

Responsabilidad social de la ciencia y la tecnología

**Consideraciones éticas y políticas
en la formación de ingenieros y tecnólogos**

**MARTA PALACIO SIERRA
SILVIA JIMÉNEZ GÓMEZ
[comp.]**

CT&S



RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Consideraciones éticas y políticas
en la formación de ingenieros y tecnólogos

MARTA PALACIO SIERRA
SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ
[COMPILADORAS]

GRUPO DE INVESTIGACIÓN CTS (CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD)



Colección *Ciencia, Tecnología y Sociedad*
Fondo Editorial ITM

RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
Marta Palacio Sierra / Silvia Inés Jiménez Gómez [Compiladoras]
Grupo de Investigación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)

1a. edición: diciembre de 2009
© Instituto Tecnológico Metropolitano

ISBN: 978-958-8351-82-7
Hechos todos los depósitos legales

Rector Instituto Tecnológico Metropolitano
JOSÉ MARDUK SÁNCHEZ CASTAÑEDA

Dirección editorial
JAIRO OSORIO GÓMEZ

Corrección de textos
SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ
LUCÍA INÉS VALENCIA GARCÍA

Diseño e impresión
L. VIECO E HIJAS LTDA.

Hecho en Medellín, Colombia

Instituto Tecnológico Metropolitano
Calle 73 No. 76A 354
Tel.: (574) 440 51 60
Fax: 440 52 52
www.itm.edu.co
Medellín - Colombia

2.1 SOCIEDAD, EL CONOCIMIENTO Y SUS REVOLUCIONES

Marta Palacio Sierra¹

INTRODUCCIÓN

Se inicia este capítulo haciendo referencia a las principales transformaciones relacionadas con la revolución neolítica y los impactos de la humanización del conocimiento técnico en las transformaciones sociales; el nacimiento del conocimiento científico y las sociedades griega y romana en un primer momento, para luego abordar los principales hitos en el surgimiento y desarrollo del diseño industrial. La perspectiva de la exposición se orienta en su mayoría, desde las transformaciones del conocimiento en las sociedades occidentales, no por el reconocimiento de su primacía sino por la carencia de condiciones para abordar

1 Académica-investigadora del ITM. Magíster en Sociología de la Educación de la Universidad de Antioquia. Coordinadora del Grupo de Investigación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) del ITM.
E-mail: marthapalacios@itm.edu.co

de manera rigurosa otros contextos sociales, especialmente en el caso de las sociedades prehispanicas y orientales.

El propósito de este artículo es contribuir a la identificación y comprensión de los principales hitos en el surgimiento y desarrollo de las prácticas técnica, científica, tecnológica y tecnocientífica en el contexto histórico y social de Occidente.

EL SURGIMIENTO DE LA TÉCNICA HUMANA Y EL HITO DE LA REVOLUCIÓN NEOLÍTICA

El conocimiento técnico, asociado al surgimiento del ser humano, es según Ortega y Gasset (1982) tan antiguo como el hombre; esto es, se atribuye la consolidación del proceso de hominización a los aportes de las prácticas que hoy conocemos por su contribución a la transformación del entorno a las necesidades de supervivencia. La técnica según este autor se orienta a lograr la transformación de la naturaleza, para el logro del bienestar; lo anterior nos lleva a afirmar con Ortega y Gasset que hay una relación intrínseca entre el hombre, la técnica y su bienestar; lo que hace pensar que puedan ser términos sinónimos en un mismo proceso de producción y consolidación de la cultura. Proceso en el cual se puede considerar la técnica como un conocimiento que posibilita al hombre "ahorrar esfuerzos"² en el empeño de adecuar para sí a la naturaleza y sin la cual no existiría; por ello, es considerada como una de las máximas expresiones de la dimensión humana.

2 Ortega y Gasset, J. 1982. Meditación de la técnica. *Revista de Occidente*. Madrid: Alianza, p. 43.

La técnica se encuentra en las bases del primer avance biológico de los homínidos que consistió, precisamente, en alcanzar tal condición. La más evidente muestra de ello fue haber descendido de los árboles para caminar erguido. Esta condición bípeda lo convirtió en homínido³, con lo cual, en este aspecto esencial, se encontraba más cerca del hombre actual que del mono. Así los brazos y las manos se encontraban libres para hacer algo diferente a sólo sujetarse. Podía entonces manipular con mayor facilidad objetos del entorno, tocar y moverse.

Según A. Gay (2002) la presencia de "instrumental paleolítico" señala la aparición del hombre en períodos simultáneos a la aparición de la técnica y agrega que las denominaciones de Edad de la Piedra Pulida, Edad de la Piedra Tallada, Edad de Bronce y Edad del Hierro son una muestra de la relevancia que han tenido, incluso para su designación, los materiales y procedimientos técnicos utilizados en la prehistoria de la humanidad. Siendo además, estos procedimientos técnicos los que en mayor medida han evitado que por su indefensión, sucumba "frente a las fieras o a las inclemencias de la naturaleza [...]". Si ha podido progresar es debido a que por medio de la técnica ha logrado proveerse de herramientas para su defensa y la transformación de su hábitat". (Gay, 2002, 2).

El desarrollo de la técnica se posibilita con la aparición de la "característica más importante desde el punto de vista

3 La posición vertical es el "primer criterio de humanidad de los hombres respecto a sus antepasados. Otros dos criterios son corolarios del primero: el tener una cara corta, sin caninos ofensivos y el tener las manos libres para la posesión de útiles o herramientas. Una vez alcanzada la hominización, es decir, el proceso de evolución biológica de los primates al hombre, el cerebro jugará un papel decisivo en la evolución de la humanidad" (Osorio, 2005:12).

paleontológico en la diferenciación entre ser humano y animal” (Osorio, 2005, 12), ésta es, liberar las manos para acceder al uso de herramientas, con lo cual la distinción entre animales y seres humanos no solamente marca el inicio de una multiplicidad de prácticas, que conducen a la especie a los grandes avances logrados desde el período neolítico hasta hoy, sino que también la posesión de herramientas ha permitido a los científicos de hoy, rastrear en el pasado la evolución de la especie en su estrecho vínculo con el constante perfeccionamiento de las herramientas.

Técnica y aprendizaje. Con toda la información generada por las prácticas asociadas a las técnicas, poco a poco el cerebro humano recibía continuamente un gran caudal de sensaciones e información, lo que permitió el desarrollo y crecimiento de la corteza cerebral. La riqueza de estas interacciones, la capacidad de aprender y de conservar en la memoria las diversas limitaciones impuestas desde las características fisiológicas de la especie, se configuró la “tribu humana”. En este sentido Rodolfo Llinás (2002, 265) expresa que “el aprendizaje es un medio para facilitar que la función del sistema nervioso se adapte a los requisitos de la naturaleza, del mundo en que vivimos [...] Por ejemplo, si un animal no digiere la hierba y desea sobrevivir, tendrá que aprender a cazar otros animales, necesidad que se ilustra patentemente en la adquisición de habilidades de caza por parte de los carnívoros”.

La mayoría de los aprendizajes en nuestra especie se han configurado entre la necesidad y la interacción con el medio, en los límites que provocan el miedo y el dolor, y que hemos denominado “instinto de conservación”. En la interacción con los “otros” donde el aprendizaje ha sido mirando cómo se hacen

las cosas y el desarrollo de las capacidades predictivas (aquellas que posibilitan la anticipación) son las habilidades que se han constituido en el fundamento del conocimiento técnico.

El lenguaje humano. Una gran vía para lograr aprendizajes que contribuyan con la supervivencia, ha sido el desarrollo del lenguaje, en cuya evolución hay dos aspectos muy importantes (Llinás, 2002, 265): “el primero, que el pensamiento abstracto, en términos de lograr *la capacidad de separar las propiedades de las cosas en sí mismas* [...] y, segundo, que los eventos premotores⁴ que conducen a la expresión del lenguaje” tengan un propósito definido. Estos dos componentes según nos dice Llinás, revelan que el lenguaje humano es parte de unas funciones más amplias y complejas y va mucho más allá de una simple metodología para la comunicación de los animales.

Comprender el lenguaje humano como uno de los fundamentos para el aprendizaje es también, comprender el papel jugado por la intencionalidad del acto comunicativo, el cual toma expresión en la búsqueda del hombre por transformar el medio que lo rodea en función de sus expectativas y necesidades a diferencia de la también plausible opción de haberse adaptado

4 Para la articulación del lenguaje, los eventos premotores requeridos “son exactamente los mismos que preceden a cualquier movimiento” (Llinás, 2002: 265), por ejemplo, cuando se percibe que la vida corre peligro por la agresión de una fiera, la orden que se imparte a los órganos comprometidos con el desplazamiento es, posiblemente, la de “correr”. Cabe agregar que sin la “tecnicidad orgánica” cuya evolución alcanza “hasta la liberación de los órganos faciales, los cuales quedan disponibles para la palabra tan pronto como la evolución permite que los órganos de la boca y el olfato no se utilicen más para la detección y captura de los alimentos” (Osorio, 2005: 12) tampoco sería posible el logro de la función compleja del lenguaje humano.

resignadamente a su medio, como fue la opción de las otras especies (Gay, 2002).

Puede decirse entonces, que los conocimientos técnicos están en la base y son el fundamento de la constitución del ser humano como tal. El desarrollo de su cerebro, el lenguaje intencional, los estilos de aprendizaje, entre otros rasgos de humanidad, han dejado huellas como instrumentos de piedra, restos de comida y pinturas en las paredes de cuevas, que desde los últimos 2.5 millones de años son evidencia del largo proceso requerido para la adquisición de la capacidad cognitiva (Ursua, 2009).

