el 1600 la escasez de leña amenazaba a la producción británica de metales que hasta entonces había sido una industria de carbón vegetal.

No obstante, diversos factores se combinaron para impedir que la máquina a vapor desplazara rápidamente a sus rivales. Los esfuerzos de los primeros constructores de máquinas sufrían de una notoria falta de obreros hábiles. Los hombres que comprendieron el nuevo principio tuvieron que adiestrar a especialistas y diseñar herramientas para el acabado de las piezas destinadas a las máquinas de la manera apropiada antes de ponerlas en uso general práctico.

El adiestramiento para la tecnología debió poco a las universidades ya que en fecha tan tardía como el año 1800, hasta la misma ciencia no se consideraba con mucho respeto en los círculos académicos. En Francia la filosofía natural ocupó su sitio sólo porque el fuerte gobierno central inició la realización de obras públicas en gran escala durante los siglos XVII y XVIII. La falta de expertos debidamente capacitados y en condiciones de supervisar tales obras, no tardó en ponerse en evidencia.

Esa educación técnica llegó tarde a Gran Bretaña y grandes ingenieros como Telford y Me Adam no estaban especialmente entrenados para las tareas hacia las que su genio los orientaba.

El auge rápido de la tecnología estaba creando la evidente necesidad de capacitar a estos "capitanes de las industrias" y los recompensaba materialmente y con amplitud. La enseñanza de la ciencia sin embargo se quedaba a la zaga en la mayoría de los lugares.

La obra principal de la innovación tecnológica y su desarrollo la llevaron a cabo los artesanos e innovadores que se afanaron valientemente en producir datos cuantitativos que podían ser útiles a los demás. Con la ayuda de unos cuantos científicos interesados, inventaron máquinas para probar materiales tales como piedra, madera y metales. Los datos que obtuvieron fueron solamente relativos, ya que la mecánica aplicada no se desarrolló hasta el siglo siguiente, pero en todo caso habían hallado el modo adecuado de tratar de componer y poner en práctica el fondo teórico de cada oficio.

La mecanización de las diversas operaciones manuales que condujeron del hogar al taller y del taller a la fábrica, puso fin a la era del artesano. La maquinaria asumió una fase o hasta toda una operación, en una serie de facetas que iba desde la materia prima hasta el producto acabado. Al artesano se le había adiestrado en todas estas operaciones como aprendiz y así se capacitaba como maestro de su material; la calidad del producto dependía de su habilidad técnica individual. Ahora la máquina imitaba y universalizaba sus operaciones manuales; y el control de la calidad del producto dependía de pruebas técnicas, generalmente automáticas, a todo lo largo de la línea de máquinas de producción. En este proceso las habilidades personales de los obreros no tenían demasiada importancia.

En la gran transición entre 1750 y 1850, el "oficio" se convirtió en "trabajo", "tarea". En la actualidad quedan muy pocos oficios y su número está disminuyendo rápidamente bajo el impacto económico de la producción en masa y el impacto tecnológico de la maquinaria cada vez más refinada.

6. Del vapor a la Energía Atómica - Computadores y Tecnología Automática - El Tecnicismo Moderno

Durante la primera mitad del siglo XIX, las matemáticas y la mecánica produjeron conjuntos de conocimientos complejos y bien organizados, no solo para encararse con los problemas de la

ingeniería, sino para poner a prueba sus propios axiomas básicos que ya comenzaban a poner en tela de juicio una parte del dogma newtoniano. La óptica y la acústica así como la nueva teoría del magnetismo y la electricidad se estaban desarrollando.

Nuevas materias primas para la producción industrial y la síntesis de drogas y medicinas, fibras y plásticos fueron descubiertas.

El carbón y el hierro se volvieron los símbolos de la nueva edad de la máquina; y la de vapor era su motor primario.

