

Algo más sobre Tecnología

2



*Ministerio de Educación
Ciencia y Tecnología*



Autoridades

Presidente de la Nación

Eduardo Duhalde

Ministra de Educación, Ciencia y Tecnología

Graciela Giannettasio

Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

Horacio Galli

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Juan Manuel Kirschenbaum

Especialistas en contenido:

- Aquiles Gay
- Antonio Alvarez

serie/educación tecnológica

Colección

La Tecnología se instala en la escuela

Títulos

De la Tecnología a la Educación Tecnológica

Algo más sobre la tecnología...

Los procedimientos de la Tecnología

Tecnología en el aula

Colección

Los sistemas de producción se instalan en la escuela

Títulos

Diseño de productos y procesos

Colección

Las tecnologías de la información y de la comunicación se instalan en la escuela

Títulos

Control

Comunicación

Programación y Cálculo

Nuevas tecnologías de la información y de la comunicación –NTIC–

Colección

Las tecnologías de la organización y de la gestión se instalan en la escuela

Títulos

El universo cotidiano como contexto de las TOGs

La organización

La gestión

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

La serie Educación Tecnológica

1. Tecnología y cultura

- Los orígenes de la mecanización
- Un interrogante fundamental
- La cultura técnica
- Una ampliación de los límites
- Otros modos de organización productiva
- La civilización industrial y la cultura tecnológica
- Los cambios de la industria
- Las nuevas fuentes de energía
- Un cierre... con incógnitas

2. Un enfoque sistémico para la tecnología

- El enfoque sistémico
- Los sistemas
- Los sistemas tecnológicos
- Sistemas y tecnología

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

El Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– es el ámbito del Instituto Nacional de Educación Tecnológica destinado a la investigación, la experimentación y el desarrollo de nuevas propuestas en la enseñanza del área en la escuela.

Desde el CeNET venimos trabajando en tres líneas de acción que convergen en el objetivo de reunir a profesores, a especialistas en tecnología y a representantes de la industria y de la empresa, en acciones compartidas que permitan que la Escuela Tecnológica se desarrolle de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes que coordinan tareas en el área.

Una de nuestras líneas de acción es la de diseñar, implementar y difundir **trayectos de capacitación y de actualización**. En el CeNET contamos con quince laboratorios en los que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, encuentros, destinados a cada educador y a cada miembro de la comunidad que lo desee.

- Autotrónica
- Centro multimedial de recursos educativos
- Comunicación de señales y datos
- Cultura tecnológica
- Diseño gráfico industrial
- Electrónica y sistemas de control
- Fluidica y controladores lógico-programables
- Gestión de la calidad
- Gestión de las organizaciones
- Informática
- Invernadero computarizado
- Laboratorio interactivo de idiomas
- Procesos de producción integrada. CIM
- Proyectos tecnológicos
- Simulación por computadora

La de la **conectividad** es nuestra segunda línea de acción; su objetivo es generar y participar en redes que integren al Centro con organismos e instituciones educativos ocupados en la Educación Tecnológica, y con organismos, instituciones y empresas dedicados a la tecnología, en general. Entre estas redes, se encuentra la que conecta al CeNET con los Centros Regionales de Educación Tecnológica –CeRET– y con las Unidades de Cultura Tecnológica instalados en todo el país.

También nos ocupa **la producción de materiales**. Hemos desarrollado dos series de publicaciones: *Educación Tecnológica*, que abarca materiales (uni y multimedia) que intentan posibilitar al docente destinatario una definición curricular del área de la Tecnología en el ámbito escolar y que incluye marcos teóricos generales, de referencia, acerca del área en su conjunto y de sus contenidos, enfoques, procedimientos y estrategias didácticas más generales; y *Desarrollo de contenidos*, nuestra segunda serie de publicaciones, que nuclea fascículos de capacitación que pueden permitir una profundización en los campos de problemas y de contenidos de las distintas áreas del conocimiento tecnológico (los quince ámbitos que puntualizábamos y otros que se les vayan sumando) y que recopila, también, experiencias de capacitación docente desarrolladas en cada una de estas áreas.

A partir de estas líneas de trabajo, el CeNET intenta configurarse en un espacio en el que las escuelas, los docentes, los representantes del sistema técnico y científico, y las empresas puedan desarrollar proyectos de innovación que redunden en mejoras para la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología.

La Serie Educación Tecnológica

Con el título ***Educación Tecnológica***, estamos reuniendo desde el CeNET una serie de publicaciones que convergen en el objetivo de:

Acompañar a nuestros colegas docentes en la definición del campo de problemas, de contenidos y de procedimientos de la Educación Tecnológica, en general, y de la propia disciplina tecnológica que cada uno de ellos enseña, en particular.

Se trata de materiales introductorios, de encuadre, que van a permitirnos contar con una primera configuración del área de la Tecnología y de sus componentes fundamentales, componentes que forman parte de cada una de las disciplinas tecnológicas que enseñamos en los distintos niveles, ciclos, orientaciones, modalidades, trayectos y acciones de formación profesional de nuestro sistema educativo.

La aspiración es que este proceso de compartir marcos conceptuales y metodológicos, pueda permitir a los docentes del área de la Tecnología, encarar acciones formativas más integradas y coherentes, convergentes en objetivos comunes, con profundidad y extensión crecientes, superando toda forma de atomización en los intentos de enseñar contenidos tecnológicos a los alumnos.

Educación Tecnológica se despliega en colecciones de materiales, que conservan su carácter introductorio, general y común a todas las disciplinas tecnológicas:

- *Sistemas de producción*: Provee una aproximación inicial al diseño de productos y procesos, a los sistemas de representación, a los parámetros de producción, a la información, las técnicas y las operaciones.
- *Tecnologías de la información y de la comunicación*: Permite situarse en las grandes problemáticas de la información, el control, la programación, el cálculo y las señales, integrando el enfoque de sistemas y los procedimientos de análisis y diseño.
- *Tecnologías de la organización y de la gestión*: Plantea –también desde un enfoque sistémico y combinando distintas dimensiones de análisis– clasificaciones de las TOGs y procedimientos de organización y de gestión.

El desafío es que, aún tratándose de planteos globales, cada profesor de disciplinas tecnológicas pueda integrar estos materiales al desarrollo de la asignatura que enseña, independientemente de cuál sea ésta.

Algo más sobre la tecnología..., el material que usted está leyendo en este momento, es el segundo título de la serie. Junto con *De la Tecnología a la Educación Tecnológica*, la publicación inaugural, intenta ayudar al lector a:

- Analizar los contenidos complejos que se abarcan con la denominación *Tecnología*, su origen, su contexto de relevancia social y su inserción curricular.
- Establecer las vinculaciones –diferenciadoras, algunas; de convergencia, otras– entre el conocimiento tecnológico, el técnico y el científico.
- Problematicar las conexiones entre el saber tecnológico y el saber social.
- Analizar las posibilidades del enfoque sistémico en el desarrollo de toda disci-

plina tecnológica, como uno de los componentes que permiten la configuración de un área de Educación Tecnológica coherente e integrada.

Algo más sobre la tecnología... se desarrolla en dos artículos:

- ***Tecnología y Cultura***, intenta vincular los grandes cambios socioculturales que se han producido a partir del medievo, con los progresos de la técnica y de la tecnología, centrándose, fundamentalmente, en el uso diferenciado de los recursos energéticos.
- ***Un enfoque sistémico para la tecnología***, está diseñado para posibilitar una introducción al estudio de los productos y procesos tecnológicos desde una perspectiva –la de concebirlos como sistemas– que permita superar toda simplificación en su comprensión.

