

*La Educación Tecnológica.
Aportes para su
implementación*

6



*Ministerio de Educación
Ciencia y Tecnología*

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

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 contenidos

- Aquiles Gay
- Miguel Ángel Ferreras

serie/educación tecnológica

Títulos

1. De la tecnología a la Educación Tecnológica
2. Algo más sobre la Tecnología...
3. Los procedimientos de la Tecnología
4. Tecnología en el aula
5. ¿Qué son las TOG?
6. La educación tecnológica. Aportes para su implementación
7. Tecnología. Finalidad educativa y acercamiento didáctico
8. Tecnología. Estrategia didáctica

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica	9
La serie Educación Tecnológica	11
Presentación	
1. Pensando en la educación tecnológica	
• La tecnología y la escuela	22
• La educación tecnológica	23
• Importancia de la educación tecnológica	25
• La educación tecnológica y su integración con otras disciplinas	27
• Objetivos de la educación tecnológica	28
• Enfoque de la educación tecnológica	29
• Enfoque metodológico	30
• Contenidos de la educación tecnológica	32
• Criterios para la selección de contenidos	32
• El proceso tecnológico	33
• Aplicación a un caso particular: la vivienda	34
• Una propuesta de cómo abordar la educación tecnológica en la Educación General Básica	36
• Ejes organizadores	38
2. La tecnología en la escuela	
• Razones pedagógicas	45
• Razones político-económicas	46
• Razones culturales	47
3. La educación tecnológica en el Nivel Inicial y en el primer ciclo de la EGB	
• El análisis de producto y el proyecto tecnológico	54

• El método de proyecto	59
• El aula-taller	60
• El juego y los juguetes	61
• Propuesta de actividades para el nivel inicial	63
4. La tecnología, una nueva disciplina en el marco de la formación escolar	
• Instrumentos de organización y de desarrollo de la capacidad de síntesis	75
• El sistema de aprendizaje	75
5. La ciencia, la técnica y la tecnología	
• El campo de la ciencia	79
• El campo de la técnica y de la tecnología	80
• Ciencia	80
• Técnica	82
• Tecnología	83
• Otras definiciones de tecnología	85
• Diferencias entre técnica y tecnología	86
• Diferencias entre ciencia y tecnología	87
• Descubrimiento, invención e innovación	91
• La tecnología y las demandas de la sociedad	94
6. El enfoque sistémico	
• Sistemas abiertos y sistemas cerrados	100
• El enfoque analítico	101
• El enfoque sistémico	102
• Comentarios sobre los dos enfoques	102
• Algunos conceptos vinculados a los sistemas	104
• Diagrama de bloques	107
• El enfoque sistémico como instrumento de estudio	108
7. Los métodos específicos de y el análisis de productos: el proyecto tecnológico y el análisis de productos	
• El proyecto tecnológico	120
• El análisis de productos	127
8. La tecnología en la historia	
• La revolución industrial	151
• La revolución tecnológica	154
• La revolución científico-tecnológica	158
9. La tecnología y la estructura productiva	
• La revolución científico-tecnológica y la estructura productiva	166
• La dependencia tecnológica	167
• Valor de uso, valor de cambio y valor de signo	168
10. La tecnología y el medio ambiente	
• La relación hombre-naturaleza	174
• Glosario	177
11. La energía	
• Energías renovables y no renovables	186
• Transformaciones de energía	187

• Rendimiento	190
• La energía en la historia	190
• La energía eléctrica	192
Anexo 1. La cultura tecnológica	
Anexo 2. Párrafos del libro <i>Hacia una transformación institucional en la educación técnica y la formación profesional</i> , de Alberto Galeano Ramírez	
• Planteamiento y resolución de problemas	209
• Transformación institucional y modernización técnico-pedagógica	209
Anexo 3. Párrafos del libro <i>La lectura del objeto</i>	
• El mensaje de los objetos	215
• La lectura de los objetos	216
• El proceso de lectura	217
Anexo 4. Cómo enfocar un problema y su solución	
• Reflexiones para el docente	221
• Propuesta para el desarrollo de actividades en el aula	222

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

Generar valor con equidad
en la sociedad del conocimiento.

La misión del Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– comprende el diseño, el desarrollo y la implementación de proyectos innovadores en el área de la educación tecnológica y de la educación técnico profesional, que vinculan la formación con el mundo del trabajo.