Las turbinas a vapor, se relacionaron íntimamente con la electricidad. Su desenvolvimiento requirió algún tiempo porque los procesos complejos de generar, transformar y transportar corrientes alternas, directas y rotatorias tenían que ser investigados y desarrollados, pero ya en 1906 las mayores plantas eléctricas nuevas habían instalado turbinas a vapor.

A finales del siglo XIX ya se generaba electricidad con turbinas hidráulicas en las grandes cataratas del Niágara por los Estados Unidos.

La electricidad resolvió el problema de transportar esta fuerza hidráulica convertida desde remotos valles montañosos, donde no se necesitaba.

La manufactura del coke metalúrgico produjo gas como producto residual y creó una industria floreciente del gas para iluminación.

La primera máquina estacionaria de combustión interna condujo a una versión móvil, el motor de cuatro ciclos (1885) que Daimler y Benz adaptaron independientemente para construir los primeros automóviles.

El nuevo motor usaba un nuevo combustible, la gasolina, originariamente producto residual de la refinación del petróleo crudo.

Entretanto la turbina sigue asumiendo nuevas formas, una versión a gas fue utilizada por Sir Frank Whittle (1930); luego, perfeccionada en 1946, abrió las puertas a la nueva era de los motores a chorro y a cohetes.

El cambio en las fuentes de energía ha tenido un impacto profundo en lo económico, político y cultural de la sociedad moderna. La máquina de vapor aumentó grandemente la importancia del carbón y el hierro y así determinó la tasa de industrialización de varias naciones.

Mientras perfeccionaban la producción y transmisión de energía desde lo que ahora son fuentes convencionales, los científicos estaban abriendo otra nueva frontera. Durante la década de 1930 se desarrollaron técnicas para la utilización de energía que contiene el átomo. Ahora la ingeniería ha resuelto el problema de poner esta idea en la práctica, así como también crear con ella monstruosos ingenios de destrucción.

Estimulada por la ola de investigaciones públicas y privadas después de la Segunda Guerra Mundial, la ingeniería se fragmentó en especialidades enteramente desconocidas en el pasado. Los ingenieros mecánicos metalúrgicos, eléctricos, estructurales, químicos, mineros y aeronáuticos, suplementados ahora por expertos en herramientas, la termodinámica aplicada, radio, teléfonos y televisión. Todos estos expertos se están capacitando en universidades o institutos técnicos, a veces juntos con los científicos puros.

La producción en masa de bienes de consumo se hizo posible con la ingeniería industrial. La manufactura en gran escala de artículos uniformes exige largas corridas de producción y la operación continua de la planta.

Actualmente hasta los oficios más recalcitrantes en cuanto a la tradición, como la construcción de barcos, puentes y rascacielos se han reducido al ensamblaje rutinario de piezas uniformes y hechas a máquina en fábricas de producción en masa.

A medida que la producción mecanizada de piezas de maquinaria fue progresando y se desarrollaron las máquinas • herramientas la nueva precisión echó las bases para la "standarización", la uniformidad de piezas tales como pernos, tornillos y tuercas ahora intercambiables porque ya no se hacían a mano, más tarde varillas y cabillas de acero y láminas de hierro también se produjeron en tamaños "standard".

Acaso la línea de ensamblaje fue una consecuencia inevitable de la fabricación de piezas intercambiables. Ahora fue posible agrupar a los obreros a lo largo de un sinfín móvil en una fábrica, de manera que un número de operaciones simples y especializadas pudieran hacerse en cada unidad a medida que ésta pasaba ante cada obrero a su turno.

Lógicamente, el próximo paso de este desarrollo tenía que ser y fue la automatización. La historia de la tecnología es la historia de la mecanización gradual del trabajo manual. En la línea de ensamblaje era posible crear y desarrollar técnicas para asumir no solo las tareas físicas sino también las mentales. El próximo paso era el de tener máquinas automáticas realizando tareas complejas bajo un control automático.

