

La historia de las civilizaciones es la historia de sus técnicas.

Miguel Angel Quintanilla

“La técnica es tan antigua como el hombre, —Ortega y Gasset decía en un curso desarrollado en el año 1933 en la Universidad de verano de Santander—; el hombre empieza cuando empieza la técnica”<sup>76</sup>; “sin la técnica el hombre no existiría ni habría existido nunca”<sup>77</sup>; “la técnica es hoy una de las máximas dimensiones de nuestra vida, uno de los mayores ingredientes que integran nuestro destino. Hoy el hombre no vive ya en la naturaleza sino que está alojado en la sobrenaturaleza que ha creado en un nuevo día del Génesis: la técnica”<sup>78</sup>; “La técnica es lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, puesto que es la adaptación del medio al sujeto”<sup>79</sup>; “La técnica es la reforma de la naturaleza”<sup>80</sup>; “Un hombre sin técnica, sin reacción contra el medio no es un hombre”<sup>81</sup>; Para el hombre, “vida significa no simple estar, sino bienestar (...) El bienestar y no el estar es la necesidad fundamental, la necesidad de las necesidades”<sup>82</sup>; “Hombre, técnica y bienestar son, en última instancia, sinónimos” <sup>83</sup>; “El afán de ahorrar esfuerzos es lo que inspira a la técnica.”<sup>84</sup>

El hombre desde sus orígenes buscó transformar el medio que le rodeaba en función de sus necesidades y expectativas en vez de adaptarse resignadamente al mismo. A lo largo de los siglos, por medio de la técnica y de la tecnología, fue ampliando sus posibilidades y su campo de acción. Las herramientas le permitieron aumentar la eficacia de sus manos y de sus brazos; los medios de transporte le dieron mayor libertad de locomoción, las piernas dejaron de ser su único medio de desplazamiento; los anteojos, el telescopio y el microscopio le posibilitaron ampliar su campo de visión; los sistemas de amplificación mejoraron sus posibilidades de audición; y actualmente las computadoras facilitan su trabajo intelectual. Todo esto le permitió ir transformando progresivamente el mundo que lo rodea, podemos decir que construyó su mundo material, pues el mundo artificial en el que hoy vivimos con todas sus ventajas y todos sus problemas es una construcción básicamente humana, producto de la técnica y de la tecnología.

La técnica se remonta a los orígenes mismos del hombre, podemos decir que es tan antigua como el hombre, la presencia del instrumental paleolítico en los tiempos prehistóricos señala la aparición del hombre y simultáneamente de la técnica. La gran importancia que ésta ha tenido en la prehistoria de la humanidad se pone de manifiesto en el hecho que épocas enteras tales como la Edad de la piedra pulida, la Edad de la piedra tallada, la Edad del bronce y la Edad del hierro se las designa de acuerdo a los materiales y procedimientos técnicos en ellas utilizados. Es imposible concebir el desarrollo y la evolución del hombre sin el auxilio de la técnica, es un ser demasiado débil y desprotegido frente a las fieras o a las inclemencias de la naturaleza; imaginémoslo defendiéndose solamente con las manos y los dientes, o en un medio ambiente natural sin los elementos de protección y de confort de que dispone actualmente. Si ha podido progresar es debido a que por medio de la técnica ha logrado munirse de las herramientas que le han permitido defenderse y cambiar su hábitat.

Las herramientas señalan el nacimiento del hombre, quien se diferencia de su inmediato predecesor el protohombre, cuando comienza a fabricar y usar herramientas (y otros objetos, producto de la técnica), por ejemplo el hacha de piedra, el punzón de hueso o el arco (la primera máquina que almacena energía para entregarla en el momento del disparo).

Lo que caracteriza al homo faber es el uso de herramientas, que prolongan y arman su mano. Las herramientas le han posibilitado en unos casos defenderse y en otros actuar sobre el mundo que lo rodea y modificarlo; desde el punto de vista psicológico son muy importantes pues consolidan la confianza del hombre en sí mismo, al permitirle ir independizándose de las circunstancias externas.

Con el correr del tiempo el hombre comienza a cultivar la tierra y a domesticar los animales, descubre la alfarería y más tarde la metalurgia. En su afán de ahorrar esfuerzos introduce el uso de los animales de carga y de la tracción animal, así como de la palanca; luego inventa la rueda (aproximadamente unos 3000 años antes de nuestra era, presumiblemente en Asia Anterior) que revolucionó el transporte y contribuyó al desarrollo de la civilización urbana. En Europa el uso de la rueda se remonta a unos 1500

años antes de nuestra era. Con el empleo de la rueda y la tracción animal el hombre da el primer paso en la búsqueda de liberarse del trabajo físico pesado.

Para simplificar sus tareas, apeló a dispositivos (máquinas) más complejos, que transmiten o transforman el movimiento, por ejemplo el torno de alfarero o la rueca, que utilizan los movimientos del pie y de las manos. El torno de alfarero, que probablemente haya nacido en la Mesopotamia en la misma época que la rueda, consiste en un disco giratorio horizontal en cuyo centro se coloca un trozo de arcilla y permite que una persona produzca en pocos minutos una vasija que exigiría mucho más tiempo y trabajo hecha manualmente. El torno de alfarero hizo de la alfarería una industria mecanizada y especializada, posiblemente la primera en la historia de la humanidad.

Se van forjando así grandes civilizaciones, la Mesopotamia, Egipto, India y China fueron centros de civilizaciones superiores en las que la técnica se fue desarrollando, logrando en algunos campos grandes progresos, la metalurgia es uno de ellos (los objetos de hierro aparecen aproximadamente unos 4000 a 3000 años antes de nuestra era), otros campos en los que hubo grandes desarrollos fueron la arquitectura y el tejido. Sin embargo, tenemos que llegar a la civilización griega para poder hablar de un verdadero sistema técnico.

El llamado “milagro griego” que comenzó a gestarse en el siglo VI antes de nuestra era y que se caracterizó por un gran desarrollo en el campo del pensamiento, abarcó también el de la técnica, y se llegó a plantear un verdadero sistema técnico, pese a eso no se puede hablar de un progreso global en ese campo. El ingenio puesto de manifiesto por los griegos en las construcciones civiles, en el campo de los armamentos, en dispositivos técnicos para el placer o la curiosidad, etc., no estuvo aplicado a la transformación de las condiciones de existencia cotidiana. Puede decirse que no les preocupó demasiado la transformación sistemática del trabajo humano y sus inventos técnicos no tuvieron ese objetivo; posiblemente no estaban dadas las condiciones para una mutación técnica. Se piensa que hubo un rechazo, por parte de los intelectuales, hacia un cierto mundo material, hacia lo que podemos llamar fines utilitarios de la técnica y un desprecio por todo lo que fuera trabajo manual, actividad reservada a los esclavos. Recordemos que tanto Platón como Aristóteles proponían que en sus ciudades ideales ningún trabajador manual pudiera ser ciudadano. La actividad artesanal o manual no era honrosa y deformaba tanto el alma como el cuerpo.

Es importante destacar que en esa época se asiste al surgimiento de la noción de ciencia, pero fundamentalmente de ciencia pura, pues los griegos valorizaban sobre todo el pensamiento puro y la contemplación, y como consecuencia no aplicaron plenamente sus grandes descubrimientos a la actividad material. No podemos decir que, en la civilización griega, ni aun en su edad de oro, haya habido una real vinculación entre la ciencia y la técnica, hay que llegar a la época de la escuela de Alejandría para que aparezcan personajes como Ctesibio (aprox. 270 a.C.), Arquímedes (287- 212 a.C.) o Herón de Alejandría (aprox. 150 a.C.), hombres de ciencia y además hábiles constructores de artefactos técnicos.

Arquímedes escribió varios tratados de física (De los cuerpos flotantes; Sobre el equilibrio de los planos; etc.); sin embargo, ningún escrito nos ha llegado sobre sus inventos técnicos, que parece fueron numerosos, posiblemente porque no los escribió pensando que sus ingenios no eran dignos de un sabio, o porque se perdieron en la noche de la historia.