Acorde con esta misión, el CeNET tiene como propósitos los de:

- Constituirse en referente nacional del Sistema de Educación Tecnológica, sobre la base de la excelencia de sus prestaciones y de su gestión.
- Ser un ámbito de capacitación, adopción, adaptación y desarrollo de metodología para la generación de capacidades estratégicas en el campo de la Educación Tecnológica.
- Coordinar, mediante una red, un Sistema de Educación Tecnológica.
- Favorecer el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas, a través del sistema educativo.
- Capacitar en el uso de tecnologías a docentes, jóvenes, adultos, personas de la tercera edad, profesionales, técnicos y estudiantes.
- Brindar asistencia técnica.
- Articular recursos asociativos, integrando los actores sociales interesados en el desarrollo del Sistema de Educación Tecnológica.

Desde el CeNET venimos trabajando, así, en distintas 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 Educación Tecnológica se desarrolle en la escuela de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes.

Una de nuestras líneas de acción es la de **diseñar, implementar y difundir trayectos de capacitación y de actualización**. En CeNET contamos con quince unidades de gestión de aprendizaje en las que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, encuentros, destinados a cada educador y a cada miembro de la comunidad que desee integrarse en ellos:

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

- Proyecto tecnológico.
- Simulación por computadora.

Otra de nuestras líneas de trabajo asume la responsabilidad de **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 a 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 tarea de **producir materiales didácticos**. Desde CeNET hemos desarrollado tres series de publicaciones:

- *Educación Tecnológica*, que abarca materiales (uni y multimedia) que buscan posibilitar al 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.
- *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.
- *Educación con tecnologías*, que propicia el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación como recursos didácticos, en las clases de todas las áreas y espacios curriculares.

A partir de estas líneas de trabajo, el CeNET intenta constituirse en un ámbito en el que las escuelas, los docentes, los representantes de los sistemas técnico y científico, y las empresas puedan desarrollar proyectos innovadores que redunden en mejoras para la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología.

Buenos Aires, octubre de 2002.

La Serie Educación Tecnológica

Con el título **Educación Tecnológica**, estamos planteando 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, contenidos y procedimientos de la Educación Tecnológica, y de las diferentes ramas de la tecnología presentes en la escuela.

Se trata de materiales introductorios, de encuadre, que van a permitir contar con una primera configuración del área de la Tecnología y de sus componentes fundamentales, componentes que integran las diferentes ramas de la tecnología que se enseñan 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, encarar acciones formativas 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:

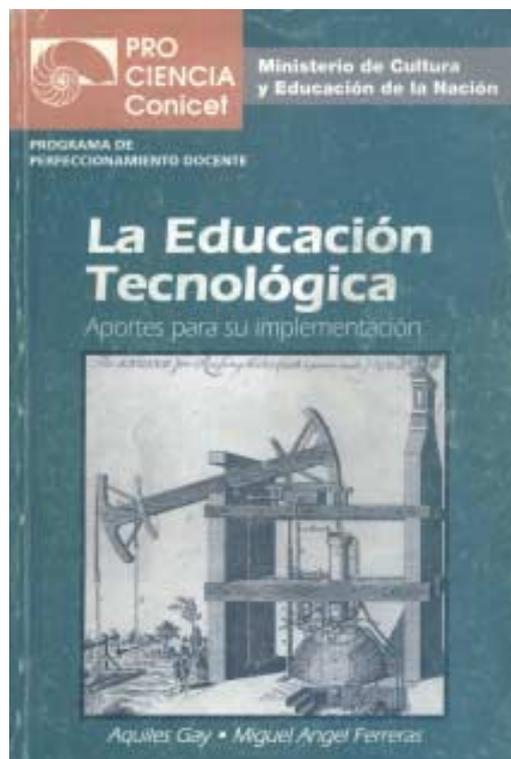
- *Sistemas de producción:* Provee una aproximación inicial al diseño de productos y procesos, a los sistemas de representación, a los parámetros de producción, a la información, las técnicas y las operaciones.
- *Tecnologías de la información y de la comunicación:* Permite situarse en las grandes problemáticas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

El desafío es que, aún tratándose de planteos globales, los profesores de disciplinas tecnológicas puedan integrar estos materiales al desarrollo de la asignatura que enseñan, independientemente de cuál sea ésta.

La educación tecnológica. Aportes para su implementación, el material que usted tiene en sus manos es una versión digital de la publicación del mismo nombre que, en 1997, elaboró el Programa de Perfeccionamiento Docente Prociencia-CONICET¹, del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación Argentina y al que desde el CeNET nos proponemos continuar distribuyendo, para satisfacción de los

¹ El CONICET es el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva –Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología–.

educadores en Tecnología que se capacitaron a través de su contenido² y de aquellos que –hoy– desean interiorizarse en sus propuestas.