Los sistemas modernos de controles se llaman servomecanismos y son capaces de ajustar automáticamente la salida con la entrada.

Estos sistemas han hecho posible la construcción y operación de las naves espaciales sin tripulantes y los satélites; también son de enorme importancia en las fábricas automatizadas donde el cronometraje del ciclo de procesos está gobernado por señales eléctricas. Estos servomecanismos son producto de la prolifera industria nueva de la electrónica, pero los antecedentes teóricos de estos mecanismos de control que toman decisiones se derivan de la nueva ciencia de la cibernética.

La voz cibernética la creó André Ampere en 1834 para significar la "ciencia del control", la empleó Norbert Wiener para indicar "el estudio de control y comunicación en el animal y la máquina", cosa que él pudo desarrollar con la ayuda de dos ramas de las matemáticas aplicadas: Teoría de Información y Programación de la Dinámica.

La cibernética se empleó originalmente para diseñar mecanismos para aparatos militares teleguiados y sistemas de control de fuego durante la Segunda Guerra Mundial. Más tarde se convirtió en instrumento universal para los diseñadores de equipo de control en los complejos de maquinaria automática. El procesamiento de información halló su primera aplicación industrial en la industria química y en el sistema telefónico; así nació la computadora, que parece estar introduciendo una nueva era tecnológica.

La computadora lleva a cabo una secuencia de operaciones matemáticas o lógicas como respuesta a la información de datos codificados en números, palabras u otros símbolos.

Mediante el control automático de retroalimentación, empleando la interacción de señales procedentes de aparatos sensorios, junto con la información previamente adquirida y almacenada en la memoria, la computadora puede asumir la responsabilidad de tomar decisiones. Y, naturalmente, están libres de fatiga y de las distracciones emocionales responsables de los errores cometidos por los meros humanos que las máquinas han desplazado en muchos puntos críticos del orden tecnológico.

El papel que interpreta el trabajo en la tecnología automática dominada por la computadora ya ha sido alterado drásticamente. Sin embargo, todavía no puede decirse que esta última fase de la revolución industrial ha procedido parejamente de acuerdo con su imperativo tecnológico.

El ritmo del cambio queda claramente alterado por las condiciones sociales y económicas que no tienen nada que ver directamente con las limitaciones o posibilidades de la nueva tecnología. Esto, naturalmente, ha sido siempre el caso y es el residuo del desarrollo pasado desigual del orden tecnológico, lo que nos ofrece los contrastes más agudos del mundo contemporáneo.

La creciente cooperación entre ciencia y tecnología vino acompañada de un nivel de vida que iba en aumento y parecía confirmar los principios enunciados en los días de la Gran Exposición de 1851 por un grupo que dirigía el Príncipe Alberto. Su profeta fue Francis Bacon que había escrito en *The New Atlantis*: "Tenemos muchas razones para creer que la naturaleza todavía guarda muchos secretos de gran provecho que apenas están relacionados con los ya conocidos, que todavía siguen sin advertirse, y siguen más allá del alcance de nuestra imaginación.

C. LA MAQUINA Y EL MEDIO

1. Revolución en la Agricultura

Como el árbol en el Jardín del Edén, la tecnología nos ha traído dichas y maldiciones; después de todo, ella no es más que el producto del intelecto y las manos del hombre. La lista de cambios que ha producido en la calidad de nuestra vida cotidiana cubre la mayoría de las cosas esenciales. Las preocupaciones duraderas del hombre prehistórico en procurarse luz, calefacción y alimentos, de lo cual nació la gran búsqueda de la tecnología, se ha reducido a una rutina automática para millones de personas en el mundo occidental.

En poco más de cincuenta años los tecnólogos han recurrido a la maquinaria y a los elementos químicos para producir un milagro de la agricultura que comenzó a convertir las granjas en "fábricas de alimentos".

El desarrollo de la teoría del calor condujo a la refrigeración mecánica y para 1876 había barcos en servicio con bodegas enfriadas para llevar a los europeos carnes procedentes de América del Sur y Australia.