En una cronología muy dicente de estos avances podemos observar las improntas del desarrollo de la adquisición del conocimiento técnico:

- Hace casi 100.000 años el Homo Sapiens deja las primeras huellas [...] herramientas de hueso
- En el período que va entre 90.000 y los 30.000 años, el Homo Sapiens experimenta la primera revolución cultural: aparición de las primeras manifestaciones artísticas, religiosas [...] Al final de este período comienza a acelerarse el ritmo de las innovaciones
- Hace 20.000 años aparecen el arco y la flecha; hace 10.000, la agricultura y la domesticación de animales: 6.000, la rueda y los vehículos de ruedas
- Hace sólo unos 6.000 ó 5.000 años (90.000 años después de que el Homo Sapiens comenzara a dejar huellas de una capacidad técnica propia) que nuestra especie puede dejar testimonios escritos (Ursua, 2009:37)

Es este último período, conocido como el neolítico, en el cual tienen lugar las primeras grandes civilizaciones.

♦ EL NEOLÍTICO

La *Nueva Edad de Piedra*, por contraposición al paleolítico o *Edad Antigua de la Piedra*, es uno de los períodos en que se divide la Edad de Piedra. Es el período de las transformaciones del hombre primitivo cazador y nómada en agricultor y ganadero, que habita un territorio delimitado, no sólo geográficamente sino delimitado en cuanto que es propicio para las labores agrícolas, en ello radica el asentamiento primitivo en los valles del río Tigris, el Éufrates, el Nilo en Egipto y el Indo.

La aparición de esta nueva forma de producción se ha identificado como el período de la denominada "revolución neolítica", época de grandes impactos positivos para la humanidad, que se reflejan en las transformaciones de las prácticas culturales, que además de conducir a la agrupación en comunidades tribales, también propicia un mayor grado de organización social.

Así también, se produce la consolidación del sistema de conocimientos que debe perfeccionar sus formas de transmisión, porque al producirse un gran incremento de la población⁵

5 Al incremento de la población contribuyeron en gran medida el mejoramiento de las condiciones de alimentación debido a la agricultura, el enriquecimiento de la dieta alimenticia y la cocción de los alimentos; el perfeccionamiento en el uso del fuego, el sedentarismo que requieren las prácticas agrícolas determinado por los largos períodos entre la siembra y la cosecha que conducen al mejoramiento progresivo de las condiciones de vivienda y adecuación del lugar para ella, y el aminoramiento de los riesgos propios del desplazamiento en el nomadismo, así como de las prácticas de cacería.

y la diversificación de las tareas, se requiere un mayor grado de especialización y el perfeccionamiento de las habilidades requeridas para el desempeño de oficios tales como la caza, la pesca, la siembra y recolección, el almacenamiento, cuidado y vigilancia de los resultados de las cosechas.

Esto, sin embargo, conduce a la generación de uno de los impactos negativos mayores que conlleva la división y especialización en el trabajo, la aparición de la guerra y con ella la de prácticas humanas vigentes hasta hoy en día, a las cuales se dedican algunos de los individuos de estos grupos humanos y que se sustentan, se aprenden y diseminan con miras a la defensa de un territorio, sus productos y las bondades de sus características geográficas propicias para la agricultura y el pastoreo. Territorio que es necesario proteger frente a los invasores, ya sean animales u otros seres humanos, pues es el depositario de las condiciones de supervivencia y donde tuvieron asiento los primeros conglomerados humanos. En resumen, puede decirse que hay un estrecho vínculo entre la guerra y la aparición de la propiedad privada, asociada ésta a la posesión de los recursos de tierra, agua y demás bienes naturales y excedentes de las cosechas.

Los excedentes de la producción agrícola generan, además, la posibilidad para desarrollar el intercambio de productos y por ende, las prácticas de comercio. Esos mismos excedentes permiten la liberación del tiempo necesario para el perfeccionamiento de las artes y los ritos, prácticas que junto a la agricultura y el comercio contribuyen a la ampliación y cualificación del lenguaje humano.

♦ LOS SISTEMAS DE CONOCIMIENTOS PREDOMINANTES EN EL NEOLÍTICO

El sistema técnico de conocimientos del neolítico, se enriqueció a partir de los requerimientos de la producción agrícola. Lo cual condujo a que se perfeccionaran las técnicas de observación de fenómenos como los meteorológicos; se identificaron por ejemplo, las relaciones entre la ocurrencia y duración de fenómenos celestes y las inundaciones producidas por los ríos; conocimientos muy útiles para determinar los períodos de siembra y saber prever cuándo se acercaría el invierno con la finalidad de tener almacenados alimentos suficientes.

Se dieron soluciones a los problemas planteados por la necesidad de identificar los rasgos determinantes de la fertilidad de la tierra y se generalizaron las prácticas culturales de su preparación para la siembra; el regadío implicó el diseño de sistemas para la conducción de agua, así como la cosecha y el almacenamiento de los productos implicaron el conocimiento de los materiales adecuados para la fabricación de recipientes, los cuales también se utilizarían para su transporte, ampliando así las técnicas asociadas al comercio. Todo ello aunado al perfeccionamiento de los medios de comunicación y el aprendizaje del gobierno de las comunidades.

Puede afirmarse por lo anterior que, las prácticas productivas agrícolas y comerciales características del neolítico, además de los logros en el perfeccionamiento en la fabricación de herramientas para la realización de las labores agrícolas y el desarrollo de la artesanía-estería, de la cerámica para el almacenamiento de los excedentes de la producción y del desarrollo de los sistemas teocráticos para el gobierno de las

comunidades, son avances que en el contexto de la cultura de la humanidad muestran ampliamente las contribuciones del conocimiento técnico.

LAS SOCIEDADES GRECO-ROMANAS Y EL HITO DEL SURGIMIENTO DE LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

Por los asentamientos de los primeros grupos humanos en las riveras de los ríos Tigris, Éufrates y el Nilo, donde surgieron las grandes civilizaciones agrícolas del período neolítico, se han encontrado vestigios de sorprendentes avances en conocimientos que hoy podemos catalogar como dotados de la sistematicidad suficiente para dar cuenta de las regularidades de los fenómenos naturales. Estos conocimientos cobraron gran importancia por su contribución al sostenimiento de culturas, los cuales usaron para la solución de problemas cotidianos relacionados con la producción de alimentos, la construcción de viviendas y lugares destinados a los ritos, entre otros.

La apropiación de estos conocimientos se logró a través de métodos que se caracterizaron por la observación directa y el establecimiento de relaciones entre dichos fenómenos, por lo que se puede afirmar que era natural en el contexto de la cultura egipcia, por ejemplo, "asumir que, si existía cierta relación entre acontecimientos celestes y terrestres –como la aparición en el horizonte de la estrella Sirio en los días anteriores al desbordamiento de Nilo, o como la conexión entre las estaciones y las posiciones del Sol durante el año, o entre fases lunares y eclipses–, estas relaciones también se realizaron en el plano de la sociedad y el individuo (Sepúlveda, 2003, 3).

Los conocimientos de los primeros astrónomos dieron lugar a la conformación de castas sacerdotales, que gracias a

sus capacidades para predecir la ocurrencia de fenómenos naturales con cierta aproximación, ganaron prestigio e incluso el poderío necesario para ejercer dominio sobre las poblaciones y gozar de privilegios en asocio con los gobernantes, a la manera como ocurre en la actualidad con los denominados tecnócratas.

Sin embargo, la utilidad de la información acerca del cambio en las estaciones, el desbordamiento de los ríos, los períodos propicios para la siembra, etc. hicieron que se buscara cada vez más la precisión en las tareas de observación y registro de estos acontecimientos, dando lugar a sistemas complejos de predicción de eclipses como en el caso de los babilonios⁶ quienes registraron en una serie de tablas la información necesaria para predecir eclipses y plasmaron, además, la división del cielo en regiones diferenciadas por doce constelaciones que han dado origen a nuestro actual sistema de división del año en doce meses. Se caracterizó esta civilización por el "registro metódico de hechos observables" (Sepúlveda 2003, 4) y la generación de reglas prácticas para avanzar en la comprensión y predicción de los fenómenos celestes los cuales los condujeron a desarrollos matemáticos de gran trascendencia para el logro de desarrollos en el conocimiento en civilizaciones posteriores.

Estos conocimientos se transmitieron a partir de la observación y de la tradición oral en primer lugar; luego, a partir de la escritura de cuyas primeras formas, basadas en elementos pictográficos e ideográficos, se tienen registros que datan de

⁶ La civilización babilónica se desarrolló sobre las dos riveras del río Éufrates en la baja Mesopotamia. Cobró gran importancia hacia los años 2000 y 1800 a. C. Las ruinas de Babilonia, la ciudad capital se encuentran en la provincia de Babil en el actual Iraq.

mitades del III milenio a.C. Para esta época se han encontrado evidencias de que los sumerios ya habían desarrollado un estilo silábico en su escritura, que daba cuenta de los logros en cuanto a la capacidad de los pueblos primitivos para establecer vínculos entre la lengua hablada y las formas que reflejaban su sintaxis y fonología.

♦ GRECIA Y LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

El conocimiento científico que en la actualidad es una de las manifestaciones más relevantes de la cultura de la humanidad, comenzó a gestarse como parte del “milagro griego” en el siglo VI antes de nuestra era (Aquiles Gay, 2002). El desarrollo logrado en Grecia abarcó no solamente las expresiones del conocimiento científico-técnico sino también los campos de las artes y las disciplinas éticas y políticas.

La organización social en sus manifestaciones democráticas de la vida política así como también los desarrollos del conocimiento técnico en el campo militar mostraron grandes avances en el mundo griego. El ingenio puesto de manifiesto por esta civilización aún se puede apreciar en las construcciones civiles y religiosas de las cuales se conservan maravillosos monumentos en donde se aprecia la manera como contribuyó la civilización griega⁷ a la cultura de la humanidad.