Refiriéndose a los inventores alejandrinos Giedion dice: “La idea de poner sus grandes talentos de inventiva al servicio de la producción fue ajena a su visión.”<sup>85</sup>

La civilización griega llegó a su ocaso y como una continuidad histórica surgió la civilización romana. Los romanos se caracterizaron por sus grandes realizaciones técnicas y su racional capacidad de planificación en prácticamente todos los campos, pero la ciencia pura que habían desarrollado los griegos no atrajo su interés. No tuvieron grandes matemáticos, pero dentro del campo de la técnica fueron capaces de realizar admirables obras públicas de ingeniería: carreteras, puertos, acueductos, baños, teatros, etc., y además efectuaron una gran contribución a la civilización con la creación de un cuerpo jurídico, el llamado Derecho Romano. Los romanos también consideraron al trabajo manual como signo o causa de degradación o de deformación. El trabajo era una actividad propia de los esclavos, los que en muchos casos eran la fuente principal de energía en los trabajos pesados.

Con el cristianismo cambió esta concepción esclavista del trabajo, pero se lo siguió presentando como un mal, un mal necesario que recuerda al hombre la maldición divina: Ganarás el pan con el sudor de tu frente

(Antiguo Testamento). Esta concepción va cambiando en la Edad Media, muchas veces sobre la base de algunos elementos del Nuevo Testamento; por ejemplo: El que no trabaja no come (San Pablo); el trabajo va adquiriendo así, poco a poco, un sentido de redención. Pero hay que llegar a la época de la Reforma para poder hablar de una verdadera valoración del trabajo como actividad de dimensión social (La vida activa pasa a tener más significación que la vida contemplativa).

Según algunos autores la esclavitud, que fue la base de las relaciones de producción durante muchos siglos, bloqueó el progreso técnico, en la medida que al disponerse de una mano de obra servil no había necesidad de técnicas perfeccionadas para economizar el trabajo; pero según otros, “sería una solución muy simplista decir que el mundo grecorromano fracasó en su desarrollo técnico porque tenía abundancia de esclavos, y que en la Europa medieval y del Renacimiento se produjo un notable desarrollo técnico como consecuencia de la escasez de fuerza de trabajo a causa de las epidemias”, pues los factores en juego fueron ciertamente mucho más numerosos y complejos, más adelante haremos un breve comentario sobre este tema.

En el siglo IV los llamados pueblos bárbaros atraviesan las fronteras del Imperio Romano, lo invaden y se produce la caída de dicho imperio; esto trae aparejado una crisis de la civilización grecorromana en Europa y, consecuentemente, una decadencia general de las técnicas y una regresión extraordinaria de la vida civilizada; pero significó al mismo tiempo el fin de la esclavitud en esa parte del mundo. Los pueblos que Roma había civilizado descendieron a un nivel de vida muy primitivo. El desastre fue tan grande que el hombre europeo tuvo que recomenzar prácticamente de cero; fue la obra gigantesca de la Edad Media, período de la historia que va del siglo V hasta mediados del siglo XV, aproximadamente, y durante el cual hubo una intensa actividad técnica, pese a la opinión contraria ampliamente admitida hasta hace poco tiempo. En esa época se difunden en Europa el arado con reja de hierro, el telar, y los molinos de agua y de viento.

Lynn White, en su libro *The Expansion of Technology*, dice: “El lapso milenario de la Edad Media tiene el interés de que fue el período durante el cual Europa forjó la confianza en sí misma y la capacidad técnica que, después del 1500, la capacitó para invadir el resto del mundo, conquistando, saqueando, comerciando y colonizando.” 86

Durante ese período de la historia nace y se establece en Europa la sociedad feudal, tipo particular de organización social que caracterizó a la época. La desaparición de la esclavitud como mano de obra y fuente de energía provoca un cambio en el esquema productivo. Frente al señor feudal estaba el siervo, que si bien sufría una condición de sumisión, no era un esclavo, gozaba de ciertas libertades que lo motivaban a buscar mejorar su forma de vida y las condiciones de trabajo.

Alrededor de los castillos feudales se organizan los burgos, y con el paso de los años va surgiendo el artesanado. En el artesanado no hay división de trabajo, el artesano, trabajador manual que ejerce un oficio por su cuenta, realiza todo el proceso productivo, desde la obtención de la materia prima hasta la venta del producto final.

En cuanto al desarrollo técnico, la Edad Media se caracteriza por ser el período de gestación de las grandes transformaciones que condujeron al mundo tecnológico de hoy, pasaremos a analizar ese desarrollo, pero haciendo un recorte y enfocando fundamentalmente los aspectos vinculados al aprovechamiento de los recursos energéticos que ofrece la naturaleza –teniendo en cuenta que en esa época comienza el uso sistemático de fuentes de energía alternativas para reemplazar la humana y la de los animales– porque posiblemente ahí esté el lejano origen de la industrialización y de ese fenómeno característico del mundo actual, la mecanización, que abarca no solamente las actividades productivas sino también las de la vida cotidiana, hoy la mecanización ha llegado al hogar.

Dejaremos de lado otros aspectos también importantes, pero desde otra óptica, como por ejemplo el desarrollo de la agricultura, el herrado de los caballos, el uso de los estribos, etc.

Ese gran cambio técnico, el uso de nuevas formas de energía (el aprovechamiento de los recursos energéticos que ofrece la naturaleza), abrió el camino de un cambio substancial en la forma de vida.

Es interesante destacar que los cambios técnico-tecnológicos, si bien están condicionados por factores económicos y sociales, pueden y suelen ser detonantes de grandes transformaciones socioculturales.

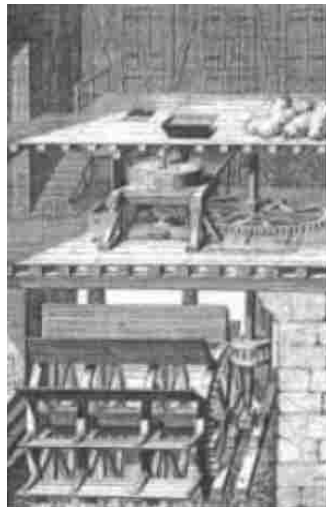
“Hasta esa época, salvo casos particulares, las fuentes principales de energía eran: el trabajo humano (en general el de los esclavos) y el de los animales (en muchos casos, mal aprovechado). La Edad Media, marca un cambio de rumbo en este campo y en Europa comienza el aprovechamiento amplio y sistemático de otras formas de energía; primero, la hidráulica y luego la eólica. El desarrollo de la Europa medieval está íntimamente vinculado a estas fuentes de energía; se puede plantear que:

La sociedad medieval marca el comienzo del reemplazo sistemático del trabajo del hombre por el trabajo de las máquinas.

Analizaremos este hecho, pero no las causas que lo motivaron que merecen un estudio en profundidad; simplemente a título de comentario mencionaremos algunas: por ejemplo hay quienes plantean que la causa principal fue la falta de mano de obra, posiblemente por la desaparición de la esclavitud o como consecuencia de las pestes, otros sin embargo consideran insuficiente este argumento y hablan más bien de un cambio de mentalidad frente a un cambio de estructura y a una nueva realidad, habría que tener en cuenta, por ejemplo, una actitud mental (la aceptación de fuerzas inviolables a las que el hombre debía someterse y que le impedían pretender dominar las fuerzas de la naturaleza; recordemos que se consideraba ofensa sagrada todo intento de afectar el orden de la naturaleza), o el ideal del conocimiento desinteresado, característico de los griegos, o la falta de conocimientos técnicos suficientes, etc. El tema es complejo y su estudio escapa del marco de este trabajo, nosotros nos remitiremos al hecho en sí (la utilización de los molinos de agua y de viento) y sus consecuencias.

Si bien la rueda hidráulica (molino de agua) había aparecido en el Cercano Oriente un siglo antes de Cristo (Vitruvio hace una descripción detallada de un molino hidráulico allá por el año 16 antes de nuestra era) y el molino de viento en Persia, probablemente en el siglo IX o X, la antigüedad clásica hizo un uso limitado de los mismos. Hay que esperar hasta el medievo para que los molinos (tanto de agua como de viento) entren a formar parte integrante de la estructura productiva.