1. Tecnología y Cultura

"La humanidad ha entrado en una nueva etapa de su historia, cualitativamente distinta de las anteriores. Quizás el hecho más importante de esta nueva etapa sea que el ser humano está construyendo un nuevo mundo. La ciencia ha revelado las estructuras, procesos y leyes de la naturaleza; abriendo, así, su ámbito a todo tipo de modificaciones. En consecuencia, el mundo material en el que actualmente vive el hombre es un mundo de productos artificialmente resintetizados. La creación original era insuficiente para satisfacer la naturaleza afanosa y apetitiva del hombre occidental. Se ha producido una segunda creación en la que los seres humanos se han dedicado a rehacer gran parte de la realidad material de acuerdo a sus deseos.

Además, el alcance del artificio y las consecuentes modificaciones no termina con la reconstrucción de la naturaleza, sino que llega también a la sociedad. Gran parte de lo que antes estaba basado en la 'tradición' o en los 'grupos sociales naturales', ahora se ha reconstruido según un plan preconcebido. En la actualidad, las funciones, las relaciones, los grupos y hasta las personalidades individuales están sometidas en gran medida a una manipulación técnica consciente.

Una consecuencia de la artificialidad es que los seres humanos descubren que son cada vez más responsables de sus condiciones de vida. La mayoría de las estructuras naturales o tradicionales se mantenían a sí mismas, en el sentido que no requerían un control deliberado para permanecer intactas. En cambio, las estructuras artificiales deben ser mantenidas por el hombre, pues la actual 'segunda naturaleza' no forma parte del primitivo proceso autorregulador del mundo." (Winner, L.: *Tecnología autónoma*. Barcelona, Gustavo Gili, 1979: 178).

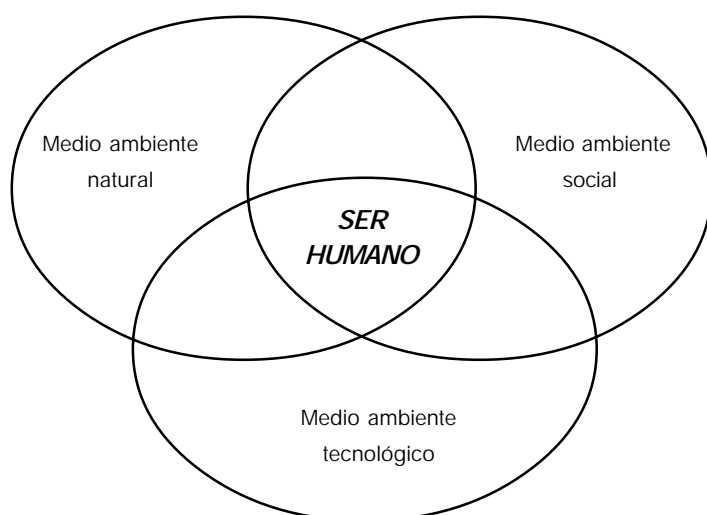
Vivimos en un mundo más artificial que natural, en un mundo tecnológico que es necesario conocer y entender para poder movernos en él con solvencia, y para colaborar en su mantenimiento y en sus transformaciones.

La escuela, en su concepción tradicional, no preparaba para este mundo. La tecnología –lo hecho por el hombre– no estaba presente entre los contenidos escolares. Se estudiaban, y se siguen estudiando, las ciencias naturales, la geografía, la historia; pero, lo artificial, el mundo material construido, casi brillaba por su ausencia. Marginalmente, los contenidos tecnológicos tuvieron cierta presencia en las actividades manuales y, también, como ciencia aplicada de algunas cuestiones del campo de la física (por ejemplo: el timbre, en electromagnetismo); pero sin la finalidad específica de preparar al futuro ciudadano para manejar con solvencia los problemas que se pueden presentar en el mundo de hoy, problemas, en general, muy vinculados con la tecnología.

La inclusión de la Educación Tecnológica en la escolaridad obligatoria, como una disciplina cultural y no de formación profesional, comienza a ser motivo de análisis en los países centrales después de la Segunda Guerra Mundial, como consecuencia de cambios en la forma de vida, debido a la creciente presencia de la tecnología en el medio social, y al condicionamiento que ésta impone a la forma de pensar y de actuar de los seres humanos.

Hoy, con la incorporación curricular de la Tecnología a las otras áreas de formación, la educación intenta cumplir con su principio de propiciar en los individuos la construcción de los conocimientos y de las competencias necesarios para comprender el mundo en el que viven y actuar sobre él.

Un mundo donde el ser humano se encuentra condicionado por tres medios: un medio ambiente natural, un medio ambiente social y un medio ambiente tecnológi-



De estos tres medios, solamente dos tenían presencia en los currículos escolares: el medio ambiente natural y el social.

La ausencia del medio ambiente tecnológico –de esa “actual segunda naturaleza” a la que aludía Winner– en el currículum escolar, implicaría una parcialización en la comprensión de la realidad de los estudiantes.

Si bien esta ausencia no pasaría inadvertida en la actualidad, años atrás podía justificarse, considerando que el mundo material hecho por el hombre era relativamente sencillo, y la familia y el entorno social brindaban a los futuros ciudadanos los conocimientos para que pudieran desenvolverse con propiedad en él. La escuela no sentía la obligación de ocuparse demasiado del tema.

Pero, la transmisión de los saberes que informalmente brindaban –y siguen haciéndolo– la familia y el entorno, hoy no son suficientes para enfrentar los problemas de la cotidianeidad. El mundo ha cambiado, la presencia de un cúmulo de productos y procesos tecnológicos cada vez más complejo, que configuran nuestra vida diaria, ha modificado el entorno en el que desarrollamos nuestras actividades y, como consecuencia, varían nuestras costumbres y nuestra percepción del mundo. La vida de hoy es muy distinta a la de años atrás, tanto en lo que hace a los entornos cotidianos como a los laborales y, en pocos años, lo será aún más.

Por otra parte, lo que solía aprenderse en la escuela estaba bastante desvinculado de la vida de todos los días y los conocimientos acerca de lo cotidiano no tenían su correlato en el aula. La responsabilidad actual, en cambio, es la de preparar para la cotidianeidad.

Esta cotidianeidad plantea un doble desafío al sistema educativo; por un lado, la introducción de nuevos contenidos en el currículo; y, por otro, un cambio en la metodología de la enseñanza.

La preparación de ciudadanos capaces de desenvolverse con soltura en situaciones cambiantes, requiere encarar la enseñanza desde una óptica nueva. La simple memorización de informaciones no garantiza idoneidad para enfrentar los desafíos del mundo de hoy; menos aún, teniendo en cuenta que estamos asistiendo al paso de una sociedad industrial a una sociedad informatizada, en la que el manejo de contenidos técnico-científicos cobra cada vez mayor importancia, tanto en las actividades productivas de bienes y de servicios, como en el hogar o en la vida social en general.

Debemos reconocer que los cambios que la nueva realidad exige a la educación no son fáciles de implementar. Con respecto a ellos, la escuela tiene una responsabilidad muy grande: la de pasar de una enseñanza centrada, sobre todo, en la transmisión de conocimientos, a otra en la que la adquisición de contenidos esté íntimamente asociada a la solución de problemas, a la toma de decisiones y a la organización de la acción.