Los tecnólogos cambiaron las formas tradicionales de los alimentos. Von Liebig descubrió en 1865 un método para preparar un extracto de carne que se transportaba fácilmente en estado líquido o evaporado. Durante el mismo período Borden inventó la técnica de evaporar y condensar la leche.

Ya en 1830 había carnes, pescados y vegetales enlatados. Los descubrimientos de Pasteur y otros hombres de su generación, situaron la conservación de alimentos sobre bases científicas sólidas.

Técnicas mejoradas en la agricultura reforzadas por un aumento en abastecimiento de agua, todo ello relacionado con sistemas modernos de procesos y distribución, indudablemente podrían suministrar como mínimo, los niveles de subsistencia para la población mundial.

Junto con la tecnología mecanizada, la investigación científica produjo cambios de control genético en el ganado, simientes híbridas, nuevos fertilizantes químicos y pesticidas químicos para eliminar insectos dañinos y pestes. El uso excesivo de estas nuevas sustancias en muchas regiones ha producido cambios ambientales creados por el hombre que en cierto sentido han afectado la ecología y motivaron a Rachel Carson a advertir sobre inminentes desastres eVi su notable libro "Silenciosa Primavera".

La exploración de las capas más profundas de los océanos, el estudio del planeton y otras formas simples y similares dela vida orgánica oceánica se han intensificado por la necesidad de elementos adicionales para alimentar a la población mundial que se multiplica con tanta rapidez.

2. Revolución de las Comunicaciones - La Megalopoli

Las nuevas formas de comunicación que han acelerado el transporte de información, bienes y seres humanos a un promedio cada vez más rápido, también cuentan menos de un siglo de edad. En la época de Napoleón la tasa de movimiento del tráfico terrestre no era mayor de lo que había sido en los días de mayor gloria del Imperio Romano.

El tren, el barco, el automóvil y el aeroplano no solo han acelerado el transporte sino que han aportado nuevas e importantes dimensiones al comercio. Hicieron posible reorganizar y ensanchar ampliamente la distribución de los productos industriales y la apertura de nuevos mercados casi sin tener en cuenta las previas limitaciones geográficas.

La revolución en las comunicaciones humanas ha sido igualmente espectacular y mayormente se ha basado en las diversas aplicaciones de la electricidad. En secuencia, los ingenieros produjeron el telégrafo, el teléfono, la radio y la televisión; y hallaron los medios de poner todos los artefactos en un servicio casi universal en el mundo de Occidente. La fotografía se combinó con el sonido grabado para producir un nuevo medio de entretenimiento de masas. En una sola generación los hombres han podido ver las experiencias de los demás de una manera que ni los más afortunados de sus antecesores conocieron jamás.

John Diebold, en "Más allá de la Automatización" ha escrito: "Sería difícil exagerar la magnitud del cambio que se llevará a cabo en la vida de todos nosotros, en la historia humana, como resultado de la revolución de la información que se ha verificado tan discretamente en nuestros días. La información, su comunicación y su empleo, es la telaraña de la sociedad; la base de toda humana comprensión, de organización y esfuerzo".

Las ciudades surgieron de la necesidad del hombre para comunicarse. Lewis Mumford escribió en "La Ciudad en la Historia":

"La ciudad es un receptáculo especial para almacenar y transmitir mensajes. El desarrollo de métodos simbólicos de almacenaje aumentó inmensamente la capacidad de la ciudad como recipiente; no solo albergaba un número mayor de personas e instituciones que ninguna otra clase de comunidad, sino que mantenía y transmitía una porción más grande de las vidas de ellas que lo que la memoria humana individualmente podía transmitir de palabra".

No obstante, el crecimiento de las ciudades fue comparativamente lento,, su ritmo marcado por los cambios de la tecnología y culminando apenas ahora en el fenómeno dominante de nuestro siglo: La urbanización.