Los molinos de agua pero su uso no estaba molienda de granos. de agua rápidos y en zonas montañosas, hidráulicas, los de eje y su uso se generalizó en otras actividades lana (proceso y compactarla y los utilizó también para sierras, etc. y más bombas para el fuente de energía en las industrias textil y papelera. Cabe destacar que en el mundo musulmán el uso de los molinos de agua estaba casi exclusivamente restringido a la irrigación.



se conocían en Europa ya en la época de los romanos, muy generalizado y prácticamente se reducía a la En un principio eran de eje vertical y requerían cursos grandes desniveles, por lo que se usaron sobre todo se pueden considerar los precursores de las turbinas horizontal (ruedas hidráulicas) parecen ser posteriores en el medievo, primero en la molienda del trigo y luego entre las que podemos mencionar el abatanado de la consistente en golpear la tela en agua para encogerla aumentar así su resistencia). En el siglo XIII y XIV se accionar fuelles y martinets de forja, para mover adelante, a partir del siglo XV en el accionamiento de drenado de minas, de máquinas de trefilar, etc. y como



En el siglo XII aparece en Europa otra fuente de energía, los molinos de viento, según la tradición la idea fue traída por los cruzados. Inicialmente el molino de viento, en su versión europea, estaba montado sobre un sólido poste de madera que permitía que el molino (llamado molino de poste) pudiera ser girado para orientarlo cara al viento; esto limitaba el tamaño de los mismos. Para subsanar este problema se apeló a lo que se llamó molino de torre en el que el edificio y la maquinaria están inmóviles y gira solamente la parte de arriba, solidaria con las aspas, para poder orientarlas cara al viento. Esta modificación permitió la construcción de unidades más grandes. Una innovación posterior la «cola de viento», inventada por Edmund Lee en 1745, posibilitó la construcción de molinos de viento que pueden mantener sus aspas

automáticamente cara al viento; éste es, probablemente, uno de los primeros ejemplos de control automático en el campo de la mecánica.

Los hombres de la Edad Media y del Renacimiento construyeron molinos de agua y de viento donde pudieron, lo que les permitió disponer de energía para incrementar el proceso productivo; esto no sucedió en otras partes del mundo. fuente de energía basada en para su época representaron petróleo o el uranio, pero la energía del viento o del agua imponía límites a la productivas en función de la de los molinos en Europa con el mundo tradicional y un Revolución Industrial.



Estos molinos fueron la primera las fuerzas de la naturaleza y lo que hoy puede ser el carbón, el diferencia substancial es que la debía ser utilizada in situ lo que localización de las actividades geografía y del clima. La difusión marcó el comienzo de la ruptura lejano preanuncio de la

A estas dos fuentes de energía, la hidráulica y la eólica, tenemos que agregarle una tercera, la del caballo, que ha desempeñado un papel importantísimo hasta principios de este siglo. El real aprovechamiento del caballo como animal de tiro comienza en Europa aproximadamente en la segunda mitad del siglo X como consecuencia de un cambio radical en el enjaezamiento de los mismos, hasta entonces se usaba el arnés de yugo, concebido para los bueyes y que se acomodaba muy bien a éstos, pero no a los caballos pese a una modificación consistente en una banda fijada al yugo y que rodeaba el vientre y el cuello de la bestia. Cuando el caballo se esforzaba por tirar para adelante esta banda tendía a asfixiarlo y a impedirle la libre circulación de la sangre.

El arnés moderno, cuyo uso en Europa podemos remontarlo al siglo XII, consiste en una collera rígida y almohadillada que se apoya en los huesos del animal permitiéndole la libre respiración y circulación de la sangre. Esta collera se une a la carga por medio de tiros laterales o por medio de varas y le permite al caballo ejercer toda su fuerza de tracción. A título informativo comentamos que la potencia que puede desarrollar un caballo es equivalente a unos 700 vatios, pero con los antiguos arneses no superaba los 200 a 300; en cuanto a la que puede desarrollar un hombre es equivalente a unos 100 vatios y durante breves períodos posiblemente el doble.



Estas tres fuentes de energía, la hidráulica, la eólica y la animal (el caballo) fueron la base del desarrollo técnico y económico del medievo.

Como hemos dicho, el medievo marca el comienzo de la mecanización en el mundo pues si bien la antigüedad conoció las máquinas no las utilizó sistemáticamente para simplificar el trabajo humano e hizo un uso restringido de las mismas

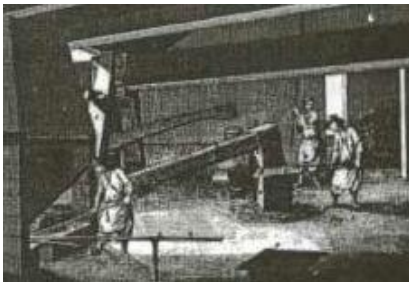
Durante este período la mecanización se centró más en la producción de fuerza motriz, es decir en reemplazar el esfuerzo muscular del hombre, que en reemplazar el trabajo manual especializado. Hoy la mecanización se ha generalizado y no sólo está presente en las actividades productivas, sino que condiciona prácticamente toda nuestra vida cotidiana.



El proceso de mecanización de las actividades productivas promovió una importante evolución de la técnica, por ejemplo: el desarrollo de las ruedas y molinos hidráulicos y eólicos trajo aparejado el desarrollo de muchísimos mecanismos conexos (ruedas dentadas, bielas, etc.). Es interesante destacar que este proceso de mecanización fue un fenómeno típicamente europeo que no se dio en otras partes del globo. Como ejemplo podemos mencionar el caso del papel que aparece en China en el año 100 y recién llega a Europa a través de los árabes en el siglo XII o XIII, durante más de mil años los chinos lo fabricaron manualmente, mientras que desde su introducción en Europa se lo fabricó mecánicamente.

Recordemos que en esa época tanto en China como en los países árabes existía un nivel técnico comparable y en muchos casos superior al de Europa, pero la evolución de la técnica y de la mecanización en los países de este continente hace que todo comience a cabeza del mundo.

Refiriéndose a la técnica de los chinos Gimpel comenta que “sus grandes inventos no desempeñaron jamás un papel determinante en la evolución histórica del país.”<sup>87</sup>



La actividad técnica durante la Edad Media fue intensa, muchos de los inventos que tuvieron lugar durante ese período sentaron las bases del mundo moderno, por ejemplo, el reloj mecánico, la máquina más compleja de la época y elemento clave del proceso de industrialización, hizo su aparición en el siglo XIII.

La invención del reloj mecánico marca una importante ruptura con el mundo natural, a partir de entonces ya no será más la salida del sol o el canto del gallo el que señalará el comienzo del día, sino el reloj, que además condicionará el ritmo de todas las actividades cotidianas. Podemos mencionar también el uso de la brújula (invento chino que los europeos conocieron por intermedio de los árabes) y de la pólvora (invento también probablemente chino, pero que normalmente éstos no lo utilizaron con fines bélicos).

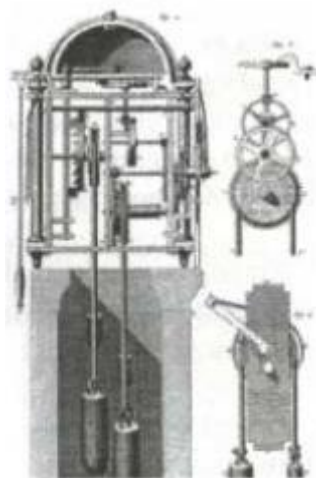
Todos estos hechos preludiaron grandes cambios en la estructura económica y sociocultural de la época; el reloj, máquina precursora del mundo actual, planteó una nueva concepción mecánica del tiempo y fue sincronizando las acciones humanas imponiéndoles un ritmo (el ritmo de la máquina) que posibilitó más tarde el surgimiento del mundo industrial moderno; la brújula abrió el camino a la expansión de la navegación marítima; el uso de la pólvora y de las armas de fuego marcó el comienzo del fin de la estructura feudal (los castillos feudales, baluartes hasta entonces muchas veces casi inexpugnables dejaron de serlo frente a las bocas de fuego).