He aquí la razón de ser y, en consecuencia, la orientación de esta nueva disciplina a la que llamamos Educación Tecnológica.

“De los principales componentes de la cultura moderna (ciencia, matemáticas, tecnología, filosofía, humanidades, arte e ideología), la tecnología y la filosofía son los únicos que interactúan fuertemente con todos los demás”. (*Bunge, Mario: Epistemología. Barcelona, Ariel, 1985: 43*)

Los Orígenes de la Mecanización

La tecnología está omnipresente. Lo podemos constatar, simplemente, fijando nuestra atención en lo que nos rodea; prácticamente todo lo que podemos observar son artefactos tecnológicos hechos por el hombre (la casa, los muebles, la radio, el televisor, la cocina, el teléfono, el automóvil, etc.) que condicionan nuestras actividades, nuestro comportamiento, el desarrollo social y, como consecuencia, la cultura, que hoy lleva el sello indeleble de lo tecnológico.

Si quisiéramos rastrear los orígenes de todos estos artefactos tecnológicos que conforman el mundo artificial que enmarca nuestro quehacer diario, tendríamos que remontarnos a la Europa medieval y a un hecho que cambia, primeramente, la estructura productiva y, luego, la estructura social; nos referimos a la **mecanización**.

Tendríamos que recordar que la sociedad tuvo, durante siglos, un desarrollo relativamente lento; pero, que todo comienza a cambiar más rápidamente cuando el hombre descubre la posibilidad de utilizar fuentes de energía mecánica alternativas a la muscular: la disponibilidad de energía se posiciona, así, en una cuestión central en el proceso de cambios de la sociedad, al ser el núcleo configurador de cada sistema o estructura de producción.

Mientras el hombre contó como única fuente de energía mecánica con el esfuerzo muscular, humano o animal, los cambios en su vida cotidiana fueron sumamente lentos; pero, se produce un salto cualitativo en su mundo, cuando descubre la posibilidad de reemplazar sistemáticamente el esfuerzo muscular por la energía mecánica que pueden suministrarle las máquinas.

La introducción sistemática y generalizada de la máquina en la estructura productiva –a través de los molinos de agua y de viento, en este contexto histórico inicial–, tiene lugar en Europa a lo largo de la Edad Media, período que se extiende del siglo V al siglo XV, aproximadamente, y durante el cual hubo grandes desarrollos técnicos no sólo en este campo, sino también en cuestiones como el herrado de los caballos, el arnés moderno, el uso de estribos, los arados con punta de hierro, entre otros.

Con la introducción de la máquina en las actividades humanas comienza un proceso que va a cambiar la historia de la civilización: el proceso de mecanización; primero,

Mecanización

Introducción de la máquina en la trama de las actividades humanas.

en las actividades productivas, reemplazando el esfuerzo físico por la energía que suministraban las máquinas; más tarde, sustituyendo la actividad manual por la máquina, como en el caso de la rueda y el telar mecánico; y, luego, en las actividades hogareñas, con la inclusión del lavarropas, la aspiradora eléctrica... alcanzando, hoy, a prácticamente todas las actividades humanas.

Como consecuencia del desarrollo técnico-tecnológico vinculado a este proceso, Europa –que hasta esa época tenía un nivel técnico y cultural similar al de China, al de los países árabes, etc.– entra en una nueva y acelerada etapa de su desarrollo, que la lleva, con el correr de los años, a imponerse militar, económica, política y culturalmente en todo el mundo. Es el desarrollo de una cultura técnica lo que le posibilita ese salto cualitativo, en asociación a factores sociales, culturales, económicos, que coadyuvaron para que tuviera lugar.

Un Interrogante Fundamental

La pregunta que habría que plantearse es:

¿Por qué la sociedad medieval inicia el reemplazo sistemático del trabajo del hombre por el trabajo de las máquinas?

Si bien el mundo antiguo conoció las máquinas, no las utilizó sistemáticamente para simplificar el trabajo humano: hizo un uso restringido de ellas.

Tratar de determinar las causas de este cambio no es fácil; pero, a título de planteo introductorio, mencionaremos algunas: hay estudiosos que plantean que fue la falta de mano de obra, posiblemente por la desaparición de la esclavitud o como consecuencia de las pestes que diezmaron a más de la mitad de la población europea, el factor contextual que posibilita el tránsito a la mecanización.

Otros investigadores consideran insuficiente este argumento y se refieren, más bien, a un cambio de mentalidad frente a un cambio de estructura y a una nueva realidad; tienen en cuenta, por ejemplo, una actitud mental previa dominante: la aceptación de pautas inviolables a las que el hombre debía someterse y que le impedían pretender dominar las fuerzas de la naturaleza, al considerar una ofensa hacia lo sagrado todo intento de afectar el orden dado; o el ideal del conocimiento desinteresado, característico de los griegos; o la falta de conocimientos técnicos suficientes.

El tema es complejo y está enmarcado por un contexto en el que hay en juego factores religiosos, culturales, económicos, que señalaron el camino de un determinado desarrollo técnico-tecnológico. Recordemos que las líneas del desarrollo dependen de las sociedades que las generan.

Lo contundente es que, sin entrar a profundizar las causas, la energía que brindan los molinos en el mundo medieval, no sólo se utilizó para moler grano, sino también para accionar fuelles, martinets de forja, sierras mecánicas, etc.

Los hombres de la Edad Media y del Renacimiento construyeron molinos de agua y de viento en cada sitio que pudieron, lo que les permitió disponer de energía para incrementar el proceso productivo, lo que no sucedió en otras partes del mundo.

Estos molinos son la primera fuente de energía mecánica –basada en las fuerzas de la naturaleza– que utilizó el hombre y, para su época, representaron lo que hoy puede ser el carbón, el petróleo o el uranio; pero, con la diferencia sustancial de que aquéllos debían utilizarse en los lugares en donde estuvieran las fuentes de energía (viento o agua), lo que imponía límites a la localización de las actividades productivas, en función de la geografía y del clima.

La difusión de los molinos en Europa marca el comienzo de la ruptura con el mundo tradicional y un lejano preanuncio de la Revolución Industrial.

La introducción de la máquina como fuente de energía, promueve una importante evolución de la técnica; el desarrollo de los molinos hidráulicos y eólicos trae aparejada la aparición de muchísimos mecanismos conexos: ruedas dentadas, bielas, etc.

Es interesante recordar, una vez más, que este proceso de mecanización es 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 que 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.

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” (*La revolución industrial en la edad media. Madrid, Taurus, 1981:18*).

Con la introducción de la máquina en el sistema de producción, éste comienza a cambiar y es este cambio el que lleva al mundo de hoy; de allí la importancia que tiene la máquina en el desarrollo de la civilización.

La Cultura Técnica

Con justa razón puede hablarse de una revolución técnica en el medievo; resultado ésta de un desarrollo técnico que es consecuencia de la presencia de la máquina en la vida cotidiana, no como caja negra, como caja cerrada, sino como algo abierto a la vista de todos, entendible por todos. Como sucedía con los molinos, por ejemplo, que eran lugares públicos a los cuales acudían los lugareños a moler su grano, en una máquina que mostraba sus entrañas: los ejes, los engranajes, las piezas funcionales.

Como consecuencia, se plantea una cultura técnica que es la que va a posibilitar el ulterior desarrollo industrial.