² La versión de este libro en soporte papel formaba parte del Proyecto Educación Tecnológica del Programa Prociencia –CONICET–.

- Sus autores son **Aquiles Gay**, ingeniero mecánico-electricista (Universidad Nacional de Córdoba) posgraduado en Ciencias de la Educación (Universidad de Ginebra, Suiza); ex funcionario de la UNESCO; ex decano de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional; ex profesor titular de la Universidad Nacional de Córdoba; colaborador en la elaboración de los Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica (Ministerio de Cultura y Educación de la Nación); coautor de los lineamientos curriculares para Educación Tecnológica de la provincia de Córdoba; integrante del equipo de capacitación en Tecnología del Programa de Capacitación Docente del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación; autor de diversos libros: La lectura del objeto; La tecnología, el ingeniero y la cultura; La cultura tecnológica y la escuela; el diseño industrial en la historia; entre otros)
- Y **Miguel Ángel Ferreras**, ingeniero electricista electrónico (Universidad Nacional de Córdoba); profesor asociado de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Universidad Nacional de Córdoba); ex director de la AUNCREDE –Área Universitaria de Creatividad y Desarrollo– (Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional); jefe de la Dirección de Mantenimiento (Ministerio de Salud de la provincia de Córdoba); integrante de la Comisión de Educación Tecnológica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Universidad Nacional de Córdoba); docente de Educación Tecnológica en cursos de capacitación de la Red Federal de Formación Docente Continua; autor de diversos artículos sobre Educación Tecnológica.
- Y actuó como director científico Eduardo Aberbuj.

El dibujo de la tapa de la versión original es la máquina de vapor de Newcomen (siglo XVIII) para extraer agua de las minas.

PRESENTACIÓN

La Educación tecnológica, una nueva disciplina en el contexto de la formación escolar, busca colaborar en la formación de competencias que permitan a los futuros ciudadanos afrontar con mayores posibilidades un mundo cada vez más complejo, un mundo en el que la acción y el conocimiento son complementarios y concurrentes, y en el que el gran desarrollo de las especialidades exige integrarlas en una visión global, recuperando una visión holística tanto de lo cotidiano, como de lo científico-tecnológico.

Todo esto implica, desde nuestro punto de vista, un salto cualitativo en lo cultural, marcado por la integración de la cultura tecnológica en la cultura general, lo que permitirá comprender mejor el mundo en el que vivimos, en gran parte obra del hombre, para poder así colaborar activamente en la orientación y el control de su desarrollo, para lo cual se requiere tanto manejar con solvencia las capacidades vinculadas al saber hacer, y poder evaluar críticamente lo hecho, así como seleccionar, organizar y utilizar los conocimientos y recursos (desde las manos, hasta el razonamiento abstracto; desde los recursos materiales y económicos, hasta el tiempo).

No es la intención de este libro abordar todos los contenidos previstos para la educación tecnológica, sino más bien aportar a la construcción de un marco de referencia dentro del cual desde cada aula se irá "dando forma" a la educación tecnológica. Realimentando los resultados de la actividad del aula, en el marco de referencia propuesto, se podrá ir perfeccionando este marco; éste es el desafío que nos convoca a todos.

Se han desarrollado algunos de los contenidos, pero fundamentalmente orientados al docente, proponiendo algunas estrategias para su trabajo en el aula; la intención fundamental es aportar elementos que permitan seleccionar contenidos en una situación concreta de enseñanza, y asumir a estos contenidos como recursos para formar las competencias requeridas.

Dejamos sentado que los diferentes capítulos han sido escritos independientemente unos de otros por lo que no hay una secuenciación de los mismos y cada uno puede leerse en forma aislada

1. PENSANDO EN LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Miguel Ángel Ferreras y Aquiles Gay

Si el mundo griego estuvo marcado por la filosofía, el romano por la jurisprudencia, el medieval por la religión, el renacentista por el arte, el moderno por la ciencia, el mundo contemporáneo lleva sin lugar a dudas la impronta de la tecnología.

El hombre, en su afán por mejorar la calidad de vida, ha ido modificando su relación con el medio en el que transcurre su existencia, transformando la realidad en respuesta a sus necesidades y expectativas, y creando un ambiente más artificial que natural, que con propiedad podemos llamar "mundo artificial".