Son también de origen las llaves para tuerca, del árbol de levas en el forja, etc.).

Con justa razón puede resultado de un



Obsérvese el "árbol" de levas



funcionales.

medieval la rueda, el timón de codaste, las tuercas y el movimiento pedal-manivela, así como la aplicación trabajo mecanizado (accionamiento de martinets de

hablarse de una revolución técnica en el medievo, desarrollo técnico y de una cultura técnica que es consecuencia de la presencia de la máquina en la vida cotidiana, pero no como caja negra, como caja cerrada, sino como algo abierto a la vista de todos, entendible por todos. Los molinos, por ejemplo, eran sin lugar a dudas lugares públicos donde cada uno venía a moler su grano, y allí la máquina mostraba sus entrañas: los ejes, los engranajes, las piezas

El desarrollo técnico de la Edad Media generó una cultura técnica que influyó en la evolución de la sociedad europea y contribuyó de manera decisiva al nacimiento del mundo actual; fue

un factor importante en el surgimiento del Renacimiento y una pieza clave de la Revolución Industrial, partida de nacimiento de la sociedad industrial.

Los logros técnicos del medievo hacen que el hombre europeo comience a tomar conciencia de su capacidad para utilizar y hasta dominar las fuerzas de la naturaleza –lo que le acrecienta la confianza en sí mismo– y, mentalmente, empieza a superar una sensación de sujeción, de subordinación, de obediencia y de respeto, frente al mundo natural en el que está inmerso, y a sentirse dueño de sí y del mundo.

Esto amplía el alcance de sus posibilidades y comienza a perder la noción de límite, tanto en sus aspiraciones como en la utilización de los recursos de la naturaleza (fundamentalmente en lo referente a los no renovables) y a entrever la posibilidad de ser el constructor de un nuevo mundo, un mundo artificial hecho a su medida.

En pocos siglos el hombre logró materializar en parte sus utopías y construir ese mundo artificial en el que vivimos, un mundo tecnológico cuya gestación comenzó en el medievo con la introducción sistemática de la máquina en la estructura social; un mundo con grandes ventajas, pero también con sus problemas, contaminación, degradación del medio ambiente, uso indiscriminado de los recursos no renovables, etc.

Como consecuencia de los logros técnicos y de cambios socioculturales nace un Hombre Nuevo –con mayúsculas– que comienza a considerarse dueño de sí y del mundo, y que va a ser el centro referencial de todo.

Este Hombre Nuevo está ya presente en todas las manifestaciones de ese fenómeno monumental de la humanidad que se llamó Renacimiento, período de grandes cambios en el campo de las artes, de las ciencias, de las técnicas, del comercio y de la vida social en general y que abarca los siglos XV y XVI.

Podemos detectarlo en el campo de la pintura, en donde se comienzan a pintar personajes de la vida real, hombres de carne y hueso y no solamente escenas y personajes religiosos, o en el de la literatura donde Petrarca, por ejemplo, coloca en el centro del mundo no ya a Dios sino al hombre, o en Dante que, asumiendo un papel de autoridad divina se arroga el derecho de juzgar a sus contemporáneos.

La arquitectura muestra otro ejemplo, no se construye más con el espíritu de las catedrales góticas, apoteosis de Dios, himno a Dios, lugares de culto, de recogimiento o de reuniones públicas en el que Dios está omnipresente, sino que el paradigma es San Pedro (en Roma) que es un himno al hombre, evidentemente dentro de un marco místico, pero apoteosis del hombre; su misma luminosidad es un himno a la vida y no al más allá.

La concepción teocéntrica de la vida comienza a convertirse en antropocéntrica. Podemos decir que se asiste a la recuperación del antropomorfismo greco-latino.

En el campo de la cultura, un invento técnico, la imprenta de caracteres móviles (1440), provocó la expansión del conocimiento y como consecuencia grandes transformaciones en la estructura social. Como corolario el hombre se libera de ataduras dogmáticas y científicamente comienza a cuestionar planteos teológicos.

Durante este período (siglos XIV, XV y XVI) se asiste al ocaso de la sociedad feudal y al nacimiento de los Estados Nacionales; al surgimiento de una clase intermedia entre la nobleza y los siervos, la burguesía, que va a desempeñar un papel clave en el posterior desarrollo socioeconómico de la sociedad; a la expansión del comercio; al descubrimiento de América; a la expansión ultramarina de Europa.

La rápida expansión ultramarina de Europa fue posible merced al galeón artillado, creado y perfeccionado por la Europa atlántica a lo largo de los siglos XV, XVI y XVII, este barco, poderoso en su época, permitió que los portugueses, los españoles, los holandeses y los ingleses impusieran el predominio Europeo en el mundo. Con el galeón Europa se adueñó de la alta mar, se expandió en África, conquistó América, destruyó el comercio marítimo musulmán en el Océano Índico monopolizando el comercio con el Lejano Oriente, y sentó las bases de su dominio económico en el mundo.

La supremacía adquirida por Europa en el terreno técnico fue la carta maestra que le permitió llevar a cabo su expansión económica, política y finalmente cultural.

El descubrimiento del nuevo mundo, la invención de la imprenta, el perfeccionamiento de las armas de fuego y el desarrollo de las construcciones navales y de la navegación originaron grandes cambios culturales que posibilitaron lo que podríamos llamar una revolución científica, asociada con ésta, encontramos nombres como Copérnico, Galileo, Kepler, Newton, Bacon, Descartes y muchos más.

Con Galileo Galilei (1564-1642) se asiste al nacimiento de la ciencia basada en el método experimental, aquí la influencia de la técnica fue fundamental, las herramientas que proporcionó (el reloj, el telescopio, los elementos de medición, etc.) fueron factores determinantes que permitieron la ampliación del campo de la observación y de la experimentación, y por ende el surgimiento de la ciencia moderna, que nació vinculada a la técnica.

Donde primero se manifestó la revolución científica fue en el campo de la física y en particular de la mecánica, aquí los progresos fueron tan espectaculares que filósofos de la época llegaron a plantear una concepción mecanicista del universo, considerándolo como una gran maquinaria de relojería con Dios como "Gran Relojero". Esta concepción mecanicista, actualmente desplazada por una concepción termodinámica, marcó el desarrollo de la civilización europea.

Al finalizar este período, es decir en el siglo XVII y más precisamente en el siglo XVIII se produce un cambio en el esquema productivo, el surgimiento de la manufactura; en la manufactura a diferencia del artesanado, el objeto es producido por un grupo de personas cada una de las cuales efectúa una operación determinada, la producción se basa en la división organizada del trabajo, aquí se segmentan las actividades productivas en forma tal que un determinado número de personas, trabajando en un mismo lugar, realizan articuladamente las tareas que antes realizaba una sola persona (el artesano), lo que conduce a un incremento de la productividad del trabajo. Como consecuencia de este cambio, surge una nueva relación económica y una nueva categoría social: el asalariado.

Más tarde se introducen las máquinas en el proceso productivo y con ellas comienza una nueva etapa, la producción industrial, que se caracteriza por la desaparición de las habilidades artesanales y la aparición de nuevas actividades vinculadas a la mecanización. Estos cambios están vinculados a lo que más adelante se llamará la Revolución Industrial, cuya consecuencia más inmediata fue el enorme aumento de la capacidad productiva. A partir de entonces el hombre no se dedica más a producir simplemente lo necesario para la supervivencia; las necesidades y los deseos se multiplican pero, al mismo tiempo, se multiplican los medios para satisfacerlos.

En el proceso de producción todo cambió en relativamente pocos años (en comparación con la historia de la humanidad), de la artesanía se pasó a la manufactura y finalmente a la producción industrial, la máquina fue substituyendo progresivamente gran parte del trabajo manual del hombre.