Si queremos hacer un análisis histórico sobre la producción de bienes, debemos retrotraernos a la Europa del siglo XI, es decir del comienzo del segundo milenio, cuando comienza el resurgimiento de las ciudades después de la crisis y la despoblación que tiene lugar como resultado de la caída del imperio romano de occidente, con el consecuente desmantelamiento de las redes de comunicación, la desaparición de la esclavitud y el desplazamiento a la campaña, en busca de posibilidades de subsistencia, de los habitantes de las ciudades.

Recordemos que la caída del imperio romano trae como consecuencia la declinación de las viejas ciudades romanas, con la desaparición casi total de la antigua cultura urbana.

La economía deja de ser internacional, como durante el apogeo de Roma, y se reduce, sobre todo, a la autosuficiencia local; excepto en lo que hace al intercambio de pocos artículos, generalmente de lujo.

Como organizaciones características de esa etapa podemos mencionar a los monasterios, las aldeas campesinas y las propiedades feudales. Para el feudalismo, que tiene vigencia durante toda la Edad Media, la propiedad del señor es la unidad económica fundamental del régimen y abarca tanto el solar del señor feudal, como la tierra cultivada por los campesinos, muchas veces una o más aldeas y los predios parroquiales. Con excepción del señor y de su familia, del religioso de la parroquia y de algunos empleados administrativos, todas las otras personas que viven en la propiedad feudal están sometidas a servidumbre. La actividad dominante durante ese período está vinculada a la producción de alimentos; aun cuando se registra otro tipo de producción, que podríamos llamar casi marginal y que ocupa a los siervos durante los tiempos libres: la fabricación de utensilios y herramientas, tanto de uso doméstico como productivo.

Pero, durante el siglo XI se produce una reactivación del comercio, la apertura de nuevos mercados y el resurgimiento de las ciudades como centros activos de comercio y de producción de bienes.

Con el renacer de la vida ciudadana surge y se consolida el **artesano**, una nueva forma de producción, característica de la división social del trabajo (el trabajo manual era considerado de escaso valor social frente al trabajo intelectual o no-trabajo, signo de prestigio y de pertenencia a una clase social alta). Sus ejecutores, los artesanos se dedican, sobre todo, a actividades vinculadas al hierro, a la cerámica, a la construcción, a la vestimenta, al vidrio, y, también, a la escultura y a la pintura; durante el medievo, las personas ocupadas en estas dos últimas actividades son consideradas artesanos y no artistas; el concepto de arte, tal como lo conocemos en la actualidad, nace en el Renacimiento. Con la desaparición de la esclavitud en Europa y el surgimiento de la actividad artesanal, el trabajo pasa a convertirse en una mercadería de cambio.

La actividad artesanal tiene lugar en talleres en donde ya se plantea la división técnica de tareas. Cada taller depende de su propietario, el **maestro artesano**, y cuenta con oficiales y aprendices. El maestro es también el propietario de los instrumentos de trabajo y el autor de los proyectos en base a los cuales se trabaja; además, adquiere directamente la materia prima necesaria y es el encargado de la comercialización de los productos; es decir que se reúnen en él los aspectos decisionales, los de organización del trabajo y, también, los creativos.

Para contrarrestar el peso de los terratenientes y de los señores feudales, los artesanos se agrupan, en función de sus respectivas actividades, en gremios o corporaciones que organizan y reglamentan el trabajo de la profesión –del correspondiente sector de la producción, como hoy lo llamaríamos–.

Las corporaciones establecen una rígida división del trabajo entre el maestro artesano, dueño del taller, los **oficiales** y los **aprendices**; estos últimos permanecen en calidad de tales hasta haber aprendido el oficio, lo que les demandaba, en general, un extenso período de hasta siete años. Los aprendices se desempeñan con el control del maestro artesano, responsable tanto de su educación básica como de enseñarles un oficio; y, por lo común, no reciben sueldo sino comida, alojamiento y vestimenta.

En los estatutos de las comunas de la época, existen muchas cláusulas dedicadas a la actividad artesanal, estableciendo, por ejemplo, que algunos talleres –los que producían ruido o humo– fueran relegados a zonas periféricas, como sucede con la producción de vidrio en la República de Venecia que se localiza en Murano.

Paralelamente a la actividad artesanal, se desarrolla la de los **comerciantes** –quienes también tienen sus gremios–, los que en poco tiempo se consolidan fuertemente e impulsan otra forma de trabajo: el trabajo a domicilio, llamado así porque tiene lugar en la misma casa de la familia que lo realiza. El comerciante adquiere la materia prima o semielaborada, y la suministra a una familia que, luego de realizar el trabajo, se la entrega para su venta, con un gran margen de ganancia para el comerciante. El trabajo a domicilio se difunde sobre todo en el campo y vinculado a la producción textil.

En los siglos XV y XVI los comerciantes, usufructuando sobre todo del trabajo a domicilio, toman la delantera con respecto a los artesanos y se transforman en **empresarios**. Si bien la actividad no es todavía de tipo industrial, la organización del trabajo comienza a adquirir una connotación preindustrial, pues los trabajadores, en muchos casos, además de recibir la materia prima del comerciante-empresario, utilizan los instrumentos de trabajo que éste les provee.

Muchos comerciantes se convierten en **banqueros**.

Comienza en esa época el decaimiento de las corporaciones artesanales; si bien algunas categorías se destacan del resto de las corporaciones, y adquieren protagonismo y significación mayores, como la de los pintores, los escultores y los arquitectos; éstos comienzan a llamarse artistas y se les brinda una situación económica más favorable que a los otros artesanos.

Una Ampliación de los Límites

El desarrollo técnico de la Edad Media genera una cultura técnica que influye en la transformación de la sociedad europea y contribuye de manera decisiva al nacimiento del mundo actual; es un factor importante en el surgimiento del Renacimiento y una pieza clave de la Revolución Industrial, partida de nacimiento de la sociedad industrial.

Factores culturales y, fundamentalmente, los logros técnicos del medievo, hacen que el hombre europeo comience a tomar conciencia de su capacidad para utilizar y hasta para dominar las fuerzas de la naturaleza, lo que le acrecienta la confianza en sí mismo y contribuye a superar una sensación de sujeción, de subordinación, casi podríamos decir de obediencia y de respeto frente al mundo natural; a sentirse dueño de sí, del mundo y centro referencial de todo. Esto se pone de manifiesto en ese fenómeno monumental de la humanidad que se llama Renacimiento.

La concepción teocéntrica de la vida comienza a convertirse en **antropocéntrica**. Podemos decir que se recupera el antropomorfismo grecolatino.

Durante el Renacimiento se asiste a la declinación inexorable de la actividad artesanal y al nacimiento de las condiciones económicas y sociales que preanuncian el surgimiento de la industria en el sentido moderno del término.

Como consecuencia de los logros técnicos el hombre amplía el alcance de sus posibilidades, empieza a perder la noción de límite, tanto en sus aspiraciones como en la

Renacimiento

Período de enormes cambios en el campo de las artes, las ciencias, las técnicas, las letras, el comercio y de la vida social en general, que abarca los siglos XV y XVI.

utilización de los recursos de la naturaleza, 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 logra materializar algunas de sus utopías y a construir este mundo artificial en el que vivimos, un mundo tecnológico cuya gestación comienza 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.