Herbert A. Simon³, en su libro *Las ciencias de lo artificial*, dice: "El mundo en el que actualmente vivimos es más un mundo creado por el hombre, un mundo artificial, que un mundo natural. Casi todos los elementos que nos rodean dan testimonio del artificio humano. [...] empleo el término "artificial" como el más neutro posible para indicar algo hecho por el hombre, opuesto a natural".

Este "mundo artificial", que abarca el conjunto de todo lo hecho por el hombre (objetos, sistemas, dispositivos, procesos, etc.), no es un mundo engañoso, ficticio, falso, sino algo construido para mejorar la calidad de vida (como planteo ideal), y es parte substancial del ambiente sociocultural.

En los últimos 200 años la velocidad de crecimiento de ese mundo artificial y el ritmo innovador que ha caracterizado su desarrollo han hecho que adquiriera un nivel de complejidad tal que hoy, en algunos aspectos, es equiparable en importancia con el mundo natural, pero dejando constancia que la conservación de este último debe ser tema prioritario, pues de él depende la supervivencia de la especie humana. Todo esto plantea la necesidad de enfocar la realidad con una nueva óptica, teniendo en cuenta que si bien la relación:

Hombre-Naturaleza (Mundo Natural)

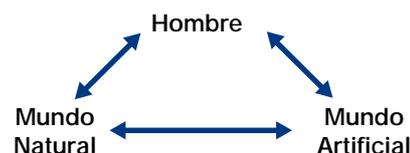
es un tema que ha merecido y merece nuestra atención, hoy debemos comenzar a preocuparnos también de la relación:

Hombre-Mundo artificial

Ello implica:

a) Estudiar las interacciones:

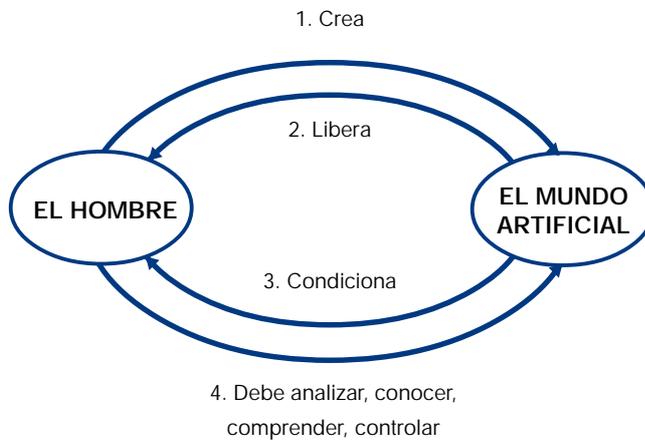
Hombre-Mundo artificial y Mundo artificial-Mundo natural



b) Estudiar la generación, evolución y control de los aspectos tecnológicos del mundo artificial, enfocándolo como un sistema con características particulares que hay que analizar.

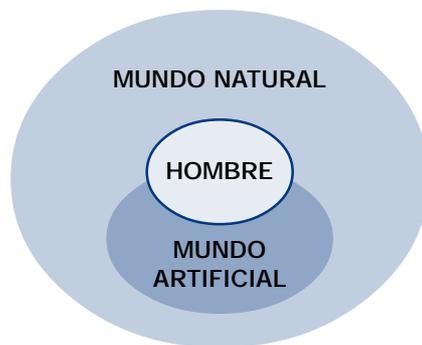
³ Simon, H. A. 1978. *Las ciencias de lo artificial*. Barcelona, A.T.E. p. 16 y 19.

Si bien la razón de ser del mundo artificial debiera ser mejorar la calidad de vida del hombre, también lo condiciona; y, para disminuir los riesgos que puedan surgir como consecuencia de ese condicionamiento, se le debe analizar, conocer, comprender y controlar.



El mundo artificial en muchos casos se comporta como una verdadera interfase entre el hombre y el mundo natural, haciendo más indirecta y compleja la relación entre ambos. La complejidad, densidad y amplitud que ha adquirido plantea el riesgo de aislar y encerrar completamente al hombre, bloqueándole su percepción del mundo natural al cual pertenece y se debe. Para evitarlo se requiere un esfuerzo de clarificación que lo haga comprensible y controlable; en otras palabras, que lo haga transparente.

Frente al mundo artificial, el hombre debe asumirse como su creador (por lo tanto,



responsable) y no considerarse un espectador pasivo; mientras que, frente a la naturaleza (el mundo natural), su actitud tiene que ser diferente: debe abandonar su posición de dominador y dueño, y respetarla, asumiéndose como una parte más del sistema ecológico que integra.