7 La civilización griega, asentada en territorios que rodeaban el Mar Egeo y el Jónico comprendidos desde la península de los Balcanes que se unía con la península del Peloponeso y el istmo de Corinto. Tiene sus orígenes en la civilización cretense, que se remontan al III milenio a. C. Esta cultura logró los más altos niveles de desarrollo; desde la edad de bronce tenía dos ramificaciones: la civilización Cretense (minoica), que habitaba la isla de Creta, en el noroeste de Egipto, estaba comunicada por importantes rutas marítimas a

Sin embargo, en las prácticas científicas hay un marcado desarrollo en los conocimientos cuya producción no requería de métodos de observación y verificación empírica, en contraste con los conocimientos técnicos orientados a las labores agrícolas, pecuarias, la extracción y producción de elementos para la vida diaria, derivados de práctica como la metalurgia y la construcción de edificaciones monumentos⁸, incluyendo labores artísticas tales como el realizar esculturas. En general, los conocimientos cuyas aplicaciones se dirigían a la transformación de las prácticas productivas –con uso intensivo de la mano de

los países orientales. La civilización Heládica (micénica), ubicada en la zona del Peloponeso y desde Micenas dominó el Mediterráneo después del año 1500 a. C., relevando el liderazgo de Creta. Entre las principales regiones griegas encontramos las de Atenas, Esparta, Argos y Tesalia.

La cultura griega extendió su comercio por todo el Mediterráneo llegando hasta los actuales países de Italia y España. Aun se conservan sus famosas vasijas de cerámica y esculturas, que junto a los aceites y vinos fueron productos de gran comercio. Ejercieron el predominio en todo el Mediterráneo Oriental. La escritura lineal de los griegos proviene de los fenicios la arquitectura de los babilónicos. Entre sus rasgos culturales más destacados se encuentra la práctica de los deportes (las actuales olimpiadas tuvieron allí su origen). En el culto predominó el politeísmo, pero como dice Voltaire en su diccionario filosófico, Júpiter entre los griegos fue reconocido como el Dios supremo entre dioses y hombres.

8 **El Partenón** es el más reconocido monumento griego; templo dirigido en su construcción por Fidias –Atenas, 490 a.C. a 431 a.C. fue el artista más famoso de Grecia en el período clásico– dirigió su construcción entre los años 477 y 432 a.C. La edificación está compuesta por ocho columnas de mármol en ambas fachadas y 16 en cada lateral, grandes exponentes del arte dórico. En su friso se representaba la guerra de Troya y las luchas contra las amazonas y los centauros. La desaparecida estatua de Atenea de oro y marfil con quince metros de altura, también fue obra de Fidias. La Acrópolis, lugar donde se ubica el Partenón y otros muchos monumentos de esa época, ha sido parcialmente destruida por sucesos como la instalación turca en 1687, de un depósito de pólvora.

obra— fueron muy subvalorados, ya que según los aportes de las disciplinas históricas, los griegos tenían un gran rechazo hacia el mundo material. Por ello, los inventos y avances en el campo técnico no se incorporaron a lo que hoy conocemos como “la cultura griega”.

La razón para ello fue la existencia de grandes diferencias sociales, arraigadas en el sistema esclavista de producción, que llevó a desconocer la importancia de los conocimientos desarrollados en el ámbito de todas aquellas actividades que eran realizadas por los esclavos o los extranjeros. Cabe recordar que tanto Platón como Aristóteles se oponían a la realización de actividades prácticas por considerarlas no dignas para los ciudadanos griegos. Tanto así, que se le atribuye a Platón el haber generado desde sus concepciones filosóficas, dos infranqueables divisiones entre las prácticas o realizaciones humanas, que antes de él, se agrupaba el mundo material y espiritual en una concepción integral de la cultura.

Esta división estableció la separación entre las técnicas productivas manuales y los conocimientos y capacidades derivados de los procesos de educación, entre los cuales se encontraba la formación filosófica, ética y de valores. Es ésta considerada como una cultura restringida, según lo propone Medina (2000). De acuerdo con Platón las técnicas manuales habían de considerarse más o menos *puras o impuras* según estuvieran relacionadas con ciencia (*episteme*), esto es, según su mayor o menor grado de contenido científico.

Agrega Medina (2000) que, Platón diferenció en su texto *Philebo* las técnicas de construcción de edificios, naves y la carpintería con respecto a la música, la agricultura y el mando militar, por ejemplo, poniendo en un lugar superior las prime-

ras por hacer uso de conocimientos matemáticos los cuales las hacían más seguras, mientras que las últimas eran consideradas como inferiores, según Platón, por estar basadas en conjeturas. Este filósofo griego atribuye además la guerra y la decadencia moral al desarrollo de las técnicas artesanales, al comercio y a la aparición de las ciudades, siendo éstas las supuestas causas de los mayores males de la humanidad, como lo registra en su texto *Leyes*, donde Platón⁹ nos da una versión del desarrollo histórico de la humanidad, que tiene como punto de partida una época en la que los seres humanos vivían felices del pastoreo y de la caza, que les brindaban suficiente comida, sin dar lugar a la existencia de diferencias entre ricos y pobres y por lo tanto no imperaba la injusticia sino la virtud.

Con fundamento en estas teorías, Platón se opuso a los avances técnicos y fue un crítico de las formas de vida que traen consigo, por ello trata que los ciudadanos griegos no practiquen el comercio, las artes y demás técnicas y que sean permitidas solamente a los esclavos y extranjeros. Aristóteles poco difiere de estos planteamientos y en su texto *Política* propone que se evite, entre los ciudadanos libres, el aprender los trabajos de los artesanos y esclavos caracterizados como de bajo nivel por carecer del conocimiento teórico, que constituía la *episteme* o ciencia. La técnica —*empeiria*— o el saber primario de tipo inferior correspondían a la *doxa*, carente de toda posibilidad de teorización. En la *Ética a Nicómaco*, Aristóteles explica la diferencia de intereses entre un geómetra y un artesano quien, según él, este último posee un interés técnico en conocer la aplicación del conocimiento de los ángulos para la realización de sus actividades,

9 *Leyes*, diálogo tardío de Platón (677^a-682c), citado por Medina, 2002.

mientras que el geómetra posee un interés superior, orientado al conocimiento científico de querer saber qué es un ángulo recto, sin que en su conocimiento interfirieran otros intereses como la producción de objetos materiales. Paradójicamente, aún subsisten estas consideraciones de subvaloración del trabajo técnico, que basa su conocimiento en la experiencia y se deja de reconocer que han sido este tipo de prácticas las que han generado las condiciones de supervivencia de los seres humanos.

Es así como, puede afirmarse que Platón y Aristóteles contrapusieron el conocimiento teórico acerca de la naturaleza y su estudio de carácter contemplativo a las actividades que requerían de la acción o intervención humanas, profundizando la separación entre naturaleza y técnica. A los objetos artificiales, resultado de las prácticas técnicas y artesanales, se les consideraba menos reales que los "originados en la naturaleza". Y así mismo, las personas que se ocupaban de las actividades técnicas y la producción de artefactos técnicos eran vistas de manera excluyente. Esta actitud y prejuicios frente a los conocimientos técnicos limitaron enormemente la posibilidad de que los griegos avanzaran hacia el desarrollo, conservación y transmisión de conocimientos científicos de carácter experimental.

Bertrand Russell (1988), afirma que es sorprendente que los griegos, eminentes en casi todos los ramos de la actividad humana hicieran tan poco para la creación de la ciencia¹⁰. Por ello, "la gran hazaña intelectual de los griegos fue la geometría, que juzgaban como un estudio *a priori*, derivado de premisas

10 Puede entenderse esta afirmación de Bertrand Russell en el sentido de que los griegos no desarrollaron la "ciencia moderna", esto es, ciencia producida haciendo uso de métodos experimentales.

evidentes por sí mismas, y que no requerían de verificación experimental" (Russell, 1988, 8). Hicieron uso de la deducción, como método para la producción del conocimiento, más que de métodos inductivos, lo que favoreció el desarrollo de la matemática. Sin embargo, esta ciencia posteriormente fue relegada ya que durante todo el período medieval en el territorio europeo predominaron los conocimientos de carácter teológico, dada la gran influencia religiosa que hizo buscar la explicación a muchos de los hechos naturales en la intervención divina.

La actitud contemplativa de los griegos los condujo, como dice Russell, al sentido de observar el mundo "como poetas que como hombres de ciencia; en parte, creo, porque toda actividad manual era indigna de un caballero, de suerte que todo estudio que requiriese experimentos parecía un poco vulgar. Quizás fuera caprichoso relacionar con este prejuicio, el hecho de ser la astronomía, la rama en la que los griegos se mostraron más científicos, ya que aquella ciencia se refiere a cuerpos que sólo pueden ser vistos y no tocados." (Russell, 1988, 8).

A manera de síntesis podemos decir que este gran hito del nacimiento de la ciencia en el mundo griego, especialmente en la época de florecimiento de Atenas, no logró avanzar hacia la ciencia experimental por el desprecio y, en la mayoría de los casos, por la indiferencia hacia los experimentos y a:

[...] la aplicación práctica del saber teórico, aunque no puede negarse que se realizaron desarrollos notables en la mecánica aplicada, como en los tiempos de Arquímedes; pero esto se debe no a un cambio de actitud sino a necesidades prácticas de la época, a la cual el científico debía responder; esta actitud es claramente comprensible si tenemos en cuenta que el trabajo material es ocupación de los esclavos y de la gente de

baja condición social. El saber no se orientó hacia la invención de máquinas que facilitaran o hicieran más rápido el trabajo humano: la facilidad de consecución de esclavos hacía innecesaria la innovación técnica. Esta situación dio lugar al desprecio por aquellas actividades que no fueron intelectuales; y así no sólo se ennobleció el trabajo teórico, propiciándose el avance de las matemáticas y la filosofía, sino que, además, alejó la ciencia de la práctica. En esta sociedad el pensamiento creador se convirtió en privilegio de las clases económicamente independientes. La división entre trabajo teórico y práctico (el experimento exige manipulación material), entre la ciencia y técnica es una nota dominante en el hacer científico griego, que al olvidar el contacto con la naturaleza y con las necesidades concretas de mejoramiento de los medios de producción que conllevaran a elevar la condición de los hombres del pueblo o aligerar el trabajo de los esclavos, no puede hacer más que hundirse en el pensamiento metafísico, en la lógica o en la matemática. Realmente es ésta la razón social del gran auge, sobre todo de la geometría, en la Antigüedad (Sepúlveda, 2003, 24).