En el siglo XV comienza la rápida expansión ultramarina de Europa, que es 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, permite que los portugueses, los españoles, los holandeses y los ingleses impongan el predominio europeo en el mundo. Con el galeón, Europa se adueña de alta mar, se expande en África, conquista América, destruye el comercio marítimo musulmán en el Océano Indico que monopolizaba el comercio con el Lejano Oriente y sienta las bases de su dominio económico en el mundo.

La supremacía adquirida por Europa en el terreno técnico es la carta maestra que le permite 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, originan grandes cambios culturales que posibilitan lo que podríamos llamar una revolución científica. Asociada con ésta, encontramos nombres como los de Copérnico, Galileo, Kepler, Newton, Bacon, Descartes y muchos más.

Con Galileo Galilei (1564-1642) se asiste al nacimiento de la ciencia moderna, la ciencia basada en el método experimental. Aquí la influencia de la técnica es fundamental, pues las herramientas que proporciona (el reloj, el telescopio, la balanza, los elementos de medición, etc.) son factores determinantes que permiten la ampliación del campo de la observación y de la experimentación, y por ende la conformación de la ciencia moderna que, podemos decir, nació con el auxilio de la técnica.

Otros Modos de Organización Productiva

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**.

La producción se basa en la división organizada del trabajo, segmentando las actividades productivas en forma tal que un determinado número de personas, trabajando en un mismo lugar, realiza articuladamente las tareas que antes efectuaba una sola persona –el artesano–, incrementando la productividad del trabajo.

Como consecuencia de este cambio, surge una nueva relación económica y una nueva categoría social: el **asalariado**.

Gradualmente, se introducen las máquinas en el proceso productivo y con ellas comienza una nueva etapa: la **producción industrial**.

Recién a partir del siglo XVIII se puede comenzar a hablar de la verdadera **industria**. Fue en Inglaterra donde se gestan las condiciones técnicas y sociales que permiten su nacimiento.

La Imprenta

Un hecho técnico fundamental que tiene lugar durante el siglo XV, aproximadamente en 1440, es la invención de la imprenta de caracteres móviles, que provoca la difusión del conocimiento y, como consecuencia, grandes transformaciones en la estructura social.

La Manufactura

A diferencia del artesanado, en la manufactura, el objeto es producido por un grupo de personas, cada una de las cuales efectúa una operación determinada.

La Producción Industrial

Se caracteriza por la desaparición de las habilidades artesanales y por la inclusión de nuevas actividades vinculadas a la mecanización.

Inglaterra es, en ese entonces, una potencia marítima mercantil y militar; cuenta con recursos naturales como el hierro, el carbón y la lana, que se exportan al resto de Europa; en su territorio, estratos sociales vinculados fundamentalmente al comercio han logrado un alto grado de enriquecimiento.

Esta disponibilidad de importantes capitales, de materia prima y de un gran mercado nacional, europeo y mundial son los alicientes para generar una actividad productiva de características nuevas; a estos factores contextuales se integra el proceso de mecanización del trabajo, como consecuencia de la introducción de la máquina en la estructura productiva.

Podemos decir que los fundamentos del proceso productivo industrial son, entonces: capital, máquinas, fuente de energía y mano de obra disponible; en Inglaterra, se dieron todas estas condiciones. Y otra más: debido a una incipiente mecanización del campo, con la consecuente disminución de requerimiento de mano de obra y la desaparición del trabajo a domicilio –también muy difundido en la zona rural–, se registra un desplazamiento de gente a las ciudades en busca de trabajo, el que le era ofrecido con muy bajos salarios y con jornadas que llegaban a las dieciséis o dieciocho horas diarias, configurando una época de inhumana explotación, incluso de mujeres y de niños.

En el nuevo esquema de organización productiva se concentra a los trabajadores en un único edificio, lo que permite un estricto control de sus actividades. El trabajo del hombre se subordina a la máquina; para seguir su ritmo es necesario adecuarse a sus tiempos. Como planteo general, el requerimiento a los trabajadores, ya no consiste en exigirles habilidad manual y creatividad, sino rapidez y velocidad de reacción para seguir los movimientos mecánicos, siempre iguales, impuestos por la máquina.

Dado el alto costo de las máquinas, se plantean turnos de trabajo a fin de garantizar una actividad continua. El elevado gasto en los medios de producción y en la energía para hacerlos funcionar, lleva a la concentración de estos medios en una clase social, llamada **capitalista**.

La Civilización Industrial y la Cultura Tecnológica

Recapitulando, podemos plantear que entre los factores que contribuyen al nacimiento a la sociedad industrial, cabe mencionar un hecho comercial:

- la expansión colonial británica y, como consecuencia, la apertura de nuevos mercados para sus productos, lo que plantea la necesidad de una mayor producción.

Y, simultáneamente, dos hechos técnicos:

- por un lado, la invención y puesta en funcionamiento de máquinas que permiten la mecanización de actividades que hasta ese momento se realizaban manualmente; nos referimos concretamente a la hiladora mecánica y al telar mecánico que surgen como respuestas a la necesidad de una mayor producción;
- y, por otro, la invención y el consecuente empleo de la máquina de vapor de James Watt (1736-1819) que transforma energía calórica en energía mecánica.

El encadenamiento de los acontecimientos que se produce a partir de entonces, ha modificado prácticamente toda nuestra forma de vida.

Con 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 (el caso de los molinos de agua y de viento) y la máquina va liberando al hombre, poco a poco, de todo lo que significa esfuerzo muscular.

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 posibilita su producción en forma industrial– permiten el surgimiento de fábricas e industrias que cambian radicalmente el esquema de producción vigente hasta entonces. Es 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), entendiendo por tal, no sólo los cambios en las condiciones de producción, sino, y sobre todo, las transformaciones que estos cambios del esquema productivo provocaron en la estructura social.

La Revolución Industrial es el resultado de la conjunción de múltiples factores: económicos, técnicos, sociales, comerciales, culturales, etc. Pero, sin lugar a dudas, el económico fue determinante

“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”. (*Bairoch, P. Revolución industrial y subdesarrollo. México, Siglo XXI, 1967:12*)

Podemos decir, así, que fue una revolución técnico-económica. Su mismo nombre evoca los cambios sustanciales en el sistema de producción como consecuencia de una serie de invenciones que modifican las condiciones de trabajo, al introducir las máquinas en el esquema productivo y al concentrar a los trabajadores en las fábricas, lo que cambia todo el sistema de relaciones sociales.

Pero son impensables estas invenciones técnicas si en la época y en el lugar en el que se produjeron, no hubiera existido un nivel de cultura técnica tal, que hiciera posible la concepción y la construcción de todo ese conjunto de máquinas, que fueron un factor importante en la configuración de la revolución industrial.

Tenemos que tener en cuenta que –desde mediados del siglo XVIII– los protagonistas de estos desarrollos técnicos no son ni sabios ni universitarios, sino hombres del pueblo; pero, hombres del pueblo que –innegablemente– poseen una cultura técnica que les permite desarrollar la serie de invenciones que gestan la revolución industrial.

Es común hablar de los factores que coadyuvaron en el proceso de la revolución industrial –políticos, económicos, sociales–; pero, normalmente, no se menciona la cultura técnica, que fue fundante. La cultura técnica –la cultura tecnológica, si hablamos del mundo de hoy– ha marcado el camino de la transformación del mundo contemporáneo y ha plantado jalones muy importantes en su desarrollo.