## **La Revolución Industrial**

Evidentemente el progreso técnico ha tenido un desarrollo ininterrumpido a lo largo de la historia de la humanidad, pero la velocidad de este progreso se acrecentó rápidamente a partir del siglo XVIII, como consecuencia de transformaciones revolucionarias que tuvieron lugar en Gran Bretaña, y que fueron el resultado de una serie de factores interrelacionados que terminaron por trastocar el sistema social vigente dando nacimiento a la civilización industrial. Entre estos factores cabe mencionar un hecho comercial, la expansión colonial británica y como consecuencia la apertura de nuevos mercados para sus productos, lo que planteó la necesidad de una mayor producción, y dos hechos técnicos, por un lado la invención y puesta en funcionamiento de máquinas que permitieron la mecanización de actividades que hasta ese momento se realizaban manualmente, nos referimos concretamente a la hiladora mecánica y al telar mecánico que surgieron como respuestas a una mayor producción, y por otro, la invención y el consecuente empleo de la máquina de vapor de James Watt (1736-1819), que transforma la energía calórica en mecánica. El encadenamiento de los acontecimientos que se produjeron entonces, ha modificado prácticamente toda nuestra forma de vida.

Desde hacía siglos, el hombre buscaba reemplazar la energía muscular por otras formas de energía que lo fueran liberando de realizar esfuerzos físicos, primero fueron los animales (buey, caballo, etc.), más



tarde el agua y el viento (energía hidráulica y eólica), pero éstas tenían sus límites, no sólo en cuanto a energía disponible sino también en cuanto a la localización geográfica (los molinos de agua requieren contar con una corriente de agua y los de viento con condiciones climáticas particulares).

Con la invención de la máquina de vapor la humanidad entra en una nueva etapa, el hombre se independiza de los límites impuestos por la localización geográfica de las fuentes de energía y la máquina va liberando, poco a poco, al hombre de todo lo que signifique esfuerzo muscular. Si bien en este aspecto se ha recorrido un largo camino (muchas veces jalonado con grandes injusticias, por ejemplo: la inhumana explotación, sobre todo de las mujeres y los niños, en las primeras etapas del desarrollo industrial), queda aún mucho por andar, pero estamos bien lejos del trabajo de los esclavos o de las máquinas movidas por la energía muscular del hombre.

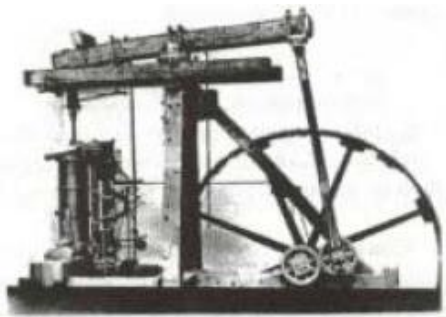
La posibilidad de disponer de grandes cantidades de energía mediante el uso de la máquina de vapor, sumada a la mecanización de las actividades productivas y a otros adelantos técnicos, entre los cuales debemos mencionar en primer lugar el convertidor Bessemer para la producción de acero que posibilitó su producción en forma industrial, permitieron el surgimiento de fábricas e industrias que cambiaron radicalmente el esquema de producción vigente hasta entonces. Fue el nacimiento de la industria moderna.

El invento de la máquina de hilar y del telar mecánico, por un lado, y de la máquina de vapor por otro, marcan el inicio de lo que más tarde se llamó la Revolución Industrial (1760-1830).

La Revolución Industrial, fue el resultado de la conjunción de múltiples factores, económicos, técnicos, sociales, comerciales, culturales, etc., pero sin lugar a dudas el económico fue determinante, Bairoch dice, "durante los primeros decenios de esa revolución industrial, la técnica fue, más que nada, un factor determinado por lo económico que un factor determinante de lo económico."<sup>88</sup> Podemos decir que fue una revolución técnico-económica y su mismo nombre evoca los cambios substanciales en el sistema de producción como consecuencia de una serie de invenciones que modificaron las condiciones de trabajo al introducir las máquinas en el esquema productivo y concentrar los trabajadores en las fábricas, lo que cambió todo el sistema de relaciones sociales. Pero serían impensables estas invenciones técnicas si en la época, y en el lugar en el que se produjeron, no hubiera existido el nivel de cultura técnica que hizo posible la concepción y la construcción de todo ese conjunto de máquinas (hiladora, telar mecánico, máquina de vapor, etc.) que fueron un factor importante en el surgimiento de la revolución industrial. Hay que tener en cuenta que los protagonistas de estos desarrollos técnicos no fueron ni sabios ni universitarios, sino simplemente hombres del pueblo, pero hombres que innegablemente poseían una cultura técnica que les permitió desarrollar la serie de invenciones que gestaron la Revolución Industrial; es común hablar de los factores que coadyuvaban en su surgimiento (políticos, económicos, sociales, etc.), pero normalmente no se menciona la cultura técnica que fue capital. La cultura técnica (la cultura tecnológica, si hablamos del mundo de hoy) ha marcado el camino de la evolución del mundo contemporáneo y ha plantado jalones muy importantes en su desarrollo.

Las  
industrial y  
resultado  
pusieron

mecánica  
manual del  
desarrollos  
industria,



*Máquina de vapor de Watt*

excepcionales, vinculadas al rápido crecimiento del mercado para productos manufacturados (principalmente textiles), como consecuencia de los viajes y las conquistas coloniales del siglo XVII. En el plano económico merece destacarse el surgimiento de una economía de mercado; de una economía cerrada de consumo se pasó a una economía abierta de producción.

invenciones que desencadenaron la revolución otras que rápidamente les sucedieron fueron el del ingenio y del trabajo de técnicos y artesanos que todo su esfuerzo en desarrollar nuevas máquinas o en perfeccionar las existentes, ya sea para obtener energía (la máquina de vapor), o para reemplazar el trabajo hombre (las máquinas textiles); la conjunción de los en ambos campos posibilitó el nacimiento de la gran que se consolidó gracias a circunstancias económicas

La Revolución Industrial si bien no fue una revolución en el sentido tradicional del término, es decir un acontecimiento violento destinado a cambiar el orden existente (un cambio revolucionario del que son

autores conscientes los protagonistas del mismo) tuvo consecuencias más trascendentes que las de muchas revoluciones y realmente cambió la sociedad dando lugar al mundo contemporáneo.

La expresión Revolución Industrial fue acuñada muchos años más tarde –presumiblemente, en 1839- 89– cuando la magnitud de las transformaciones producidas había, prácticamente, cambiado la vida del hombre en los países que habían vivido esta revolución. “La revolución industrial tuvo, para Inglaterra, el significado que para Francia tuvo la revolución política y para Alemania la revolución filosófica.”<sup>90</sup>

Con la introducción de las máquinas en el proceso productivo, cambió no solamente éste sino todo el sistema de relaciones sociales; el hombre dejó de desarrollar su actividad laboral en el seno de la familia para pasar a trabajar en la fábrica, que es el lugar en donde están las máquinas y donde el poder es mucho más “invisible”. Comenzó así un proceso de disgregación de la gran familia o clan, que en Occidente, desde hacía miles de años, había sido el centro biológico, espiritual y material de los integrantes de la comunidad, lo que provocó un cambio del orden social existente y el nacimiento de una nueva estructura social, la llamada sociedad industrial.

La revolución industrial es la mayor transformación de la sociedad desde el descubrimiento de la agricultura y marcó el paso de la sociedad agraria a la moderna sociedad industrial. La sedentarización y la revolución industrial son los dos únicos cambios cualitativos en la vida social, que el hombre ha conocido hasta ahora.

Este proceso de industrialización no sólo separó al hombre como trabajador individual de su familia, sino que alteró toda la estructura familiar y más aún cambió al hombre, modificando muchas veces su ritmo de vida cotidiano y sus condiciones de trabajo. En el campo de la producción, se pasó del artesano, al obrero sujeto a la disciplina de la fábrica. Al hablar de revolución industrial se sobreentiende el creciente uso de máquinas, el empleo de hombres y mujeres en fábricas, y el cambio de pasar de una población compuesta principalmente de agricultores a otra, fundamentalmente ocupada en elaborar objetos o productos en fábricas y distribuirlos una vez elaborados.