♦ EL CONOCIMIENTO EXPERIMENTAL EN EL IMPERIO ALEJANDRINO

Con el advenimiento del imperio de Alejandro –de 334 a 324 a. C.–, vendría un período de auge en el que la ciencia se contactará con lo real, la mecánica alcanzará grandes éxitos con Arquímedes, la astronomía avanzará con Hiparco. Es en este campo –de la astronomía– que en Grecia se lograron notables avances, allí se afirmó por primera vez que la Tierra es redonda, e igual que Copérnico, se plantearon teorías acerca de “la revolución de la Tierra, y no la revolución de los cielos”, explicando que contrario a las observaciones cotidianas, es la Tierra la

que realiza el movimiento alrededor del Sol. Por referencias de Arquímedes se sabe, según un escrito suyo al rey Gelón de Siracusa, que Aristarco de Samos tenía la hipótesis de que la Tierra giraba alrededor del Sol, el cual estaba situado en el centro de la órbita descrita en este movimiento. Los griegos “[...] también descubrieron métodos válidos para medir la circunferencia de la tierra. El geógrafo Eratóstenes la estimaba en 250.000 estadios (unas 24.662 millas) que no está muy lejos de la verdad. El más científico de los griegos fue Arquímedes” (Russell, 1988, 8). Plutarco al hacer referencia a Arquímedes, “lo disculpa por sus incursiones en temas prácticos” porque estaban orientados a ayudar al rey en un momento de peligro. De Arquímedes se conocen sus obras *Sobre los cuerpos flotantes*¹¹, *Sobre el equilibrio de los planos*, etc.; no han llegado hasta nuestra época escritos acerca de los inventos técnicos, que al parecer fueron muy numerosos y según dice Aquiles Gay (2002) posiblemente no los describió al pensar que carecían de interés en el mundo de los sabios por ser eminentemente prácticos. Sin embargo, Arquímedes y con él Herón de Alejandría (aprox. 150 a.C.), fueron hábiles constructores de hábiles constructores de artefactos técnicos y fieles representantes de la escuela de Alejandría.

Podemos afirmar que los vínculos entre el poder y el conocimiento científico no son nuevos, esto es una particularidad de la sociedad contemporánea, también en la época de Arquímedes fue evidente la ayuda que este científico le brindó

11 Russell (1988), referencia esta obra, la más conocida de Arquímedes, como concebida a raíz de la resolución del dilema acerca de la corona del rey Hieron, de la cual se sospechaba que no era de oro puro y que de manera deductiva, pero básicamente experimental, fue resuelto por Arquímedes, supuestamente mientras tomaba un baño.

a los príncipes de su tierra, con múltiples inventos para ayudar a defender a Siracusa de las invasiones, especialmente de los romanos, quienes precisamente ocasionaron su muerte (en 212 a.C.). Algunas narraciones aseguran que fue asesinado por un soldado romano mientras estaba absorto resolviendo un problema matemático.

ROMA Y EL ABANDONO DE LA CIENCIA GRIEGA

La instauración del imperio romano contribuye con la transformación de los conocimientos en Occidente. Para estos nuevos dominadores en la esfera del mundo resultaron difíciles de asimilar conocimientos como el de la filosofía y la matemática griega; para este pueblo, conquistador y enfrascado en las conquistas militares, carecían de interés muchos de los resultados de algunas ciencias que no tenían aplicaciones directas en la producción de información útil, por ejemplo, para inventariar los logros de sus conquistas en otros territorios.

Por lo tanto, avanzaron en el conocimiento de la geografía, la cual les facilitaba enormemente sus labores para la invasión de territorios antes desconocidos. El derecho, la ingeniería, la arquitectura, la literatura y la política, cobraron gran preponderancia en el imperio romano. Entre ellos cabe destacar la creación de un cuerpo jurídico que hoy conocemos como el Derecho Romano.

Los romanos también se caracterizaron por sus grandes logros técnicos y por la capacidad para planificar de manera racional la extracción de recursos, tanto en el campo de la minería como en la agricultura. Así mismo, realizaron grandes obras de ingeniería de carácter público, como son los ya famosos acueductos, los baños y teatros romanos, los puertos y carrete-

ras que permitían la comunicación en todo el amplio territorio conquistado, son obras que aún subsisten a pesar de tener 2000 años de antigüedad.

Todas estas obras fueron el resultado del trabajo manual, aunque los romanos al igual que los griegos, lo consideraron como signo o causa de "degradación y de aniquilamiento del estatuto ciudadano". Aun así, la esclavitud como modo de producción, fue en muchos casos la fuente principal de la economía. Otra parte importante para el sostenimiento del imperio provenía del saqueo a los pueblos dominados. Sin embargo, la civilización romana, considerada hoy como uno de los más grandes imperios en la historia de la humanidad, también "se hundirá en la crisis final del esclavismo de la Antigüedad" (Sepúlveda, 2003, 24), y con ella, la ciencia antigua habrá cumplido su tiempo, como lo señala este autor.

La herencia griega portadora del conocimiento científico, más allá de Roma, se logró sostener por la vía de los pueblos mahometanos, quienes con la toma de Alejandría mantuvieron el interés por la ciencia y especialmente por la matemática. La cultura árabe marca una tendencia nueva con respecto a la cultura griega, ya que fue un pueblo menos reacio a la experimentación. Profundizaron en los conocimientos orientados a la química, de la cual esperaban que ésta les aportara las bases para transmutar los metales en oro, descubrir 'la piedra filosofal', y confeccionar el 'elixir de la vida'. En parte, el carácter metafísico de estas aspiraciones facilitaron que se identificaran con ellas fácilmente los posteriores estudiosos de la química a lo largo de la Edad Media, tradición que pasó de los árabes a los pueblos cristianos, que luego de la "caída de Roma", recibieron su influencia, por la vía de los pueblos conquistados, especialmente

desde su ingreso a Europa y durante su larga permanencia en la Península Ibérica.

Así, todas estas prácticas técnicas y científicas conforman el acervo cultural que fundamenta y se constituye en los antecedentes de lo que será conocido a partir del Renacimiento como la ciencia moderna.

EL MEDIEVO Y EL TRÁNSITO A LA MODERNIDAD

Con el ingreso de los pueblos bárbaros al territorio romano durante el siglo IV, se produce la caída del imperio romano y a su vez, la decadencia general de los conocimientos técnicos y la casi extinción de la ciencia grecorromana. El nivel de vida en Europa se tornó primitivo y durante la Edad Media el hombre europeo tuvo que recomenzar prácticamente de cero, en un período de la historia que va desde el siglo V hasta mediados del siglo XV. En esta época, contrario a lo que parece, dado el predominio de los conocimientos metafísicos, se difunde el conocimiento técnico y con él, el arado de reja de hierro, el telar, los molinos de agua y de viento (Gay, 2000).

Desaparece en esta época la esclavitud como fuente de energía para la realización del trabajo, provocando una transformación radical en el modo de producción. La población europea conformó su esquema productivo a partir del tributo al señor feudal por parte del siervo, superando la esclavitud pero desarrollando nuevas formas de sumisión y explotación de la mano de obra servil. El artesanado a que dio lugar esta nueva forma de producción, no presentó grandes subdivisiones frente al campesino tradicional que laboraba en los feudos, dado que todo el proceso productivo, desde obtener y adecuar la materia prima y transformarla en un producto acabado, conducirla al

lugar de la venta o intercambiarla, era labor del mismo artesano productor.

En esta época se hace un uso intensivo y sistemático de fuentes de energía que reemplazan tanto la mano de obra humana como a los animales, originando con ello la mecanización, así entonces, el desarrollo de la agricultura, los conocimientos técnicos que se introducen como el herrado de los caballos y la fabricación y uso de estribos, junto con el aprovechamiento de la naturaleza como fuente de energía (molinos de viento por ejemplo), mejoran enormemente la calidad de vida, originando grandes transformaciones socioculturales.

Según Aquiles Gay (2002), hay planteamientos que aseguran que el desarrollo de estos nuevos conocimientos, que a la postre llevarían al desarrollo de la sociedad industrial, fueron ocasionados por la escasez de la mano de obra, en parte por la desaparición de las formas de producción basadas en la esclavitud y a consecuencia de las grandes epidemias que minaron la población europea. Otros, plantea el mencionado autor, sostienen que la superación de una 'actitud mental' de temor a la violación de los designios sobrenaturales preconizados por la Iglesia Católica y el alejamiento de la búsqueda del conocimiento desinteresado y contemplativo, a la manera practicada por los griegos, condujo a la incursión en otras formas de conocer y aprovechar los resultados de la actividad técnica para el mejoramiento de las condiciones de vida de los nuevos ciudadanos y el aumento de la riqueza gracias a la posibilidad de comercialización de nuevos productos.