La Primera

Revolución Industrial

Es la de la máquina de vapor. Marca el paso de la manufactura a la industria y el nacimiento del capitalismo industrial.

Economía de Mercado

Pasaje de una economía cerrada -de consumo- a una economía abierta -de producción-.

Las invenciones que desencadenan la revolución industrial, y otros que rápidamente les sucedieron, fueron el resultado del ingenio y del trabajo de técnicos y artesanos que pusieron todo su esfuerzo en desarrollar nuevas máquinas o en perfeccionar las existentes, ya sea para obtener energía mecánica (la máquina de vapor) o para reemplazar el trabajo manual del hombre (las máquinas textiles). La conjunción de los desarrollos en ambos campos posibilita el nacimiento de la gran industria, que se consolida gracias a circunstancias económicas 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 la conformación de una **economía de mercado**.

Los Cambios de la Industria

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

Con la introducción de las máquinas en el proceso productivo se transforma todo el sistema de relaciones sociales: el hombre deja 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”. Comienza 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 provoca un cambio del orden social existente y el nacimiento de una nueva estructura social, la llamada **sociedad industrial**.

Este proceso de industrialización, no sólo separa al hombre como trabajador individual de su familia, sino que altera toda la estructura familiar y, más aún, cambia profundamente al hombre mismo, modificando su ritmo de vida cotidiano y sus condiciones de trabajo. En el campo de la producción, se pasa 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 por agricultores a otra, fundamentalmente ocupada en elaborar objetos o productos en fábricas y a distribuirlos una vez elaborados.

El Liberalismo

Plantea el libre juego de las fuerzas presentes, como principio fundamental de la producción y el intercambio de bienes.

La revolución industrial que se inició en Inglaterra en la segunda mitad del siglo XVIII se propaga al continente europeo durante el siglo XIX, primero en Francia, Bélgica y Alemania; pero, donde toma un ímpetu verdaderamente arrollador es en los Estados Unidos de América, en parte, porque allí no estaba presente el freno de las corporaciones a la introducción de nuevas formas de producción.

Junto con las máquinas, se expande la **doctrina económica liberal**.

Con la maquinaria y la doctrina liberal, nace el capitalismo industrial, asociado con 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; 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, lo que no sucedía con la herramienta manual que era una prolongación de sus manos y estaba a su servicio cuando él la necesitaba.

La conquista de la civilización occidental por la máquina no se produce sin resistencia. Desde sus comienzos provoca 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”; pero, la máquina termina 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 la sociedad moderna.

Las Nuevas Fuentes de Energía

Si la introducción del vapor marca el comienzo de la sociedad industrial, el progreso tecnológico no se detiene y la humanidad asiste a la introducción de nuevas fuentes de energía.

A finales del siglo XIX irrumpe la **electricidad**; primero, destinada sobre todo a la 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**. Tengamos presente que la **energía solar**, aún no está industrialmente aprovechada (tanto el carbón como el petróleo son energía solar acumulada). 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 se llama **Segunda Revolución Industrial**, cuyo comienzo no es fácil definir, pero que podríamos fijar a finales del siglo XIX (1860-1900).

Entre sus consecuencias más notorias podemos señalar una revolución:

- en los transportes terrestres, marítimos y aéreos;
- en las comunicaciones;
- en el empleo del tiempo libre;
- en la producción.

La segunda revolución industrial marca el comienzo de la declinación de Inglaterra como la gran potencia económica y el encumbramiento de otras, como EE.UU. y Japón.

La idea del **crecimiento continuo y sin límites** es el *leitmotiv* que guía a los que impulsan las transformaciones que ocurren durante esta segunda revolución industrial, sobre todo en las primeras décadas del siglo XX. 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 ilimita-

Luditas

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

La Segunda

Revolución Industrial

Es la basada en la electricidad y el petróleo; representa el triunfo de la energía eléctrica.

dos y por serie de problemas sociales y ambientales que son consecuencia de esta concepción del crecimiento.

Un Cierre... con Incógnitas

La revolución industrial, al cambiar el ritmo de vida de la sociedad, pone al hombre en una relación enteramente nueva con la naturaleza y con los valores humanos, en general. A partir de ella, toda nuestra vida se ve particularmente condicionada por el desarrollo tecnológico, resultando imposible concebir la transformación 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 puede pensar nuestra vida sin electricidad, sin medios modernos de comunicación y de transporte, sin viviendas más o menos confortables, sin medicamentos...

La técnica y la tecnología han condicionado el desarrollo de la civilización occidental, que termina imponiendo sus pautas de vida en el mundo.

Nos planteábamos al comienzo de este artículo una pregunta fundamental, un porqué decisivo, que ahora, cercanos al cierre, retomamos:

"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". Corresponde 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?" (*Mumford, L.: Técnica y civilización. Madrid, Alianza Universidad, 1982: 22*)

La Tercera Revolución

Es la de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación

En la época actual han aparecido 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**, 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; que asiste, también, en la elaboración de diseños complejos, en transmitirlos de una punta a otra del globo, en programar la fabricación de productos, etc.

El control numérico de máquinas-herramienta 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, porque es suficiente con programarla.

Estamos pasando, así, de un esquema de trabajo 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”.

“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.”

(Mumford, L.: *Op. cit.*: 129)

Hasta aquí, hemos intentado vincular los grandes cambios socioculturales que se han producido a partir del medievo 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.

“Nuevas tecnologías y nuevos materiales son las dos ruedas de un mismo vehículo” (*Informe enviado al Ministerio Japonés de Industria y Comercio*). Mayo de 1984. En: Portnoff, A. y Gaudin, T.: *Op. cit.*: 111)

La importancia de los materiales queda señalada –como lo hemos mencionado al comenzar– por el hecho de que épocas enteras (tales como la Edad de la piedra tallada, de la piedra pulida, del bronce, del hierro) son designadas de acuerdo a los materiales y a 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: los plásticos están en camino de convertirse en el símbolo de los años actuales.

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

Lo que no podemos predecir es qué material representará al futuro.

Probablemente, nuevos plásticos, nuevas aleaciones, materiales cerámicos, materiales orgánicos o, a lo mejor, nuevos materiales que aún no forman parte, siquiera, del universo de lo pensado...

2. Un Enfoque Sistémico para la Tecnología

El Enfoque Sistémico

El conocimiento tecnológico es particularmente complejo debido a que en él convergen saberes provenientes de distintos campos. Esto plantea el problema de buscar la mejor forma de aproximarse a la realidad tecnológica, a fin de lograr su comprensión y así poder operar con solvencia con los contenidos tecnológicos.

Un enfoque de la realidad tecnológica, basado exclusivamente en la descomposición y el estudio de sus partes (enfoque analítico), corre el riesgo de ser simplista y de dejar de lado aspectos que pueden resultar fundamentales a la hora de definirla, caracterizarla y entenderla en todas sus dimensiones.

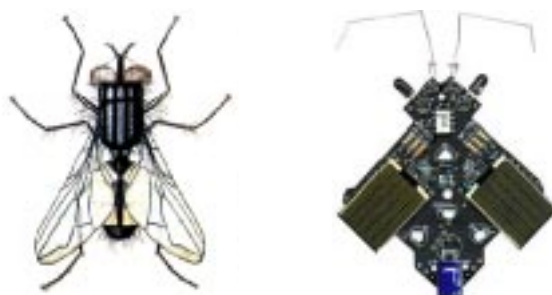
Ante esta problemática (¿cómo abordar la complejidad?), surge, alrededor de 1947, el enfoque sistémico: una propuesta de lectura de la realidad a partir de una mirada relacional, integradora y totalizadora.