Este complejo mundo artificial en el que vivimos es consecuencia del accionar tecnológico, habida cuenta que a lo largo de la historia la técnica y la tecnología lo construyeron. Ahora bien, para poder movernos con soltura dentro del mismo, para poder actuar con idoneidad en todo lo concerniente a su evolución y para colaborar en lograr que los beneficios que proporciona no se conviertan en fuentes de nuevos problemas, debemos conocerlo, comprenderlo, entender los aspectos operativos y funcionales de sus elementos componentes, ser capaces de darle sentido, en otras

palabras, tener **cultura tecnológica**.

El eje del accionar tecnológico debiera ser mejorar la calidad de vida, a través del producto tecnológico (objeto, proceso o servicio), que actuaría transformando el ambiente natural y el sociocultural en beneficio del hombre.

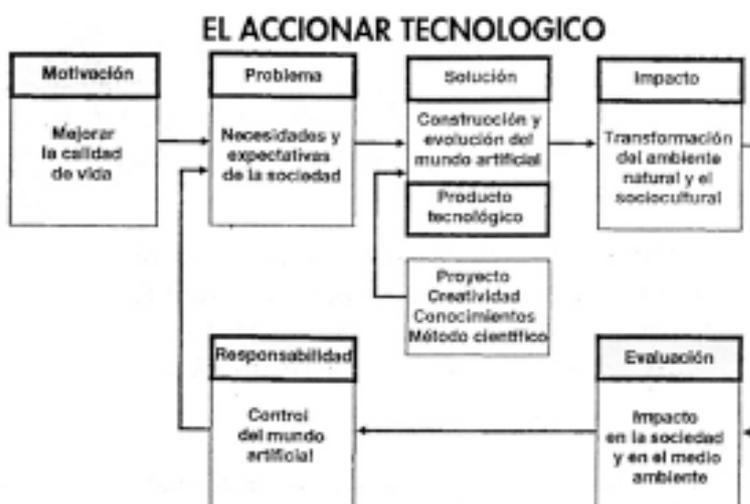
Buscando caracterizar el núcleo del accionar tecnológico podemos marcar su diferencia con el accionar científico: este último se orienta, a través de la investigación, a la búsqueda de conocimientos cuya veracidad y precisión son evaluadas por la comunidad científica; mientras que el accionar tecnológico se orienta, a través del proyecto y la construcción, a la solución de problemas planteados por el entorno social, y sus resultados son evaluados en términos de efectividad y eficiencia por la comunidad en su conjunto. Ello no implica que el conocimiento científico no pueda tener efectos transformadores, ni que la solución de problemas no plantee investigaciones y producción de conocimientos.

Accionar tecnológico

El accionar tecnológico presupone un sistema de acciones intencionales, con finalidades determinadas y utilitarias, racionales, conscientes y reflexivas, que buscan maximizar la eficiencia y la efectividad del proceso. Todos estos conceptos están implícitos en la noción de tecnología.

Algunas graves consecuencias del accionar tecnológico sobre el medio ambiente son un claro llamado de atención, una advertencia de que está en juego la propia supervivencia del hombre, lo que nos plantea la necesidad de capacitarnos para poder controlar y orientar la tecnología en beneficio de la sociedad en su conjunto. No se trata de renegar de la misma o desprestigiar sus potencialidades, sino por el contrario de maximizar los beneficios, pero minimizando los riesgos; para ello se requiere evaluar permanentemente su impacto en el medio ambiente y aplicar estrategias de corrección de los efectos no deseados.

Podemos caracterizar el accionar tecnológico de la siguiente manera:



Tecnología

Como plantean los CBC, entendemos por tecnología "una actividad social centrada en el saber hacer que, mediante el uso racional, organizado, planificado y creativo de los recursos materiales y la información propios de un grupo humano, en una cierta época, brinda respuestas a las demandas sociales en lo que respecta a la producción, distribución y uso de bienes, procesos y servicios". (Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. *Contenidos Básicos Comunes*. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires)

La tecnología está omnipresente (esto 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, etc.) y condiciona nuestras actividades, nuestro comportamiento, el desarrollo social y como consecuencia nuestra cultura que lleva el sello indeleble de la tecnología.

Para Mario Bunge⁴ los principales componentes de la cultura moderna son: ciencia,

matemáticas, tecnología, filosofía, humanidades, arte e ideología, y plantea que: “De las siete áreas [...], la tecnología es la más joven. Acaso por este motivo no siempre se advierte que es tan esencial como las demás. Tan central es la tecnología, que actúa vigorosamente con todas las demás ramas de la cultura. Más aún, la tecnología y la filosofía son los únicos componentes de la cultura moderna viva que interactúan fuertemente con todas los demás componentes”.