Entre los siglos XIII y XIV se extendió en el territorio europeo el uso de fuelles para las labores de forja; en el siglo XV las bombas para extraer el agua de las minas, rápidamente conduciría a su

uso masivo y a la aplicación en múltiples tareas, diversificación que se aunó al de las máquinas para trefilar, usadas en los inicios de la industria textil; y las innovaciones en el uso y construcción de los molinos de viento. Innovaciones que se constituyen en el nuevo paisaje del conocimiento europeo, tanto en el campo de las técnicas como en el inicio de las tecnologías, anunciando el advenimiento de la Revolución Industrial.

Por lo tanto, tres fuentes de energía fueron las que soportaron el desarrollo técnico y productivo durante la Edad Media, la animal, que remplazó la mano de obra esclava especialmente en el arado, la eólica que se introdujo en Europa como consecuencia de la influencia árabe y por último, la hidráulica. Éstas dinamizarían todas las actividades productivas y la vida cotidiana, marcando el rompimiento con las antiguas tradiciones y abriendo paso a lo que hoy conocemos como "la mecanización", gracias a la cual se ha liberado el trabajo humano de las labores más pesadas, tanto en el campo como en la minería.

La invención del reloj, el conocimiento del papel, la brújula y la pólvora (invenciones ideadas en China e introducida por los árabes a Europa), contribuyeron a transformar no solamente las actividades productivas sino también, la sociedad, abrieron paso además a nuevos caminos y posibilidades para ampliar el territorio y con ello el conocimiento y uso de nuevos materiales, plantas y culturas, lo que fue desde entonces una constante al expandirse la navegación marítima.

El mundo tecnológico –artificial– gestado desde el Medioevo con la aparición del dominio de la naturaleza, sin restricciones de carácter moral, transforma la estructura social, dando lugar a grandes ventajas pero también a problemas, como el deterioro ambiental, la contaminación y destrucción de fuentes de

agua, el uso intensivo de los recursos naturales y el desarrollo de nuevas formas de esclavitud entre los pueblos aborígenes, no pertenecientes al dominio de la 'civilización europea' como ocurrió en el territorio americano.

MODERNIDAD, SOCIEDAD Y CIENCIA

Junto a las transformaciones socioeconómicas, que desde mediados del siglo XII se habían fraguado en Europa, a los avances y desarrollo de innumerables técnicas, a la aparición de un floreciente comercio y a la gestación inicial del capitalismo, se dio inicio a una revolución del conocimiento sin precedentes en la humanidad: el surgimiento de prácticas de producción del conocimiento basadas en la 'observación científica del mundo'; revolución cultural que vieron nacer las escuelas francesas como la de Chartres (Aristizábal, 1996).

Es así como se sentaron las bases para la gran revolución copernicana del siglo XVI, que tal como es explicada por Kuhn (1978), hasta ahora hace parte de una gran empresa del conocimiento, que desde la antigüedad se consolidó no sólo mediante planteamientos astronómicos, filosóficos, astrológicos, religiosos y físicos sino que produjeron un cambio de paradigma que revolucionaría la visión geocéntrica de Tolomeo. Dado que, Copérnico (*De Revolutionibus*, 1543) propuso entender el desplazamiento de los astros superando la teoría que ubicaba la Tierra como el centro del Universo; transformó además, el sistema celeste al poner el Sol en el centro y la Tierra girando a su alrededor. Estas ideas, llegaron a permear la sociedad de manera que se transformaron los valores, las creencias y el método para indagar acerca del universo. Desde ese momento

la teología comenzó a ser abandonada como teoría explicativa del origen y ordenamiento del cosmos.

En esta revolución "copernicana" y en las grandes transformaciones que generó, podemos encontrar los fundamentos por los cuales ha adquirido gran reconocimiento la ciencia moderna en la cultura de Occidente. Desde Copérnico, pasando por Galileo y culminando en el siglo XVII con Newton, dicha revolución no sólo dio respuesta a fallas en la resolución de problemas –como lo reconoció el mismo Copérnico en su prefacio al *De Revolutionibus*– sino que también respondió a la presión social de la época en pro de la realización de una reforma del calendario, que era apremiante (Kuhn, 1986) para resolver los "enigmas" causados por la imprecisión del sistema tolemaico; todo ello contribuyó al derrumbe de las viejas teorías, se tomaría en "consideración la crítica medieval a Aristóteles, el ascenso del neoplatonismo en el Renacimiento, así como también otros elementos históricos significativos" (Kuhn, 1986, 117).

El derrumbamiento de este paradigma, que hundía sus raíces en la tradición aristotélica, conllevó grandes impactos sociales por el cuestionamiento a las tradiciones religiosas, de las cuales conocemos el juicio llevado a cabo por la Santa Inquisición sobre Galileo¹², confrontación histórica entre la

12 Con Galileo Galilei (1564-1642) se produjo el nacimiento de la ciencia basada en el método experimental, en cuya influencia, la técnica fue fundamental, las herramientas que proporcionó como el reloj, el telescopio, los elementos de medición, etc. permitieron la ampliación del campo de la observación y de la experimentación, y por ende puede afirmarse que el surgimiento de la ciencia moderna, está vinculada a la técnica. Es así como, transcurre el período denominado Renacimiento hasta los inicios del siglo XVII, cuando Kepler dio a conocer sus teorías sobre el movimiento de los planetas, e Isaac Newton formuló una nueva teoría acerca del universo, donde pone de manifiesto

ciencia y la religión, que sólo ha alcanzado tan alto nivel de efervescencia a comienzos del siglo XX, con la aparición de la teoría evolucionista de Darwin y, en la actualidad, aunque de manera más moderada, con la aparición de las tecnologías relacionadas con el control natal y la posible clonación de seres humanos (Aristizábal, 1996).

LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Para el desarrollo de la industria, se hizo necesaria una gran transformación en las formas productivas que dieron inicio a la implantación del capitalismo. En algunos países, éstas se dieron como resultado de las 'revoluciones burguesas' que condujeron al rompimiento del vínculo entre el campesino y la 'gleba', esto es, despejar las limitaciones impuestas por relaciones sociales, económicas y culturales que impedían el desplazamiento de la mano de obra desde un territorio a otro, es decir, que los campesinos sin tierra e instrumentos de labranza pudieran desplazarse a su antojo,

el estrecho vínculo de sus planteamientos matemáticos con los fenómenos físicos, en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Así mismo, cuando Francis Bacon (1620) publicó las reglas que constituyen el tratado acerca del 'método científico', se propone el sustento del quehacer científico basado en el uso del método experimental. Se propone además, el uso del método deductivo en los procedimientos matemáticos y la conveniencia del método inductivo para la producción de las leyes de científicas, esto es, se revoluciona el conocimiento científico desde sus fundamentos al sostener que la realización de observaciones específicas es el requerimiento básico para la formulación de generalizaciones (Aristizábal, 1996).

[...] y elegir su profesión, y "libres" también de los instrumentos y los medios de trabajo, es decir, carentes de los medios de subsistencia y obligados a aceptar cualesquiera condiciones de venta de su fuerza de trabajo, incluso las más duras. No menos necesaria era otra condición: la concentración de considerables recursos (capital) en unas cuantas manos. Cuando aparece gente obligada a vender su fuerza de trabajo libre y, por otra parte, gente rica, capaz de comprarla, se crean posibilidades reales para el surgimiento de la fábrica capitalista, para una aplicación amplia de las máquinas, es decir, las condiciones imprescindibles para el éxito de la revolución industrial (Mijailov, 2002, 8-9).

En Inglaterra, el país donde se desarrolló de manera clásica el capitalismo y en el cual se originó la primera revolución industrial, se produjeron a principios del siglo XVI los más notorios desalojos de los campesinos de los feudos. Se sustituyeron los cultivos tradicionales para dar paso a la siembra de pastizales destinados a la crianza de ovejas; es así como se proveería a la naciente industria textil con lana, materia prima requerida en su producción, pero al mismo tiempo, la mano de obra necesaria para abastecer de trabajadores asalariados a una industria naciente en las ciudades, que en un plazo breve, duplicaron su población varias veces; la ciudad de Manchester, por ejemplo, que en 1688 tenía 6.000 habitantes pasó a 40.000 en 1760 y en 1816 ya contaba con 140.000 habitantes (Mijailov, 2002).

La ruina del artesanado de las ciudades y del campo, hiladores y tejedores que sucumbieron ante la industria es otro de los impactos de la instauración del capitalismo. Con la invención de 'Jenny', la primera hiladora mecánica, Jaime Hargreaves en 1764 mostró las grandes ventajas del conocimiento

tecnológico frente al trabajo artesanal; proceso que condujo a la desarticulación del trabajo familiar y con ello, se puso también a disponibilidad de la industria la mano de obra de niños y mujeres que llegarían a tener los más altos niveles de explotación en los territorios donde se instauró el capitalismo industrial.

El desarrollo industrial no se limitó a la industria textil se propagó a todas las ramas de la producción. En especial, el sistema fabril se benefició con las invenciones una de ellas fue "la máquina de vapor" a la cual se le atribuye haber sido la primera de las máquinas motrices industriales. Desde 1712 y durante más de medio siglo se habían usado máquinas de este tipo en la minería inglesa como aplicación de la máquina de Newcomen, siendo de gran utilidad para extraer el agua de las minas de carbón. En 1764 una versión de estas máquinas llegó al taller del ingeniero escocés, James Watt, quien la mejoró haciéndola más eficiente. Mejora que dio lugar a una revolución en las actividades productivas y que conduciría a la revolución industrial.

Revolución que ocasionaría más cambios en la vida del hombre que los ocurridos desde la revolución neolítica, desde diez mil años atrás. Con la construcción de la primera fábrica basada en la máquina de vapor –en 1790– se dio el despegue de la sociedad industrial, y sus transformaciones políticas y económicas que también llegaron a Estados Unidos de Norteamérica, país que rápidamente se convirtió en paradigma del desarrollo del conocimiento tecnológico en el mundo occidental. A lo cual contribuyó enormemente, James B. Francis, inmigrante inglés cuyos trabajos muestran cómo la tecnología se fundamentó en una combinación de técnicas especializadas y ciencias, dando lugar a su principal y más importante aporte: el diseño de un

turbina hidráulica a partir de "métodos teóricos" que contribuyeron desde entonces a percibir el gran componente científico que se encontraba presente en la tecnología.