El Enfoque Sistémico

Trata de definir un esquema de representación de los elementos básicos que aparecen en la realidad, para lograr explicarla a través de la interacción entre ellos.

Desde una perspectiva amplia, el enfoque sistémico no dirige la mirada hacia “las partes”, como elementos independientes, sino más bien hacia el todo, hacia el conjunto, hacia el sistema, y hacia la interacción entre sus elementos constituyentes.

No debe extrañar que este concepto surgiera en los laboratorios de cibernética del Instituto Tecnológico de Massachusetts –MIT–, porque esta disciplina estudia justamente la analogía entre los seres vivos y los electromecanos que, de algún modo, pretenden emular los aspectos estructurales y funcionales de los seres vivos.



Intentemos...

La palabra *sistema* se integra cada vez más a la terminología cotidiana. La revolución informática ha popularizado términos tales como *sistema operativo*, *sistema informático*, *sistema de redes*...

¿Cómo podríamos explicar el concepto de *sistema*?

Sistema

Entendemos como tal a una agrupación de elementos que, con un cierto orden preestablecido, interactúan entre sí con la intención de lograr un objetivo determinado.

Los Sistemas

Como surge de una primera caracterización –como tal, siempre algo arbitraria y subjetiva– los sistemas están formados por elementos dispuestos en un cierto orden o pauta de organización preestablecida, de acuerdo al producto, resultado o fin que se desea lograr.

Por esto, se dice que la finalidad define al sistema.

Como usted advierte, no estamos haciendo referencia a la definición de sistema como “porción aislada del Universo...”; sino, por el contrario, a una agrupación de elementos organizados con una intención preestablecida que, en el mundo de lo tecnológico, es de carácter claramente práctico y utilitario.

Los Sistemas Tecnológicos

Definimos un sistema tecnológico, en función de tres rasgos:

- interrelación organizada,
- dinámica,
- sinergia.

Inicialmente, en todo sistema tecnológico existe una organización lógica que relaciona sus partes.

La cualidad de los sistemas tecnológicos de **interrelación organizada** de sus partes o, simplemente, de **organización**, constituye un punto central, porque esta pauta es la que representa a la lógica estructural a partir de la cual se desarrolla la solución al problema al que ese sistema intenta dar respuesta.

En otras palabras, la organización funcional de los elementos es la que define la solución tecnológica.

Elementos sueltos no constituyen un sistema por sí mismos, ya que no existe relación alguna entre ellos. No están interrelacionados en función de una idea organizadora que permita inferir una respuesta a algún problema tecnológico determinado. Esto puede expresarse diciendo que la suma de las partes no es equivalente al todo.

Una segunda característica importante de los sistemas tecnológicos es lo que se denomina su **dinámica**.

Por lo general, los sistemas tecnológicos –máquinas, artefactos, procesos, servicios, etc.– realizan “algo”, no permanecen en *statu quo*, por lo que pueden ser caracterizados por una dinámica de cambio. Como analizaremos a continuación, esta dinámica está asociada al procesamiento de energía, materia e información que son los elementos básicos presentes en cualquier sistema; los insumos de cada sistema tecnológico.

Finalmente, la característica que nos ayuda a comprender un poco más el comportamiento de los sistemas, es la **sinergia**.

Para entender este concepto, debemos tener en claro que el funcionamiento de un sistema no se puede predecir por el análisis separado de las partes, sino que se define por el grado de adecuación que existe entre ellas.

Un ejemplo práctico surge de la gestión y productividad de los grupos de investigación y desarrollo de distintas industrias o proyectos. Muchas veces, juntar en una tarea común a los mejores individuos de una determinada especialidad no da como resultado un trabajo eficiente; por lo que la tendencia que se está marcando en este

Sinergia

Es una palabra que se toma de la biología y que expresa una potenciación mutua de la actividad biológica, química o farmacológica entre distintos componentes de un sistema o de una mezcla. La actividad del todo es, así, superior a la suma de las correspondientes a los componentes individuales. Es la acción conjunta o cooperación de dos o más órganos o formaciones anatómicas hacia un fin común. El incremento de la acción de diversas sustancias cuando actúan conjuntamente.

sentido es la de convocar equipos ya conformados, en lugar de personas “sueltas”, a fin de que muchos aspectos conflictivos que surgen de la interacción no se conviertan en obstaculizadores del fin propuesto. Como plantea J. Gordon, “algunas veces, un genio, puede hacer añicos un hermoso proyecto...”. En este sentido, existen cualidades de carácter adaptativo y actitudinal, que resultan tan importantes como las competencias profesionales de cada individuo que conforma el equipo.

Desde el punto de vista del enfoque sistémico, podríamos decir que así como la suma de partes no constituye el todo –porque estaría faltando la organización–, la suma de las acciones individuales de cada parte tampoco determina la acción total del sistema, porque faltaría la interacción conjunta y cooperativa, la sinergia.

Consideremos este caso:

“Robert Zandu era propietario de una pequeña empresa manufacturera dedicada a la fabricación de vehículos de competencia. Habitualmente, los motores y los chasis los compraba en las empresas de autopartes estándar; y, las cajas de cambio deportivas, de alta *performance*, las sumaba a esta estructura. Los autos que lograba eran de gran potencia y velocidad. Pero, al poco tiempo, casi todos comenzaron a manifestar serios problemas, precisamente en la caja de cambios...”.

El de la sinergia es un concepto central en los sistemas tecnológicos, a medida que se tornan más complejos. La concepción de un sistema, requiere de una evaluación precisa de las características de cada parte y, además, de su comportamiento en el contexto de las demás partes del sistema. La caja de cambios del ejemplo anterior podrá haber sido excelente, pero, evidentemente, no se adecuaba a las otras autopartes del sistema. En los sistemas informáticos y de gestión esto también suele ocurrir, por lo que la sinergia del conjunto es una característica clave a considerar en el comportamiento de los sistemas.

El caso de Zandu nos enseña que, en muchas ocasiones, el todo es mucho menor que la suma de las partes, con lo cual debe notarse que la sinergia puede llegar a ser negativa.

Sistemas y Tecnología

Procesar

Realizar distintas operaciones a partir de los insumos básicos: materia, energía e información. Un proceso implica el desarrollo de una cierta lógica operativa, paralela y/o secuencial, que se irá resolviendo a partir de la acción de los elementos que constituyen el sistema, sobre los insumos que por él circulan.

La **materia**, la **energía** y la **información** constituyen los insumos o elementos de entrada a los sistemas, que éstos procesan de diversas formas para lograr las soluciones tecnológicas deseadas.

Son muchas las operaciones que los sistemas tecnológicos pueden realizar sobre la materia, la energía y la información en el transcurso de su funcionamiento. Estas operaciones dependen del fin que tiene ese sistema y de las características particulares de los insumos.

Si bien es cierto que las operaciones que tiene lugar en los sistemas tecnológicos son muchas, existe la posibilidad de realizar una síntesis que nos permita distinguir algunas que, por su condición de elementales y básicas, están presentes en todos los sistemas. Estas operaciones son:

- transformación,
- transporte, y
- almacenamiento.

Para cada uno de los insumos, existen muchas operaciones posibles de transformación, transporte y almacenamiento; pero, a fines descriptivos, hablaremos de ellas como operaciones genéricas y no definiremos todas las variables posibles que existen para cada una, según sea el sistema considerado.