Las ciudades en todas partes tienen que encararse hoy día con una lista de males comunes que emanan de las congestiones de gente dominadas por las máquinas: el tránsito, los barrios dilapidados, la contaminación del agua, la del aire, fallas en el abastecimiento de agua, desechos y residuos industriales, la radiación, el ruido. Y por delante tenemos aún más dificultades nuevas en cuanto a la disposición de los desechos industriales a medida que las sustancias radiactivas se vuelven más abundantes debido a la proliferación de las plantas de energía atómica y las industrias y laboratorios que usan sustancias radiactivas.

Si los otros problemas mayores de las grandes ciudades no pueden relacionarse directamente con el cambio tecnológico, algún nexo es casi siempre evidente. Hasta pudiera argüirse que la tecnología fue lo que motivó y posibilitó la aglomeración de tantas personas en áreas tan pequeñas; esto naturalmente es el núcleo del asunto. Las generaciones pasadas relacionaban el crecimiento de sus ciudades con el progreso y fallaron en prever el deterioro físico y humano que las afearía con sus barrios bajos; fallaron también en tomar medidas para los espacios abiertos y áreas verdes que llenarán las necesidades de recreación y patrones modernos de trabajo y convivencia. Ahora, con percepción tardía, la planificación del desarrollo urbano se ha vuelto universal, pero no se puede decir que haya tenido éxito total en ninguna parte.

Con frecuencia el pasado ata las manos de los planificadores encerrados en los patrones existentes por previas instalaciones técnicas, tales como cloacas, tuberías maestras de agua y líneas de comunicación.

3. Superando a la Naturaleza/ Naturaleza y Tecnología

El afán humano de explotar los recursos naturales y hallar nuevas fuentes de materias primas, ha estimulado tradicionalmente su ingeniosidad tecnológica.

Pequeños fragmentos de aluminio del tamaño de un botón le fueron mostrados a Napoleón III como un triunfo de la investigación que no servía para nada práctico. Hoy, en cambio, los aviones y vehículos espaciales se han viabilizado a través del rápido crecimiento de una nueva industria cimentada en amalgamas ligeras y en las cuales el aluminio y sus otros elementos afines están a la vanguardia de toda una gama de metales "nuevos".

El carbón y el petróleo nos han dado una profusión de materiales sintéticos para una infinidad de usos y los cambios en la producción también han tenido profundos efectos colaterales.

Los segmentos tecnológicos del ambiente del hombre son partes naturales de la totalidad del mundo en que vive y en el cual quiere vivir. Sus primeros artefactos fueron producto de una intuición que le decía que podía combinar los objetos naturales que le ayudaran a hacer frente a los desafíos de la naturaleza. No existen herramientas artificiales en contraposición con las naturales. Los resultados de estos actos tecnológicos son innaturales solamente en el sentido de que no fueron posibles antes que el hombre inventara, construyera o domara los medios de emplear las fuerzas elementales de la naturaleza que ha venido utilizando para mantenerse.

Las autopistas, estacionamientos y las aglomeraciones de casas pueden ser tan naturales como las colinas, los pastos y los torrentes de nuestros progenitores en un pasado remoto, pero requieren ajustes físicos y mentales nuevos y diferentes, y muchos individuos no se conforman con la afirmación de que este medio es producto del esfuerzo natural del hombre para enfrentarse a los retos de la naturaleza de acuerdo con sus creencias y puntos de vista.

A medida que los sectores del ambiente humano hechos por el hombre aumentan en importancia, la tecnología, más bien que ser meramente una actividad del hombre, participa más y más de la naturaleza humana. El ansia de alterar las condiciones de la vida y mejorarlas en direcciones que el propio hombre escoge, claramente es un instinto básico. Uno puede deplorar el hecho de que ha sido dotado de alguno de los medios disponibles actualmente para responder a este impulso pero no se puede negar que la tecnología y el orden tecnológico resultante también son naturales desde este punto de vista.