Se propició, además, una transformación radical al configurarse a partir de la revolución industrial, un cambio en la manera como la gente concebía el mundo gracias a su forma de producir el conocimiento científico –teórico–, pero a partir del predominio del conocimiento tecnológico –experimental y aplicado– comenzó a afectarse, cada vez más, la manera como la gente vivía (Aristizábal, 1996), asimismo, se produce el conocimiento necesario para su subsistencia.

LA TECNOCIENCIA

En la sociedad contemporánea denominada *sociedad del conocimiento* "la ciencia y la tecnología forman ya un entramado único en el que es difícil separar una práctica de la otra" (Broncano, 1995, 16), para denominar dicha unión, se ha generalizado el uso del término *tecnociencia*, el cual ha puesto en evidencia que la separación entre ciencia y tecnología pierde sentido cuando se examinan las actividades para su producción, distribución, apropiación y uso; es decir, en la actualidad se conjugan las tradicionales divisiones del conocimiento científico y tecnológico en complejas prácticas (García, 2004, 109).

Este complejo entramado denominado *tecnociencia*, ha cobrado un gran dinamismo al irrumpir en la sociedad las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, que desde los años 70 del siglo anterior, transforman e influyen de manera notoria la forma de producir el conocimiento, dado que desaparecen los límites temporales y espaciales para el desarrollo

de la investigación, gracias a la conformación de redes mediadas por los desarrollos de las telecomunicaciones y de la informática.

Es así como la *tecnociencia* ha generado una nueva revolución en el conocimiento que se ha extendido en la sociedad, generando incontables beneficios; sin embargo, surge también la pérdida de confianza por parte del gran público frente a los logros científicotecnológicos alcanzados en las últimas décadas, al hacerse visibles poco a poco sus impactos negativos. Esto ha conducido a una búsqueda de control social frente a los posibles desastres que se ocasionan en el medio ambiente y la salud de las personas, pero que son no sólo una amenaza del presente sino también para el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Aristizábal, J. 1996. *El avance de la humanidad a través de los hitos históricos*. En *Revista Innovación y Ciencia*. Bogotá: Colciencias. Volumen V. N° 2. p. 54-63.
- Basalla, G. 1991. *La evolución de la tecnología*. Barcelona: Crítica.
- Broncano, F. 1995. *Nuevas meditaciones sobre la técnica*, Valladolid: Trotta.
- Domínguez, R. 2007. *Innovación y estética en los inicios de la Revolución Industrial: El nacimiento del Diseño Industrial*. En: *Ética, Innovación y Estética*. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano. Serie Textos Académicos, pp. 111-135.
- García, F. 2004. *La relación ciencia y tecnología en la sociedad actual: Análisis de algunos criterios y valores epistemológicos y tecnológicos y su influencia dentro del marco social*. *Revista Argumentos de Razón Técnica*. N° 7. 2004, Universidad de Sevilla: 109.
- Gay, A. 2002. *De la tecnología a la educación tecnológica*. Buenos Aires: INET. Serie Educación Tecnológica, N° 1.
- _____. 2002. *La tecnología en la historia*. Buenos Aires: INET. Serie Educación Tecnológica, N° 6, p. 141-160.

- Kuhn, T. 1978. *La Revolución Copernicana: La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*. Barcelona: Ariel.
- _____. 1992. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Latour, B. 1987. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts, Tenth printing, 2002.
- Leroi-Gourhan, A. 1971. *El gesto y la palabra*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Medina, M. 2000. *Ciencia, tecnología y cultura*. En Medina, Manuel y Kwiatkowska, Teresa, eds. *Ciencia, Tecnología /Naturaleza, Cultura en el siglo XXI*. Universidad Autónoma Metropolitana, Anthropos.
- Mijailov, M.I. 1971. *La revolución industrial*. Santafé de Bogotá: Lito Imperio, 2002.
- Mumford, Lewis. *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza.
- Russell, B. 1988. *El panorama de la ciencia*. Santiago de Chile. Editorial Lord Cochrane S.A., <http://www.federacionatea.org/documentos/Bertrand,%20Russell.pdf> (Recuperado el 20 de mayo, 2009).
- Sepúlveda, A. 2003. *Los conceptos de la física. Evolución histórica*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Toffler, A. *El shock del futuro*. Barcelona: Plaza y Janés, 1994.

2.2 HITOS CENTRALES EN EL SURGIMIENTO DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Raúl Alberto Domínguez Rendón¹

A continuación se hace referencia al fenómeno denominado genéricamente como la Revolución Industrial –cuya primera fase se presentó entre 1760 y 1830, pero cuyos efectos directos se expandieron hasta principios del siglo XX– donde se produjeron algunas innovaciones tecnológicas importantes que constituyen hitos y coordenadas centrales en la estructuración de la disciplina del diseño industrial, innovaciones que se reseñan sucintamente:

- 1775: James Watt perfeccionó la máquina de vapor
- 1801: Robert Trevithick hizo funcionar una locomotora de vapor
- 1807: Robert Foulton hizo navegar un buque de vapor
- 1831: Michael Faraday descubrió la corriente electromagnética
- 1837: Samuel Morse desarrolló el telégrafo y el Código Morse
- 1859: Etienne Lenoir demostró el funcionamiento del motor a gasolina

¹ Historiador, Magíster en Estética de la Universidad Nacional de Colombia, con tesis meritosa. Miembro del Grupo de Investigación CTS del ITM. Doctor en Estudios de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco (España). Director de Relaciones Nacionales e Internacionales del ITM. E-mail: rauldominguez@itm.edu.co

- 1867: Alfred Nobel produjo dinamita
- 1876: Graham Bell inventó el teléfono
- 1877: Thomas Alva Edison inventó el fonógrafo
- 1879: Thomas Alva Edison inventó la bombilla incandescente
- 1888: Heinrich Hertz produjo ondas de radio
- 1896: Guglielmo Marconi patentó el telégrafo
- 1903: Hermanos Wright volaron el primer aeroplano
- 1908: Henry Ford produjo masivamente el Modelo T de automóviles

El impacto de los cambios propiciados por la Revolución Industrial, en Inglaterra inicialmente, fueron condicionados por las estructuras sociales y económicas previas, de ese modo, en un comienzo, los procesos de producción fueron adaptaciones y desarrollos de técnicas y procedimientos artesanales tradicionales². Existe consenso en que fue en la Exposición Universal de 1851 donde se exhibieron por primera vez muchos de los métodos de manufactura, ideados sobre todo en Estados Unidos, que establecían los principios de los procesos y sistemas fundamentales de la moderna producción industrial en serie: "Éstos se caracterizan por la producción a gran escala de productos normalizados, compuestos de piezas intercambiables, fabricados en una secuencia de operaciones mecánicas

2 Para una historia de la Revolución Industrial se pueden consultar dos textos fundamentales de Eric Hobsbawm (1981 y 1985), donde este autor muestra las condiciones económicas y sociales precisas –como las que rodearon la producción de textiles entre 1750-1800 y la construcción de ferrocarriles entre 1830-1850, de cara a una amplia expansión del mercado que justificaba la diversificación y perfeccionamiento de métodos técnicos tradicionales– que impulsaron el despegue de la Revolución Industrial.

simplificadas con la ayuda de máquinas-herramienta" (Heskett, 1985, 51). Este método de trabajo, conocido como "sistema americano", además de los métodos de producción afectaba también todos los aspectos de la organización y coordinación del proceso productivo, los sistemas mediante los que se comercializaban los productos así como la configuración y estilo de los artículos fabricados.

Desde el siglo XVIII hubo puntualmente en Europa algunos procesos mecánicos para producción de partes de relojes y de fusiles, por ejemplo. Pero fue con los albores del siglo XIX que en Estados Unidos se sentaron y difundieron las bases sólidas del "sistema americano", inicialmente aplicado a la fabricación de mosquetes compuestos de piezas intercambiables entre sí, lo cual demandaba gran precisión en las medidas. Es así como los armeros, desde John Hancock Hall hasta Samuel Colt a mediados del XIX, para poder aplicar los procedimientos de fabricación en serie tuvieron que simplificar al máximo cada una de las partes del arma de fuego, reduciendo al mínimo los elementos decorativos de su aspecto externo que las había identificado por mucho tiempo.

Obviamente, estas innovaciones que facilitaban la producción masiva de armas de fuego más seguras y baratas se impusieron más expeditamente gracias a la alta demanda de las fuerzas armadas gubernamentales de Estados Unidos, envueltas en varios conflictos y con los recursos necesarios para cubrir el costo inicial de la instalación de los equipos y materiales requeridos para montar el nuevo sistema. Otros campos de aplicación del nuevo sistema industrial fue el de la relojería y el de la maquinaria industrial y agrícola con su variedad de piezas separadas, normalizadas e intercambiables, que penetraban

mercados cada vez más amplios donde la demanda superaba ya el ritmo de producción.

Aunque es un lugar común que los productos norteamericanos, comparados con los europeos, presentaban un acabado deficiente, materiales pobres y falta de armonía en sus formas, esta visión ha sido discutida (Heskett, 1985). Se diferenciaban en ese momento no sólo por los sistemas de producción utilizados sino por la totalidad de los valores culturales y sociales que representaban unos y otros: el lado europeo se basaba en la tradición artesanal, donde el valor económico y estético del producto radicaba en la cantidad de trabajo cualificado invertido en su confección, y el americano se enfocaba en los medios y métodos industriales, donde primaba el volumen de la producción y la utilidad de los productos para amplios sectores de la población. Junto con los artefactos utilitarios surgió también toda una gama de productos que procuraban satisfacer el gusto estético y de moda asumido por nuevos grupos sociales con mayor capacidad adquisitiva en una sociedad compleja y heterogénea que buscaba su propia identidad cultural.