Si integramos nuestra visión global de los insumos que procesan los sistemas tecnológicos y de las operaciones que realizan en ellos, podríamos llegar a construir una matriz como ésta.

Las celdas de la primera columna señalan los insumos procesados, a través de la realización de las operaciones que se especifican en las celdas de la fila superior.

(*)	Transformación	Transporte	Almacenamiento
Materia	Operaciones físicas y químicas en el procesamiento de la materia.	Operaciones de transporte y desplazamiento.	Operaciones de aprovisionamiento, control de stock y almacenamiento.
Energía	Operaciones de transformación y adecuación de energía a los sistemas tecnológicos.	Operaciones de transporte y distribución.	Operaciones de almacenamiento y/o acumulación de energía.
Información	Operaciones de codificación, decodificación, clasificación, registro, cuantificación, composición, etc., de la información.	Operaciones de transporte y distribución de la información. (telecomunicaciones, redes, correo, teléfono, prensa, etc.).	Operaciones de almacenamiento de la información. (Bibliotecas, bases de datos, memorias, CDs, cintas magnéticas, Internet, etc.).

Esta matriz, al ser contextualizada en un cierto tiempo y lugar, al enmarcarse en una cultura tecnológica determinada, permite que las celdas internas se resuelvan de distinta manera, de acuerdo a la época, el lugar y el contexto sociohistórico-político del sistema considerado.

Resolvamos...

Las soluciones tecnológicas a los problemas de la vida cotidiana se podrían ejemplificar en un sistema como el de la matriz.

Una acción tan simple como el lavado de la ropa en nuestros días, podría tener la siguiente forma:

* Seminarios Federales de Tecnología / MCEN / 1998 / César Linietsky, Jorge Petrosino

	Transformación	Transporte	Almacenamiento
Materia	Operaciones físicas y químicas en el procesamiento de la materia. (Enzimas y otros agentes químicos actúan en la limpieza de la ropa).	Operaciones de transporte y desplazamiento. (Transporte de la ropa en insumos de lavado hasta el lavarropa. Desplazamientos de la misma como parte del proceso de lavado).	Operaciones de aprovisionamiento, control de <i>stock</i> y almacenamiento. (Carga y descarga del lavarropa. Conservación de la ropa limpia).
Energía	Operaciones de transformación y adecuación de energía a los sistemas tecnológicos. (Transformación de energía eléctrica en mecánica en el motor y la bomba de carga y descarga del lavarropa, etc.).	Operaciones de transporte y distribución. (Externa: llegada de la energía eléctrica al hogar a través de la red de distribución. Interna: red de cableado del lavarropas para la alimentación de los elementos del sistema)	Operaciones de almacenamiento y/o acumulación de energía. (Sin sistema de almacenamiento).
Información	Operaciones de codificación, decodificación, clasificación, registro, cuantificación, composición, etc. de la información. (Decodificación del programa de acción del lavarropas, de acuerdo a la selección previa del operario).	Operaciones de transporte y distribución de la información. (Telecomunicaciones, redes, correo, teléfono, prensa, etc.). (Bus de datos desde el PIC, procesador o microchip hacia los sensores y actuadores del sistema).	Operaciones de almacenamiento de la información. (Bibliotecas, bases de datos, memorias, discos compactos, cintas magnéticas, Internet, etc.). (Memoria ROM o EPROM del microprocesador que origina la secuencia de lavado automático).

Si nos remontáramos a la época de nuestros abuelos, las funciones y variables matriciales serían las mismas, pero se resolverían de otra manera.

Resolvamos...

Le proponemos, que contextualizando el sistema en una época determinada, realice una matriz para el lavado de la ropa e indique la relación entre las operaciones de esta nueva matriz y la que desarrollamos para la sociedad urbana actual.

A partir del trabajo con la matriz, usted habrá experimentado el gran poder de integración que caracteriza a la visión sistémica. Ésta es una de las cualidades más importantes de este tipo de análisis.

A modo de síntesis, podemos expresar que:

1. En la mayor parte de los procesos tecnológicos interactúan materia, energía e información, en forma de flujos que circulan por el sistema y que van siendo procesados por los elementos de éste, de acuerdo al fin que se desea lograr,

con una determinada lógica organizadora en la que se desarrollan operaciones paralelas y secuenciales, con un determinado diseño preestablecido.

2. Una gran cantidad de procesos tecnológicos involucran el trabajo con materia, energía e información, aunque el objetivo perseguido sea solamente la transformación de uno de ellos.
3. De las operaciones básicas se pueden derivar agrupamientos que faciliten la comprensión del conjunto.

Así, podríamos preguntarnos, por ejemplo: **¿Qué operaciones físicas son las que definen a la transformación de los materiales?**

Operaciones para dar forma a los productos		
Corte y separación	Moldeo	Deformación
Mecánicos Con arranque de viruta. Sin arranque de viruta.	Colada por gravedad. Colada continua. Colada a inyección. Colada centrífuga.	Laminado. Forjado. Doblado. Extrusión. Estampación. Trefilado. Curvado.
Químicos Por separación o ataque.		
Calorimétricos Por hilo fundente.		

Podríamos acotar aún más la mirada y abordar una función de transformación de los materiales. Por ejemplo, la operación de corte: **¿Qué operaciones resuelve esta función?**

Operaciones de Corte	
Con arranque de viruta	Herramientas
Arranque de material. Aserrado. Cepillado. Lijado. Torneado. Fresado. Limado. Rectificado.	Formones, <i>cutters</i> , cuchillas, etc. Serruchos, sierras rectas, circulares, etc. Cepillos, garlopa, cepilladoras. Lija, lijadora eléctrica, lijadora industrial, etc. Torno a pedal, torno eléctrico, torno de control numérico. Fresadoras. Limas de todo tipo, escofinas (para madera), etc. Rectificadoras de piezas planas o cilíndricas.
Sin arranque de viruta	Herramientas
Corte. Cizalladura. Troquelado.	Cuchillas, <i>cutters</i> , navajas, etc. Guillotina, tijeras, prensa de corte, etc. Punzón de la pieza, matricería, prensas de troquelado manual y automáticas, etc.

De esta manera, la transformación de los materiales se va desplegando en una serie de categorías conceptuales que permiten generar recursos específicos para la respuesta a determinadas problemáticas tecnológicas a solucionar.

El modelo sistémico matricial en el que estamos trabajando nos provee, entonces, de un marco referencial que permite generar categorías conceptuales amplias que, lue-

go, pueden ser desagregadas en secuencias y en grupos funcionales para un análisis más específico de la operación.

La matriz nos muestra el todo, el funcionamiento del sistema en general; sus celdas focalizan –sin recortar– aspectos parciales de ese funcionamiento, que nos permiten profundizar en el conocimiento específico de algunas de sus partes o de las transformaciones que sufren algunos de los insumos del sistema en cuestión.

La matriz –como auxiliar del enfoque sistémico– nos alerta respecto de que es imposible analizar procesos con materiales, prescindiendo del manejo de energía e información. Lo que sí es factible, es focalizar nuestra atención en lo que le ocurre a determinado insumo durante su procesamiento por algún elemento del sistema, en una determinada operación sobre algún insumo dentro del contexto general del sistema o cualquier combinación posible de estas alternativas... pero sin perder de vista al sistema tecnológico en su totalidad.