En el mundo de hoy, la idea misma de progreso está íntimamente asociada a la tecnología, pues tal como lo concebimos actualmente, está vinculado a la calidad de vida, al confort, a la satisfacción de las nuevas necesidades o deseos de la sociedad, etc. y es imposible hablar de calidad de vida, de confort, de satisfacción de necesidades, sin pensar en la tecnología y sus logros materiales.

Hoy la tecnología es la principal herramienta de trabajo del hombre; pero, como toda herramienta, para sacarle racionalmente el máximo provecho y que no lo condicione, hay que conocerla y utilizarla correctamente, siempre teniendo en cuenta el impacto sociocultural de su accionar; esto implica tener una **cultura tecnológica**.

La cultura tecnológica brinda una visión integradora de todas las modalidades de la conducta humana, superando la tradicional dicotomía de lo manual y lo intelectual, de lo muscular y lo cerebral, y postula una concepción del hombre como una unidad que se compromete con todas sus potencialidades, en todos y cada uno de sus actos.

Algunos desafíos importantes del mundo de hoy, que requieren una cultura tecnológica para poder enfrentarlos democráticamente, son:

- La elección de los tipos de energía a utilizar, el uso racional de las mismas el control de la contaminación que producen.
- La determinación de las características, el nivel y la velocidad de incorporación de las nuevas tecnologías, para que sean compatibles con las exigencias de productividad y el nivel de empleo.
- La opinión responsable sobre las nuevas disyuntivas que plantea la tecnología, en los campos ético, legal y organizativo (fundamentalmente en el campo de las biotecnologías y del medio ambiente).
- El juicio justificado en lo referente a la educación de las nuevas generaciones, para hacer frente a la operatividad y competencias que plantean las tecnologías modernas.
- La toma de posición en lo referente a un desarrollo económico en armonía con la naturaleza y con equidad entre los hombres.
- La selección, control y evaluación de las tecnologías más pertinentes para mejorar la calidad de vida de cada región.

Cultura tecnológica

La cultura tecnológica abarca un amplio espectro que comprende teoría y práctica, conocimiento y habilidades. Por un lado, los conocimientos (teóricos y prácticos) relacionados con el espacio construido en el que desarrollamos nuestras actividades y con los objetos que forman parte del mismo ; y, por el otro, las habilidades,

La tecnología y la escuela

El mundo de hoy, consecuencia del desarrollo tecnológico, plantea nuevas exigencias a la escuela y, lógicamente, para evitar el analfabetismo tecnológico y desarrollar la cultura tecnológica, debe incluir en su currículo temas vinculados a este entorno creado por el hombre (cómo es, para qué sirve, cómo se construye y cómo se controla), de no hacerlo está cerrando los ojos ante la realidad de este mundo

⁴ Bunge, M. 1985. Epistemología. Ariel. Barcelona. P. 230.

tecnológico e inconscientemente colaborando en la perpetuación de una situación de desfase cultural ante la nueva estructura social que está surgiendo como consecuencia de la llamada Revolución Científico-tecnológica. Este desfase conduce, muchas veces, a la incapacidad de comprender y por lo tanto de actuar eficazmente frente a las transformaciones que, debido a la creciente globalización, nos impactan cotidianamente.

La alfabetización en tecnología será por lo tanto una de las prioridades de los sistemas educativos de los países que pretendan un crecimiento económico y un desarrollo social sustentable⁵.

La enseñanza de la tecnología en la Educación General básica está orientada a la Formación General (es decir está vinculada a aspectos culturales) y no a la Formación Profesional; debido a esto, no hablamos de enseñanza de la tecnología sino más bien de Educación Tecnológica. La educación tecnológica plantea un recorte del campo disciplinar de la tecnología desde la óptica de una Cultura Tecnológica.

Así como los alumnos aprenden (a través de la biología, la geología, la física, la química, etc.) el funcionamiento y el comportamiento del mundo natural y de sus componentes, también deben aprender, además de los fundamentos científicos, los principios de funcionamiento y el comportamiento de los objetos que forman parte del mundo artificial, objetos que el hombre ha creado como respuesta a las necesidades que se le han ido presentando en el devenir del desarrollo social.

La educación tecnológica

La educación tecnológica es una disciplina dentro del quehacer educativo que enfoca las relaciones del hombre con el mundo (natural y artificial pero centrándose en el mundo artificial; es un recorte de aspectos relevantes de la tecnología a abordar en el aula.