Simultáneamente con el "sistema americano" de producción mecanizada en serie, a finales del siglo XIX surgió una teoría para lograr la normalización y racionalización de los sistemas y procesos de trabajo, recogida por Frederick W. Taylor (1911) como "organización científica del trabajo", cuyo fin central era aumentar al máximo su eficacia y rendimiento. Se trataba de hallar un método ideal para realizar un trabajo en el menor tiempo posible eliminando los movimientos superfluos en una secuencia de operaciones mecánicas, lo cual supuso el completo rechazo del concepto artesanal del trabajo, basado en la habilidad, discernimiento y responsabilidad del individuo. Este

método que buscaba la máxima productividad pero que, a la larga, la afectaba por la fatiga psicológica del obrero, se aplicó desde 1901 en la industria automovilística de Estados Unidos, logrando producir un coche sencillo de bajo precio y de fácil operación dirigido a un amplio público. Logro superado con creces por el exitoso Modelo T de 1908 de Henry Ford, símbolo poderoso que encarnaba los elementos propios del moderno sistema de producción industrial: diseño único fabricado a gran escala –15 millones de unidades en 1927–, a partir de piezas intercambiables y articulado en una cadena o línea de montaje móvil a cuyo mecanismo y ritmo se tenían que acoplar los trabajadores³.

♦ NORMALIZACIÓN Y RACIONALIZACIÓN DEL TRABAJO

En el marco del sistema americano de producción industrial un producto se podría fabricar en serie y a bajo costo siempre y cuando se pudiera normalizar, es decir, diseñarse conforme a dimensiones precisas e invariables. Hasta los años 70 del siglo XIX los ferrocarriles europeos, tanto públicos como privados, manejaban distintos sistemas de normas técnicas que los hacían incompatibles de un país a otro, generando muchos problemas de mantenimiento y reparación.

La adopción intensiva de los métodos de racionalización de tiempos y movimientos de Taylor pronto contribuyó a la creación de un ambiente de trabajo deshumanizado que llevaba al agotamiento físico y psicológico del obrero que, a la

3 Una visión desmitificada del verdadero aporte de Ford a la producción en masa se puede encontrar en Ray Batchelor (1994).

larga, redundaba en una menor eficiencia de su esfuerzo. Como respuesta, el movimiento racionalizador de los años 20, aplicado tanto al hogar como a la oficina y la industria, se trató de crear unas condiciones y procedimientos de trabajo menos fatigantes, más cómodos y agradables que garantizaran una mayor eficacia: mejor iluminación, sillas más ergonómicas, archivos mejor organizados, muebles más compactos y prácticos. Se diseñaron además, muebles, utensilios y equipos más seguros, eficientes y coherentes, para cubrir las necesidades de un número mayor de usuarios a partir de innovaciones en sus materiales, forma, función así como diversificación en los usos y costos.

Desde el comienzo del siglo XX, ya con la electricidad como nueva fuente de energía, aprovechable a través de pequeños y más eficientes motores eléctricos, se multiplicaron aceleradamente las invenciones de todo tipo aparatos electrodomésticos que cambiaron todos los aspectos de la casa y, supuestamente, facilitaron las pesadas labores de limpieza, lavado y cocina de los hogares norteamericanos y europeos: separación de la estufa y la calefacción (principios del XIX), plancha (1903), aspiradora (1901), tostadora (1909), lavaplatos (1913), lavadora (1914), refrigerador (1916), aire acondicionado (1922), eliminador de basuras (1927), estufa de gas (1930), secadora (1935), horno (1945), cafetera (1947), etc. Estas innovaciones en la tecnología doméstica propiciadas por la industrialización estadounidense afectaron profundamente el trabajo de hombres y mujeres: tendieron a eliminar la contratación de criados y sirvientes, llevaron a incrementar la productividad del ama de casa; no obstante, ello no significó una independencia y liberación completa de las responsabilidades domésticas de ésta respecto a su esposo o la posibilidad real de aprovechar las nuevas oportu-

tunidades en el mercado del trabajo, esto por cuanto el tiempo ahorrado fue aprovechado por los hombres y los niños para su ocio mientras que la mujer se esclavizó del funcionamiento de sus nuevos "siervos" electromecánicos⁴.

• ESTÉTICA DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Es un lugar común que las innovaciones tecnológicas de la Revolución Industrial no sólo transformaron la artesanía tradicional sino que las industrias nuevas dieron origen a multitud de formas novedosas, las cuales se disputaban su legitimidad basadas ya sea en su carácter estético o utilitario. Y en ese profundo contraste, Gottfried Semper, destacado arquitecto alemán dedicado a las artes aplicadas, postuló una teoría estética que reconocía la industrialización como un hecho inevitable que buscaba resolver los dilemas originados en la mutua relación entre arte e industria⁵. Frente al patente divorcio entre arte e industria, Semper, quien tuvo contacto con el empresario Henry

4 Respecto a las complejas consecuencias que, sobre el estatus de la mujer norteamericana, produjo la mecanización en la cocina, en el lavado, en el planchado, en la limpieza, en la refrigeración y en todo el proceso de trabajo doméstico, Siegfried Giedion (1948, 517-627) presenta una muy detallada descripción. Igualmente, en la página web de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos, dedicada a la Historia de la Tecnología del Hogar, se encuentra disponible una ingente cantidad de recursos bibliográficos, documentales y gráficos en línea para investigaciones más específicas en este tema del contexto y los impactos de las innovaciones tecnológicas para el hogar (<http://www.loc.gov/rr/scitech/tracer-bullets/householdtb.html>).

5 En los años 50 del siglo XIX Semper impartió clases en el School of Design de Londres y su pensamiento, que se recoge en su obra *The four elements of architecture* (Semper, 1851), tuvo una amplia incidencia en arquitectos como Le Corbusier, Loos, van der Rohe y Wright.

Cole –fundador en 1949 del *Journal of Design* e impulsor de la Exposición de Londres de 1851–, consideró que el problema consistía en saberse adaptar al progreso científico y técnico, renunciando a la herencia del pasado y a las tradiciones artesanales para lograr la creación de un arte nuevo basado en la mecanización. Desde esa concepción, en el diseño de un artefacto, cualquier decoración sería la expresión de las características de tiempo, lugar y condiciones sociales que le rodean. Esta idea fue recogida por una “estética mecanicista” que tomaba partido por las formas abstractas y geométricas producidas por las nuevas máquinas y más afines con la inclinación funcional del diseño de principios del siglo XX.

Muchos rasgos externos de las máquinas, no se pueden explicar sólo por motivos de utilidad sino también por razones sociales y políticas como la rivalidad comercial y nacional⁶: es el caso de los trasatlánticos, donde las dimensiones y cantidad de chimeneas eran elementos de diseño destinados también a crear una poderosa imagen de grandeza. En ambos casos se da una compleja relación entre función y forma, entendida tanto como mecanismo-estructura y como decoración-símbolo, produciéndose así recíprocas influencias entre ambos niveles.

En el célebre y muy tratado caso de la bicicleta, la relación entre estructura y función parece más sencilla: la forma

6 Así ocurre en las locomotoras, donde la chimenea cilíndrica de Inglaterra o la cónica de Estados Unidos obedecían a la mayor disponibilidad de carbón, en la primera, y de leña, en el segundo. Técnicamente, era más apropiada la forma cónica para las condiciones de Estados Unidos, pues la leña despedía muchas chispas que era necesario retener en la chimenea para evitar incendios de llanuras y florestas a lo largo de la carrilera, situación que no se presentaba con la utilización del carbón en Inglaterra.

estaba determinada por la función mecánica y las permanentes experimentaciones y transformaciones de aquella, durante la segunda mitad del siglo XIX, procuraban hacer más eficiente a ésta. Se trata de un artefacto construido socialmente y resultado de procesos de interacción social y cambio técnico donde la eficacia y el éxito no están definidos de antemano como en una historia lineal de mejora continua y acumulativa.

La bicicleta actual es el resultado de un proceso de negociación social y política entre actores y grupos sociales con intereses y necesidades de todo tipo. Los problemas técnicos surgidos de su proceso de mejoramiento generaron diversas soluciones y diseños propuestos por distintos actores sociales (fabricantes, comerciantes, deportistas, mujeres, etc.), con diferentes intereses y valores, en un preciso contexto histórico y social. El resultado final hoy conocido, que no ha tenido muchos cambios, logra combinar en una unidad coherente una función eficaz con una forma que no presenta una ilimitada cantidad de opciones decorativas⁷.

Así, como muestra Heskett (1985, 13), a medida que avanzaba la industrialización se perfilaban dos tendencias de consumo en la producción a gran escala, que implicaban dos

7 Una historia completa de la bicicleta se encuentra en varios trabajos: Bijker y Pinch (1984), en Bijker (1997), en Wilson (2004) y en Berto (1998). En los dos textos de Bijker se propone un estudio del desarrollo de la bicicleta y de sus funciones en relación a las necesidades de los grupos sociales y de usuarios relevantes y en el marco del modelo de la Construcción Social de la Tecnología (SCOT). En los distintos artículos recogidos por Berto se estudia la bicicleta en el orden simbólico y en el contexto más amplio denominado “Mediología” que trata de establecer las interacciones entre técnica y cultura, y en la articulación, en ese medio de transporte, del cambio técnico, los usos sociales y las representaciones colectivas.

maneras de concebir el diseño: i) productos decorativos para un mercado de moda donde los gustos cambian rápidamente y ii) objetos utilitarios donde la forma estética debe conciliarse con exigencias de durabilidad. Ambas tendencias tenían en común que los valores estéticos se subordinaban a su viabilidad comercial y que los diseños (formas, patrones y motivos) eran propuestos por artistas y arquitectos relativamente aislados de las condiciones mismas del proceso de producción. Esta "separación entre diseño y producción", profundizada en Inglaterra con la Revolución Industrial, creó mayores problemas con el aumento del tamaño, especialización y complejidad de las empresas. Para el siglo XIX, el diseño se debatía pues en la tensión entre la creciente demanda de artículos de tradición productiva artesanal y el desarrollo de una producción comercializada que se apropió de las formas y valores del pasado para disfrazar y "embellecer" los productos utilitarios.