Los problemas tecnológicos, como los científicos, reconocen únicamente la solución correcta o incorrecta; los criterios o juicios de valores de "bueno" o "malo" aparecen solamente cuando la solución se aplica a los problemas humanos. Es como animal social y político que el tecnólogo tiene que preguntarse si su acto tecnológico en particular es necesario para el bien común y si la aplicación de sus habilidades puede producir consecuencias impremeditada, juntas con los resultados buenos o neutrales que él puede prever fácilmente.

El imperativo tecnológico proviene de las posibilidades e impulsos que conducen a aplicaciones ulteriores. Las mejoras que envuelve un acto tecnológico, como las soluciones de los problemas científicos, siempre provocan más interrogantes y problemas. Porque la relación del hombre con su tecnología es algo natural, el resultado de la actividad provechosa del Homo Faber, este imperativo permanecerá con él ya para siempre.

D. EL MEDIO Y EL HOMBRE

En su Act of Creation, Arthur Koestler escribe:

"...La persona educada, tipo medio, se mostrará renuente a conceder que una obra de arte está por encima de su nivel de comprensión; pero al mismo tiempo, y hasta con cierto orgullo, confesará su ignorancia absoluta de los principios que hacen funcionar a su receptor de radio, las fuerzas que dan rotación a los astros, los factores que determinan la herencia biológica de sus hijos y dónde están sus vísceras y glándulas".

Una de las consecuencias de esta actitud es que esta persona utiliza los productos de la ciencia y la tecnología de una manera puramente posesiva, utilitaria sin comprensión o sentimiento. Sus relaciones con los objetos que utiliza rutinariamente, la llave del agua en el baño, las tuberías de vapor que le dan calefacción, el interruptor con que enciende la luz, en fin, sus relaciones con el ambiente en que vive, son impersonales y posesivas... El hombre moderno vive aislado en su ambiente artificial!, no porque lo artificial sea malo en sí, sino por su falta de comprensión de las fuerzas que lo hacen funcionar, de los principios que relacionan sus artefactos con las fuerzas de la naturaleza, con el orden universal. No es la calefacción central lo que vuelve su existencia "innatural", sino su renuencia a interesarse en los principios que la viabilizan. Dependiendo enteramente de la ciencia y, no obstante, aislándose mentalmente de ella, lleva la vida de un bárbaro urbano .

1. Decisiones sobre la Tecnología

La más extrema de las actuales tesis filosóficas mantiene que el hombre moderno está de alguna manera "comprometido" a la tecnología, que se ha desarrollado de una manera totalmente autónoma y es capaz de esclavizar a la humanidad sin producirle dolor.

Los que deploran la falta de control sobre el desarrollo tecnológico están diciendo implícitamente que tenemos que hallar la manera de detener y acaso invertir el avance de la historia humana. Cada generación crea su propia tecnología como parte de su manera de vivir y su cultura. No es histórico creer que una sociedad pueda de alguna manera regresar a un pasado simple y al mismo tiempo conservar las ventajas complejas de un presente tecnológico. Para hacerlo el hombre tendría que aceptar todas las condiciones del pasado, incluyendo las reglas básicas de una sociedad más primitiva y su gobierno. Estas visiones son desde luego utópicas.

Si la construcción de herramientas se acepta como una característica fundamentalmente humana, como así parece ser desde el más estrecho punto de vista biológico, entonces la tecnología es una parte inevitable de la condición humana, tan benigna o tan maligna como el hombre mismo.

Ahora como en la antigüedad, son instituciones y procesos las que garantizan que las decisiones que se tomen para gobernar nuestro desarrollo social sean adoptados por el bien común. La tecnología ha ampliado las opciones del político y también, con mucha frecuencia, le ha oscurecido la vista.