Lo específico de esta disciplina es la comprensión crítica del mundo artificial; esto implica reconocer los tipos de problemas que están dentro del campo de la tecnología, la particular forma de abordarlos y la finalidad que guía esta disciplina; y, además, comprender cómo se genera y cómo evoluciona el mundo artificial.

La educación tecnológica busca, por un lado, orientar a los estudiantes al conocimiento y comprensión de este mundo artificial, así como de los objetos que forman parte del mismo; es decir vincularlos activa y reflexivamente con el mundo; y por otro, a desarrollar su capacidad creadora e inducirlos a imaginar soluciones viables para los problemas vinculados al mundo artificial que nos rodea. En otras palabras, es una disciplina que enfoca la tecnología como una forma de pensar y de transformar la realidad.

Estamos viviendo una época de grandes cambios: O nos insertamos inteligentemente y participamos de los mismos o la brecha que nos separa de los llamados países desarrollados se agrandará tanto, que nuestro futuro será cada vez más incierto.

El proceso de creciente intercomunicación y globalización, en parte consecuencia

⁵ Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. Contenidos Básicos Comunes. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.

del desarrollo tecnológico, está cambiando el mundo, pero los países periféricos (como la Argentina, por ejemplo) no participan genuinamente en la construcción de este nuevo mundo, por lo que en muchos aspectos les resulta poco controlable.

La educación tecnológica cobra entonces, en esos países, particular relieve como una herramienta más que permita, con el tiempo, manejar y modelar adecuadamente el mundo artificial, de acuerdo a sus expectativas, con el objeto de mejorar la calidad de vida de la sociedad.

A través de un fuerte y sostenido esfuerzo en el campo de la educación tecnológica se podrá contribuir a insertar definitivamente la tecnología en la cultura. Una sólida cultura tecnológica es la más genuina garantía de un control del mundo artificial que posibilite una mejor calidad de vida, siempre en armonía con la naturaleza y con equidad entre los hombres.

Debemos aclarar que esta disciplina tiene características especiales y en su desarrollo no debe confundirse con otras actividades. No es trabajo manual, no es ciencia experimental, no es expresión plástica, ni tampoco, pese a que algunos creen que su nombre pueda sugerirlo, una primera etapa de la formación profesional.

Decimos que:

- **No es Trabajo Manual**, pues si bien incluye las actividades que el mismo abarca, lo hace en un marco más amplio de resolución de problemas. El trabajo manual, en su concepción tradicional, estaba orientado, sobre todo, a desarrollar habilidades (como su nombre lo indica) "manuales" y a entrenarse en el manejo de materiales y herramientas, mientras que para la educación tecnológica esto es sólo un aspecto de las actividades manuales.
- **No es Expresión Plástica**, pues si bien en todos los objetos creados por el hombre y que conforman ese mundo artificial del que estamos hablando, hay un componente tecnológico y uno estético, muy vinculados, casi podríamos decir inseparables, esta disciplina se centra en el componente tecnológico, pero lógicamente sin dejar completamente de lado el componente estético.
- **No es Ciencia Experimental**, porque su objetivo no es la confirmación o validación de hipótesis o leyes científicas; tampoco podríamos decir que es ciencia aplicada, pues si bien utiliza conocimientos científicos, utiliza también conocimientos empíricos, y busca sobre todo despertar la creatividad en la búsqueda de las soluciones más eficientes a problemas reales, y no simplemente aplicar conocimientos. Para la tecnología el conocimiento científico es una herramienta más para lograr el fin propuesto.
- **No es una Introducción a la Formación Profesional**, pues abarca un campo muy amplio y no está centrada en un campo concreto y específico, en principio no profundiza en un determinado tema; además conceptualmente está planteada como una materia más de formación general, si bien puede orientar al alumno en lo referente a su futura actividad laboral. Tiende a formar competencias relevantes para desempeñarse con solvencia en el mundo tecnológico y no capacidades específicas de una profesión.

Tal como está entendido aquí, el aprendizaje de las tecnologías no tiende a privilegiar una dimensión "manual" de la educación (aun cuando esta dimensión puede y debe estar presente). Se trata de un trabajo intelectual de "modelización" por el cual uno elabora una representación intelectual de una situación, representación que se puede comunicar a otros, y que está ligada a la capacidad de saber ubicarse (saber

hacer allí) con referencia a situaciones precisas. Esta aproximación debe atravesar rigurosamente el campo de las ciencias humanas, de los discursos ético-políticos y de las ciencias llamadas "duras"⁶.