Al respecto, vale la pena citar a Heskett *in extenso*:

Tradicionalmente la ornamentación y la decoración expresaban la habilidad y el virtuosismo del artesano en la elaboración de materiales valiosos y delicados, y una indicación visible de su valor estético y económico. Pero con la llegada de la producción comercial a gran escala podían fabricarse sin dificultad objetos y utensilios en materiales nuevos como el hierro colado, el cartón piedra y la gutapercha y, mediante el uso de las nuevas técnicas de estampado, moldeo, chapeado y revestimiento, imitar tanto la calidad de los materiales preciosos como la destreza manual del artesano. Por este procedimiento las ricas texturas y los dibujos complicados, anteriormente símbolos de calidad y exclusividad, resultaban accesibles a un coste moderado. Estos productos tuvieron una pronta acogida entre la nueva clase media, deseosa de

ambientes públicos y privados que proclaman su buen gusto y su categoría social, y cuya riqueza y posición recientemente adquiridas se manifestaban con frecuencia mediante una acumulación de efectos decorativos, que daba por resultado una profusa y recargada vulgaridad. Además, los fabricantes que buscaban provecho se veían en la tentación de utilizar elementos decorativos para dar una apariencia complicada a productos sencillos, encareciéndolos más de lo que en justicia era necesario. Mientras las investigaciones de los académicos y de la opinión intelectual se orientaban hacia la búsqueda de la forma histórica más adecuada para su adopción como estilo internacional contemporáneo, los fabricantes saqueaban los cánones estilísticos de culturas anteriores en busca de novedades. Esta aplicación indiscriminada de la ornamentación tenía muchas veces por consecuencia una separación entre el estilo y la función (Heskett, 1985, 19).

- EL DISEÑO Y LA ESTÉTICA INDUSTRIAL

Como sostiene Gert Selle (1975, 55), "la producción industrial de bienes de uso no condujo inmediatamente a una nueva estética de los productos", por esto, con muy raras excepciones de proyectos ingenieriles anónimos, no es posible hablar de una estética técnica en los orígenes de la época industrial. Lo que se presentó en los productos, acabados artesanalmente, fue una burda imitación y exhibición de formas decorativas y estilísticas históricas que eran demandadas por una nueva clase burguesa que hasta las últimas décadas del siglo XIX pretendía parecerse a las capas sociales que hasta entonces estuvieron en el poder, copiando toscamente sus formas de ostentación. En consecuencia, el diseño industrial

comienza pura y simplemente con la industrialización de la producción" (Selle, 1975, 56-58).

El diseño actual se fraguó en esos intentos a pesar de que hoy, desde conceptos funcionales y estéticos que son ya de aceptación y dominio público, se califiquen de fallidos; en ese sentido, es un error difamar y ridiculizar el gusto estético de los productos de esa época victoriana de fines del siglo XIX. Y fue en medio de esa producción masiva para una demanda diferenciada, simultánea con la abolición del artesanado calificado a favor del obrero fabril especializado, que el rol del diseñador fue adquiriendo importancia, hasta convertirse en una profesión independiente a principios del siglo XX, según afirma Selle (1975, 59-60).

El diseñador industrial nació simultáneamente de los ingenieros de comienzos del maquinismo y de los anónimos dibujantes de modelos al servicio de un mercado en franca expansión. Sobre todo en Inglaterra y con las primeras exposiciones mundiales, donde se expusieron los productos más representativos de las naciones, surgieron las primeras discusiones e intentos de teorizar sobre la estética industrial y los problemas de diseño. Son inocultables las decepciones iniciales con la baja calidad estética y de los materiales de la producción en serie, comparados con la de los productos acabados en la artesanía y la manufactura, hecho que recoge y trata de corregir Henry Cole en su *Journal of Design and Manufactures*, publicado entre 1849 y 1852. Pero ese intento de elevar la calidad de los productos a la vez que educar el gusto de industriales y consumidores no tuvo éxito pues "con la formación del gusto se pretenden sanar las cosas al simple nivel de los síntomas estéticos, mientras las relaciones de pro-

ducción se conservan intactas y las leyes de la productividad capitalista mantienen la masa bajo aquella ausencia de relaciones culturales respecto de sus productos que la convierte precisamente en puro consumidor" (Selle, 1975, 62).

Así mismo, se presentan las radicales y utópicas teorías estético sociales de John Ruskin y William Morris que estaban en claro conflicto con el conjunto de la sociedad que les rodeaba; convencidos de que el gusto y la sensibilidad frente a la belleza están profundamente ligadas a las condiciones de trabajo y de vida material –imposible mejorar el arte y el "gusto" sin transformar toda la sociedad–, sus propuestas de reforma apuntaban a solucionar las injusticias provenientes de la explotación del proletariado industrial y a superar la consecuente decadencia cultural que imperaba en la Inglaterra de entonces. Pero su lucha contra el industrialismo tenía un claro tinte romántico, más marcado en Ruskin que en el socialista Morris, en tanto reivindican la restauración del trabajo manual, el espíritu gremial y las formas de producción medievales.

Más que fundar un nuevo diseño industrial que tuviera influencia sobre la práctica y teoría de sus posteriores practicantes, básicamente promovieron una artesanía de alta calidad artística y costosa que fue absorbida por los sectores más privilegiados y cultos de la sociedad, tal como ocurrió con los productos del *Arts and Crafts*, del *Deutsches Werkbund* de Muthesius y Otto Wagner y del *Jugendstil* liderado por los "artistas diseñadores" Mackintosh y Olbrich. Más tarde, fue Henry Van de Velde quien llevó la posición al extremo en tanto soñaba con una estetización total de la vida y trataba de convertir absolutamente todo en diseño; las nuevas formas universales, elaboradas por un diseñador que era más un artista

que un artesano, ya no se inspiraban en la utopía social sino en un esteticismo de carácter individualista y espontáneo que en muchos aspectos no dejaba de chocar con la dura realidad de la sociedad industrial. Para terminar, fue precisamente en este debate que se inspiró el movimiento *Bauhaus* de Walter Gropius que, desde los años 20, influyó notablemente casi todas las tendencias progresivas del diseño industrial de todo el siglo XX. (Domínguez, 2005).

BIBLIOGRAFÍA

- Batchelor, Ray (1994). *Henry Ford. Mass production, modernism and design*. Manchester: Manchester University Press.
- Berto Lavenir, Catherine (ed.) (1998). La bicyclette. En *Cahiers de Médiologie*, N° 5. Éditions Gallimard. Recuperado en: http://www.mediologie.org/collection/05_bicyclette/sommaire05.html
- Bijker, Wiebe E. (1997). *Of bicycles, bakelites, and bulbs. Toward a theory of sociotechnical change*. Cambridge: The MIT Press.
- Bijker, W. and Pinch, T. (1984). The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. En Bijker, W. E., T. P. Hughes and T. Pinch (Eds.) (1987). *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge: MIT Press.
- Bourdieu, Pierre (1979). *La distinción: Criterios y bases sociales del gusto*. Madrid: Taurus, 1988.
- Domínguez Rendón, Raúl (2005). *Relaciones AUFBAU-BAUHAUS. Filosofía y arquitectura en la modernidad europea del periodo entreguerras 1919-1938*. En *Revista Tecno Lógicas*, Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, N° 15, pág. 69-11.
- Dorfles, Gillo (1968). *El diseño industrial y su estética*. Barcelona: Labor.
- Giedion, Sigfried (1948). *La mecanización toma el mando*. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.

- Heskett, John (1985). *Breve historia del diseño industrial*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Hobsbawm, Eric (1981). *En torno a los orígenes de la revolución industrial*. México: Siglo XXI.
- Hobsbawm, Eric (1985). *Las revoluciones burguesas*. Barcelona: Labor.
- Maldonado, Tomás (1977). *El diseño industrial reconsiderado*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Mcluhan, Marshall (1962). *La galaxia Gutenberg*. Madrid: Aguilar, 1969.
- Morris, William (1983). *Arte y sociedad industrial. Antología de escritos*. Valencia: Presval.
- Pevsner, Nikolaus (1936). *Pioneros del diseño moderno: de William Morris a Walter Gropius*. Buenos Aires: Infinito, 1972.
- Read, Herbert (1934). *Arte e industria. Principios del diseño industrial*. Buenos Aires: Infinito, 1961.
- Ruskin, John (1849). *Las siete lámparas de la arquitectura*. Barcelona: Alta Fulla, 2000.
- Selle, Gert. (1975). *Ideología y utopía del diseño: Contribución a la teoría del diseño industrial*. Bogotá: Gustavo Gili.
- Semper, Gottfried (1851). *The four elements of architecture*. Cambridge-New York: Cambridge University Press, 1989.
- Taylor, Frederick W. (1911). *The principles of scientific management*. New York: Harper Bros.
- Veblen, Thorstein (1899). *Teoría de la clase ociosa*. México: Fondo de Cultura Económica, 1974.
- Wilson, David G. (2004). *A short history of bicycling*. En *Bicycling Science*. Cambridge: MIT Press.