La historia deja aclarado que la habilidad del hombre como inventor tecnológico, frecuentemente le despoja de su capacidad para utilizar sus invenciones sabiamente. Así, pues, un papel crítico necesariamente se desenvuelve en el orden político, que pudiera describirse adecuadamente como una tecnología maestra encargada de garantizar que las consecuencias tecnológicas sean absorbidas en la sociedad de manera que contribuyan a su estabilidad y bienestar.

2. El Componente Social

Desde el momento en que las primeras tribus errantes se asentaron a la práctica de la agricultura, el hombre comenzó a emplear la tecnología para dar forma a su ambiente. Este proceso actuó recíproca y hondamente con el orden social que se desarrolló concurrentemente con el orden tecnológico a través de los siglos. La calidad de la vida para el individuo, la familia y la comunidad se determinaba por la extensión y la manera con que la naturaleza caía bajo el dominio del

hombre. En el postrer desarrollo, la industrialización basada en la fábrica, (un dato tecnológico) y la urbanización (un dato sociológico) ambas actúan recíprocamente de una manera similar. Si las exploraciones espaciales permiten al hombre ensanchar su ambiente más allá de la tierra, se llevará consigo su orden social y una vez más lo reformará a las exigencias y posibilidades de otra revolución tecnológica.

El orden social puede considerarse como un campo de batalla en el cual "Homo Faber" tiene que competir contra "Homo Ludens", "Homo Políticas" y "Homo Económicas". Es el foco de muchas necesidades y deseos en conflicto que surgen de estos aspectos diferentes del hombre. La sociedad primitiva reverenciaba a sus pocos artesanos y estos permanecían extraños a la comunidad en general; se les temía debido a sus habilidades misteriosas.

Los tecnólogos ahora generalmente se encuentran bastante bajos en la escala social pese al hecho de que su influencia colectiva probablemente excede la de cualquier otro grupo. "Homo Faber" siempre ha tendido a convertir lo excepcional en ordinario, y en la sociedad moderna se ha vuelto el gran nivelador, el rasero por excelencia, el que convierte el contenido en forma, la razón en rutina, el arte en técnica.

El círculo del hombre, la máquina y el medio encierran el orden tecnológico visible, pero éste siempre recibió sus impulsos del mundo del espíritu. Muchas religiones y muchas filosofías han inspirado al hombre a sus consecuciones técnicas y éstas le han llevado más allá de las técnicas a las artes, en la medida que el hombre anhelaba expresar las necesidades y los deseos de su tiempo.

La tecnología y las artes, en efecto son inseparables aunque sus practicantes tengan dominios diferentes. El artista trabaja en el mundo del espíritu cuando moldea la materia, crea imágenes o hace girar palabras y sonidos en formas que deleitan a quienes los reciben. El tecnólogo permanece en el mundo de la naturaleza, reformando la materia y estructurando procesos para satisfacer los deseos materiales de su generación.

"En nuestro tiempo existe la tendencia a culpar a nuestras herramientas porque muestran malicia, porque nuestro mundo ha errado de tantas maneras. Es tentador sentarse en medio del conjunto maravilloso y extraño de los productos de nuestra tecnología moderna y gritar como el aprendiz de hechicero": ¿Cómo podría librarme de los espíritus que yo mismo he llamado? El dilema es si nosotros, los que tenemos el dominio sobre la tierra, debiéramos actuar como Sísifo y confiar únicamente en nuestra astucia, volviéndonos más y más confiados en nosotros mismos, más involucrados, más aprisionados por nosotros mismos, más egoístas. Sísifo se convirtió en su propio Dios y su propio Satanás, en guerra con el cielo, amargado con la tierra, despreciando el infierno. Pero este autor, tras haber contemplado tres cuartos de siglo de las maravillas y horrores de la tecnología no abriga la menor duda de que Sísifo ya ha sido salvado de sí mismo. Esto aconteció en la Pascua de Resurrección.

R. J. Forbes.