Esta revolución industrial, que se inició en Inglaterra en la segunda mitad del siglo XVIII, se propagó en el siglo XIX en el continente europeo (primero en Francia, Bélgica y Alemania), pero donde tomó un ímpetu verdaderamente arrollador fue en los Estados Unidos de América, probablemente, en parte, porque allí no estaba presente el freno a la introducción de nuevas formas de producción representado por las corporaciones.

Es importante señalar que la invención de las nuevas máquinas dio pie al surgimiento y a la expansión de la doctrina económica liberal, que plantea el libre juego de las fuerzas en presencia, como principio fundamental de la producción y el intercambio de bienes (con las nuevas máquinas y la doctrina liberal nace el capitalismo industrial). El advenimiento de la industria provoca el surgimiento de dos nuevas clases sociales: la burguesía industrial y el proletariado.

Con la revolución industrial comienza la época de las técnicas modernas. Las nuevas máquinas automáticas (en sus orígenes vinculadas, fundamentalmente, a la industria textil) significan algo más que el desarrollo ulterior de las herramientas milenarias: el martillo, las tenazas, el arado, etc., pues si bien multiplican la fuerza del hombre y reemplazan y aumentan su habilidad manual, le exigen, por otra parte, su atención y servicio. Inventada la máquina automática el hombre pasa a ser servidor de la máquina; no sucedía lo mismo con la herramienta manual que era una prolongación de sus manos y estaba a su servicio cuando él la necesitaba, mientras que con la máquina, él está al servicio de la misma.

La conquista de la civilización occidental por la máquina no se produjo sin resistencia, desde sus comienzos provocó reacciones hostiles (podemos recordar, en los albores de la industrialización, la destrucción de los telares por los tejedores que se quedaban sin trabajo, los “luditas”<sup>91</sup>; pero, lógicamente, la máquina terminó imponiéndose descargando al hombre de los trabajos más pesados y sucios. Todas las facilidades y comodidades de la vida moderna son el resultado de la introducción de la máquina en sociedad moderna.

## **La Revolución Tecnológica**

Si la introducción del vapor marca el comienzo de la sociedad industrial, el progreso tecnológico no se detuvo y la humanidad asistió a la introducción de nuevas fuentes de energía. A finales del siglo XIX irrumpe la electricidad, primero destinada sobre todo a la v: iluminación, más tarde para uso industrial; luego el petróleo y los motores de combustión interna, y ya en la segunda mitad del siglo XX la energía atómica; habrá que ver lo que nos depara el futuro. Tengamos presente que la energía solar aún no está industrialmente aprovechada, y que el sol es la principal fuente de energía de la cual depende toda forma de vida en la tierra; no olvidemos que el carbón y el petróleo son energía solar acumulada, y que la energía de los rayos solares al evaporar el agua, fundamentalmente la de los océanos, forma las nubes que a su vez provocan las lluvias que alimentan los ríos, los que se aprovechan muchas veces para generar corriente eléctrica.

La irrupción de la electricidad, y del petróleo y los motores de combustión interna, preanuncian el comienzo de lo que podemos llamar Revolución Tecnológica, algunos la llaman Segunda Revolución Industrial. La primera, que podríamos llamar de la máquina de vapor, marcó el paso de la manufactura a la industria y el nacimiento del capitalismo industrial, además preparó el camino de las grandes transformaciones que tuvieron lugar durante la segunda revolución industrial, cuyo comienzo no es fácil definir pero que podríamos fijar a finales del siglo pasado. Entre las consecuencias más notorias de esta Revolución Tecnológica, o Segunda Revolución Industrial podemos señalar una revolución en los transportes (terrestres, marítimos y aéreos), en las comunicaciones, en el empleo del tiempo libre, en la producción, etc. Podemos decir que la segunda revolución industrial, basada en la electricidad y el petróleo representó el triunfo de la energía eléctrica.

La idea del crecimiento continuo y sin límites fue el leit motiv que guió a los que impulsaron las transformaciones que ocurrieron durante esta segunda revolución industrial (sobre todo en las primeras décadas de este siglo); esta idea, que ya en su época tuvo detractores (cuyas objeciones se diluyeron en medio de un clima de exaltación y optimismo), vuelve a ser objeto de un análisis crítico, entre otras razones porque los recursos naturales no renovables con los que cuenta la humanidad no son ilimitados y además, fundamentalmente, por una serie de problemas sociales y ambientales que son consecuencia de esta concepción del crecimiento.

Desde la óptica de la producción es interesante hacer un comentario referente a dos doctrinarios de la segunda revolución industrial, dos hombres clave del capitalismo industrial: Frederic Winslow Taylor (1856-1915) y Henry Ford (1863-1947).

Taylor fue el padre de la organización científica del trabajo; comienza sus experiencias en 1880 buscando determinar las velocidades más favorables para trabajar el acero y la forma de mejorar las herramientas, y al mismo tiempo trata de determinar la máxima cantidad de trabajo sostenido que se le puede exigir a un buen obrero, de forma tal que mantenga su ritmo durante varios años sin que sufra molestias. Para esto, se lanza a la conquista del control del gesto en la actividad industrial; el método que utiliza es el mismo tanto para determinar la herramienta que más conviene usar, como los gestos más convenientes del hombre que maneja la máquina. El trabajo se descompone en operaciones elementales que son medidas y seleccionadas, buscando eliminar las que a primera vista resultan inútiles para el mejor rendimiento de la máquina, pero omitiendo tener en cuenta los aspectos humanos (psicológicos y fisiológicos) del complejo obrero-máquina. La primera etapa de su experiencia era descorticar y apropiarse del aspecto intelectual del trabajo del obrero la segunda –a organización científica del trabajo– era obtener del obrero (sin posibilidades de aplicar sus conocimientos técnicos para fijar sus propias condiciones de trabajo) el máximo de eficacia dictándole las normas de trabajo. No se le pide al obrero que piense o razone, sino que opere al ritmo y de la manera como decide la oficina de métodos y planificación.

Sin embargo, faltaba un paso, incorporar esta organización científica del trabajo en un sistema de máquinas que progresara automáticamente y dictase su ritmo al obrero. Fue Henry Ford quien lo hizo al introducir la línea de montaje. Ahora bien, un cambio en las técnicas de producción implicaba un cambio paralelo en los modos de vida. Para producir mucho hacía falta un mercado que consumiera mucho, y como lo decía Henry Ford, no se podía contar solamente con los ricos: ellos no eran lo suficientemente numerosos; la producción en masa que planteaba Ford sólo podía imaginarse en una gran sociedad de consumo. Para eso había que hacer de los obreros consumidores, integrarlos psicológica y financieramente al funcionamiento del capitalismo, como trabajadores y como clientes, he allí la solución. Para esto Henry Ford decide pagar más a sus asalariados y anuncia en todo EEUU ofertas de empleo

prometiéndolo más del doble que en el resto del país. Pero, lógicamente, a condición de plegarse a la disciplina de la fábrica moderna, al rutinario trabajo en cadena, al ritmo impuesto por el taylorismo. Ford basa su sistema en la idea de la prosperidad general, como garantía de una producción masiva y altos salarios. Este sistema, el fordismo, es fundamentalmente una experiencia práctica, un fenómeno social.

Los obreros realizan solamente tareas fragmentarias y monótonas, aquellas que según Henry Ford cualquiera puede aprender en menos de dos horas; los hombres repiten los mismos gestos, muchas veces sin comprender su sentido. La concepción fondista del trabajo en cadena significa la marginación de la destreza, de la iniciativa individual, de la cultura tecnológica; pero, podemos decir que la libertad de movimiento y la iniciativa perdidas son en parte compensadas por la disminución de la fuerza de trabajo necesaria para cumplir la función.

“Fundar la prosperidad sobre la organización ‘científica’ del trabajo industrial y sobre un empleo ‘racional’ de la máquina (...) debía constituir la ambición del siglo XX.<sup>92</sup> Si bien este esquema productivo tuvo su vigencia, posiblemente sea necesario la revisión de algunos conceptos.

Al respecto, es interesante mencionar las palabras que en 1979 pronunciara Konosuke Matsushita, Consejero Ejecutivo de Matsushita Electric Industrial Co. Ltd.: “Nosotros vamos a ganar y el Occidente va a perder: ustedes ya pueden evitarlo, porque la derrota la llevan ustedes mismos. Sus organizaciones son taylorianas; pero lo peor es que también lo son sus cabezas. Ustedes están totalmente convencidos de que manejan bien sus empresas al diferenciar, por un lado, los jefes que piensan y, por el otro, los ejecutantes; por un lado, los que piensan; por el otro, los que atornillan. Para ustedes, el management es el arte de hacer pasar adecuadamente las ideas de los patrones a las manos de los obreros. Nosotros somos postaylorianos: sabemos que los negocios se han vuelto tan complicados, tan difíciles y la supervivencia de una firma tan problemática en un entorno, cada vez más peligroso, inesperado y competitivo, que la empresa debe movilizar cada día toda la inteligencia de todo el mundo para tener posibilidades de salvarse. Para nosotros, el management es precisamente el arte de movilizar y de coordinar toda esa inteligencia de todos al servicio del proyecto de la empresa. Porque hemos sabido apreciar mejor que ustedes la magnitud de los desafíos tecnológicos y económicos; sabemos que la inteligencia de unos pocos tecnócratas –por brillantes que sean– es, de ahora en más, totalmente insuficiente para enfrentarlos. Sólo la inteligencia de todo su personal puede permitirle a una empresa enfrentar las turbulencias y las exigencias de su nuevo entorno. Esta es la razón por la cual nuestras grandes firmas brindan a su personal tres o cuatro veces más capacitación que las de ustedes. Por eso mantienen en su interior un diálogo de comunicación tan densos; por eso solicitan constantemente las sugerencias de todos; y por eso, sobre todo, reclaman, fuera de ellas, al sistema educativo nacional, la preparación de un número cada día creciente de bachilleres, de ingenieros, de generalistas esclarecidos y cultos, tierra de cultivo indispensable para una industria que debe alimentarse de inteligencia permanente.”<sup>93</sup>

Comentando estas palabras, en el libro *La revolución de la inteligencia: informe sobre el estado de la técnica*, de André-Yves Portnoff y Thierry Gaudin (en donde se hace un análisis de la situación actual de la técnica desde un punto de vista europeo y, más precisamente francés) leemos: “Sufrimos una crisis, desocupación, pérdida de posiciones de mercado, somos a menudo menos competitivos, no porque nos perjudique la geografía, la geología, la política, sino porque estamos empapados de ideas falsas de concepciones falsas, explica nuestro censor japonés (...) el vencido lleva, a menudo, en sí mismo, las causas de su derrota. Esta es aceptada antes de ser sufrida; (...) las industrias que hoy se encuentran en dificultades o al borde del derrumbe, se han negado durante años a admitir que el mundo estaba cambiando y les obligaba a cambiar también. Algunas trataron de detener el tiempo. Y, como esto no es posible, procuraron modificar las reglas del juego pidiendo al Estado que les asegurara condiciones artificiales de supervivencia mediante todo un sistema de apoyo a las empresas que corrían peligro de innovación. En estas condiciones, uno se va hundiendo en un comportamiento de mártir y la derrota económica se transforma en una liberación. Dos expertos de Mc Kinsey, Thomas Peters y Robert Waterman, han ganado tres millones de lectores con su libro *En busca de la excelencia*. Allí acumulan informaciones que las personas «serias» hubieran calificado de moralismo irrealista hace unos pocos años: ‘Trátelos como adultos. Trátelos como socios. Trátelos con dignidad. Trátelos con respeto. Considere que son ellos –y no el dinero invertido o la mecanización– la causa principal de los aumentos de productividad’. Así los propios norteamericanos vuelven la espalda a los preceptos del taylorismo y del fordismo que llevaron a reducir el individuo a mera ‘mano de obra’.”<sup>94</sup>

Como vemos el tema es muy polémico; estos comentarios abren la puerta para una discusión en profundidad. Como conclusión, planteamos que la incorporación de la tecnología a nuestra cultura es un imperativo ineludible: ningún país puede pensar en un nivel de desarrollo acorde al momento en que vivimos sin un adecuado nivel de cultura tecnológica generalizado.

La revolución industrial, al cambiar el ritmo de vida de la sociedad, puso al hombre en una relación enteramente nueva con la naturaleza y con los valores humanos en general; a partir de entonces, toda nuestra vida se ha visto particularmente condicionada por el desarrollo tecnológico. Es imposible concebir la evolución de la sociedad en estos dos últimos siglos sin el desarrollo tecnológico, es decir, sin la tecnología.

El progreso tecnológico es irreversible, entra a formar parte de la cultura humana y hoy no se concibe una vida sin electricidad, sin medios modernos de comunicación y de transporte, sin viviendas más o menos confortables, sin medicamentos, etc.

Recapitulando podemos decir que la técnica y la tecnología han condicionado el desarrollo de la civilización occidental, que terminó imponiendo sus pautas de vida en el mundo. Hay que tener en cuenta las dimensiones sociales y humanas de este fenómeno polifacético y multidisciplinario para adaptarlo a las necesidades de la humanidad.

Refiriéndose a este tema Lewis Mumford dice: "Para entender el papel dominante desempeñado por la técnica en la civilización moderna, se debe explorar con detalle el período preliminar de la preparación ideológica y social. No debe explicarse simplemente la existencia de los nuevos instrumentos mecánicos: debe explicarse la cultura que estaba dispuesta para utilizarlos y aprovecharse de ellos de manera tan extensa. Pues obsérvese que la mecanización y la regimentación no constituyen nuevos fenómenos en la historia; lo nuevo es el hecho de que estas funciones hayan sido proyectadas e incorporadas en formas organizadas que dominan cada aspecto de nuestra existencia. Otras civilizaciones alcanzaron un alto grado de aprovechamiento técnico sin ser, por lo visto, profundamente influidas por los métodos y objetivos de la técnica. Todos los instrumentos críticos de la tecnología moderna el reloj, la prensa de imprimir, el molino de agua, la brújula, el telar, el torno, la pólvora, sin hablar de las matemáticas, de la química y de la mecánica- existían en otras culturas. Los chinos, los árabes, los griegos mucho antes que los europeos del norte, habían dado los primeros pasos hacia la máquina. Y aunque las grandes obras de ingeniería de los cretenses, los egipcios y los romanos fueron realizadas principalmente sobre una base empírica, aquellos pueblos disponían claramente de una gran pericia técnica. Tenían máquinas pero no desarrollaron "la máquina". Correspondió a los pueblos de la Europa occidental llevar las ciencias físicas y las artes exactas hasta un punto que ninguna cultura había alcanzado, y adaptar toda la forma de vida al paso y a las capacidades de la máquina. ¿Cómo pudo la máquina, de hecho, apoderarse de la sociedad europea hasta que esa sociedad, por una acomodación interna, se rindiera a la máquina?".<sup>95</sup>

## **La Revolución Científico-Tecnológica**

En la época actual han surgido nuevas tecnologías, sobre todo dentro de los campos de la microelectrónica, la informática y la biotecnología, que plantean cambios revolucionarios, algunos de los cuales ya hemos comenzado a vivir, y que anuncian una nueva revolución en el campo social y productivo. Si la revolución industrial logró que la máquina reemplazara en gran medida el trabajo físico y muscular del hombre, esta nueva revolución a la que ya estamos asistiendo, y que podemos llamar Revolución Científico-Tecnológica o Tercera Revolución Industrial, está logrando que la máquina reemplace no sólo el trabajo físico o manual, sino también algunos aspectos del trabajo intelectual del hombre, sobre todo lo rutinario y repetitivo, dejando más tiempo para el trabajo intelectual creativo; tomemos por ejemplo la computadora, con la que se pueden realizar en pocos segundos operaciones que con los métodos tradicionales llevarían días de trabajo, por otro lado es posible elaborar diseños complejos, transmitirlos de una punta a otra del globo, programar la fabricación de productos, etc. El control numérico de máquinas-herramientas y los robots son hoy moneda corriente en los esquemas avanzados de producción industrial. Con la computadora el hombre puede independizarse del ritmo de la máquina, es suficiente programarla,

su trabajo se intelectualiza. Hoy, prácticamente todos los sistemas operan intercambiando información; además, ésta se ha convertido en el factor clave del mundo actual.

Es fundamental tomar conciencia del cambio substancial que estamos viviendo. Estamos pasando de un esquema en el que lo preponderante era la energía, a otro en el que la supremacía pasa por la información: de los “Caballos Vapor” a los “Megabytes”.

En los Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación se comenta: “Entre los principales aspectos que abarca la revolución científico-tecnológica se encuentran:

- el complejo teleinformático, determinado por la convergencia entre la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones;
- la biotecnología;
- los nuevos materiales;
- las fuentes energéticas alternativas;
- el procesamiento de materiales y productos en el espacio: la robótica y la inteligencia artificial.

La constante y acelerada transformación científico-tecnológica y su carácter invasivo a casi la totalidad de los aspectos de la vida diaria de las personas y las instituciones están vinculados a la aparición de fenómenos socioculturales nuevos, que requieren respuestas diferentes de la sociedad en general y del sistema educativo en particular.”

Si bien el camino recorrido hasta nuestros días ha abierto panoramas totalmente nuevos y hoy la tecnología es el componente más importante de nuestra vida, fundamentalmente por el confort que nos aporta en la vida cotidiana, también puede llegar a ser una Espada de Damocles sobre el presente y el devenir de la humanidad si no se toma suficiente conciencia de que la naturaleza es una estructura en donde cada acción compromete el equilibrio del todo. El desarrollo tecnológico debe ser la salvación del hombre y no su condena, pero para esto no se debe ver al mundo como una abstracción numérica, como un mecanismo, sino como un organismo, como un todo biológico que merece nuestro respeto. La contaminación del medio ambiente, resultado no sólo de la actividad industrial, sino también de nuestro modo de vida, forma parte de esa Espada de Damocles.

Como corolario podemos plantear que el hombre del mundo de hoy (del mundo desarrollado) es consecuencia del desarrollo técnico-tecnológico; este hombre nació en el Renacimiento, después de haber sido gestado en el medioevo; alcanzó su pubertad durante la Revolución Industrial y hoy, ya maduro, debe recapacitar, abandonar su posición de dominador y dueño del mundo y dejar paso a otro hombre, más solidario no sólo con sus congéneres, sino con todo lo que lo rodea, más respetuoso de la naturaleza; menos pagado de sí mismo; casi podríamos decir, un hombre –con minúscula–, en el sentido que se asuma como una parte más del sistema ecológico que integra.

En nuestro análisis hemos vinculado los grandes cambios socioculturales que se han producido a partir del medioevo con los progresos de la técnica y de la tecnología, centrándonos fundamentalmente en el uso de los recursos energéticos, pero no podemos terminar sin mencionar otro factor muy importante que también hace al tema, nos referimos a los materiales utilizados. Los progresos en el campo del desarrollo técnico-tecnológico están íntimamente asociados tanto a los medios y procedimientos empleados como a los materiales utilizados.

En un informe enviado al Ministerio Japonés de Industria y Comercio Exterior, se lee: “Nuevas tecnologías y nuevos materiales son las dos ruedas de un mismo vehículo.” 96

Sobre el tema, Lewis Mumford, en su libro Técnica y civilización (1934), escribe: “Contemplando los últimos mil años, se puede dividir el desarrollo de la máquina y su civilización en tres fases sucesivas pero que se superponen y se interpenetran: eotécnica, paleotécnica y neotécnica (...) Expresándonos en términos de energía y materiales característicos, la fase eotécnica es un complejo agua y madera, la fase paleotécnica es un complejo carbón y hierro, y la neotécnica es un complejo electricidad y aleación.”97



La importancia de los materiales queda señalada, como lo hemos mencionado al comenzar, por el hecho que épocas enteras tales como la Edad de la piedra tallada, de la piedra pulida, del bronce, del hierro se las designa de acuerdo a los materiales y los procedimientos técnicos utilizados.

Si el acero caracterizó al siglo XIX y podríamos decir fue el símbolo de la revolución industrial, actualmente estamos viviendo el fin de la hegemonía del acero, y los plásticos están en camino de convertirse en el símbolo de los años que vivimos. Lo que no podemos predecir es lo que nos deparará el futuro, probablemente nuevos plásticos, nuevas aleaciones, materiales cerámicos, materiales orgánicos o a lo mejor nuevos materiales; de lo que sí estamos seguros es que habrá una hiperoferta de materiales.

Por último, no podemos dejar de citar otro material clave, el cemento portland, que ha marcado toda una concepción en el campo de la construcción, sería imposible concebir el siglo XX, con sus grandes construcciones civiles, sin la presencia del hormigón armado (cemento + áridos + hierro).

76 Ortega y Gasset, J. 1982. Meditación de la técnica. Revista de Occidente. Alianza. Madrid. P. 53.

77 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 13.

78 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 14.

79 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 31.

80 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 28.

81 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 32.

82 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 33.

83 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 35.

84 Ortega y Gasset, J. 1982. Op. Cit. P. 43.

85 Giedion, S. 1978. La mecanización toma el mando. Gustavo Gilli. Madrid. P. 48.

86 White, L. 1971. "The expansion of technology 500-1000." En History of Europe. Vol I. Londres. P. 143.

Revolución industrial Se entiende por tal, no sólo los cambios en las condiciones de producción en diversas ramas de la industria como consecuencia de una serie de invenciones que tuvieron lugar en Gran Bretaña, sino, y sobre todo, las transformaciones que en la estructura social provocaron estos cambios en el esquema productivo. 88 Bairoch, P. 1967. Revolución industrial y subdesarrollo. Siglo XXI. México. P. 12

Máquina de vapor de Watt 89 Fohlen, C. 1971. ¿Qu'est-ce que la révolution industrielle? Robert Laffont. París. P. 18. "Probablemente sea Natalis Briavoine, en su obra De l'industrie en Belgique, publicada en 1839, quien primeramente

agregó el apíteto 'industrial' a la palabra 'revolución'".

90 Fohlen, C. 1971. Op. Cit. P. 21.

91 Grupo de destructores de telares en el norte de Inglaterra (1812-18), seguidores de Ned Ludd.

y una Taylorismo La organización científica del trabajo es lo que se conoce con el nombre de taylorismo.

Fordismo En el fordismo, la productividad deja de ser el resultado de la sumatoria de esfuerzos individuales y pasa a

depender de la planificación y correcta utilización de la capacidad de producción.

92 Friedmann, G. 1979. La crisis del progreso. Laia. Barcelona. P. 81.

93 Portnoff, A.; Gaudin, T. 1988. La revolución de la inteligencia. INTI –Instituto Nacional de Tecnología Industrial–. Buenos Aires. En páginas 19-20, con el nombre de "Una confidencia del presidente Konosuke Matsushita", se reproducen las palabras pronunciadas por el Consejero Ejecutivo de Matsushita Electric Industrial Co.

94 Portnoff, A.; Gaudin, T. 1988. Op. Cit. P. 17-18, 21.

95 Mumford, L. 1982. Técnica y civilización. Alianza Universidad. Madrid. P. 22.

96 De un informe enviado en mayo de 1984 al Ministerio Japonés de Industria y Comercio. Comentado en Portnoff, A.; Gaudin, T. 1988. Op. Cit. P. 111.

97 Mumford, L. 1982. Op. Cit. P. 128-129.

La Educación Tecnológica Aporte para su implementación Aquiles Gay - Miguel Angel Ferreras