Importancia de la educación tecnológica

Si nos descentramos del academicismo heredero de entelequias ancestrales y nos entretenemos en reflexionar sobre las necesidades culturales y científicas de la mujer y el hombre de nuestra sociedad, observaremos inmediatamente que existe un vacío considerable en su formación, incluso entre aquellas personas que han cursado estudios postobligatorios.

Las enseñanzas recibidas no les permiten descifrar los mensajes ligeramente sofisticados de los medios de comunicación (compresión del lenguaje del parte meteorológico, de las oscilaciones de la bolsa, etc.), (...) ni saber cómo funciona una lavadora, un teléfono o un televisor, por qué flota un transatlántico o por qué vuela un avión, por no citar más que unos cuantos ejemplos. Ello no quiere decir que la enseñanza no proporciona las bases o elementos para comprender estas cosas, sino únicamente que no saben utilizar los aprendizajes escolares en situaciones concretas y cotidianas porque los realizaron en el contexto aséptico de un laboratorio o de un libro de texto, muy alejado de cualquier uso extraescolar y sin llegar nunca a establecer una relación entre lo aprendido en la escuela y lo que ocurre todos los días en su entorno situado extramuros del centro de enseñanza.

(...) Parece probado que el cerebro humano realiza una "selección natural" de los conocimientos, reteniendo únicamente aquellos que se han mostrado útiles y relegando al olvido aquellos que parecen innecesarios. (...) Ahora bien, la atribución de la característica de "útil" a un conocimiento la realiza la persona que aprende, no en función de la valoración que de él hagan los libros, sino de la aplicabilidad real que para ella tenga el conocimiento en cuestión, ya sea ésta de carácter teórico o práctico. (...) En definitiva, para que un conocimiento sea utilizable, la persona que lo aprende debe conocer su utilidad y ser capaz de reconstruirlo en su pensamiento en el momento que lo necesite. Pero es imposible reconstruir aquello que previamente no se ha construido, sino sólo confiando a la memoria, que, como cada cual sabe por propia experiencia, nos traiciona con demasiada frecuencia.

Un aprendizaje constructivista se caracteriza por desencadenar procesos mentales que tienen como resultado ampliar la capacidad intelectual y de comprensión del individuo, con lo cual, cuando el dato se olvida, la función adquirida permanece y con ella, la posibilidad de readquirirla con facilidad⁷.

La educación tecnológica tiene como objeto, despertar en los alumnos una toma de conciencia de la creciente importancia y presencia del mundo artificial, y desarrollar en los mismos la capacidad operativa que les permita, como ciudadanos de una sociedad democrática, participar en su evolución (desarrollo y transformación) y su control, lo que implica reflexionar críticamente acerca de los problemas del mundo artificial y manejar los conocimientos y habilidades que les permitan desenvolverse con idoneidad, solvencia, responsabilidad y creatividad al enfrentar estos proble-

⁶ Fourez, G. 1997. Alfabetización científica y tecnológica. *Colihue*. Buenos Aires. P. 213.

⁷ Moreno, M. 1994. Los temas transversales. *Santillana*. Buenos Aires. P. 30-31.

mas, buscando siempre colaborar en mejorar la calidad de vida de la sociedad en su conjunto.

La educación tecnológica posibilita una formación como ciudadano cabal, trabajador responsable y consumidor consciente.

- Como **ciudadano cabal y participativo**, que frente a problemas sociales abordables desde la tecnología sea capaz de plantear alternativas, y en forma participativa seleccionar la que mejor sirva a la sociedad en su conjunto (aceptando y valorando, como en toda sociedad democrática, la pluralidad de opciones y posiciones).
- Como **trabajador responsable y consciente** de que vivimos en un mundo caracterizado, entre otras cosas, por un ritmo permanente de innovaciones y un nivel creciente de complejidad, lo que exige una flexibilidad de pensamiento y de acción, cada vez con mayor sustento lógico y científico para poder enfrentar con éxito la creciente competitividad en el campo del desarrollo tecnológico. Además para insertarse activamente en la vida laboral de hoy se requiere contar con una multiplicidad de conocimientos teórico-prácticos que una educación tecnológica adecuada puede ofrecer.
- Como **consumidor consciente**, no sólo en cuanto a su condición de comprador conocedor, sino también en lo vinculado a los problemas que acarrea un consumismo desmesurado, tanto en lo referente a los recursos naturales, como a la equidad entre los seres humanos.

La educación tecnológica procura promover en los alumnos una actitud científica al enfrentar problemas vinculados a la tecnología y una disposición a aplicar el método científico en la resolución de los mismos, destacando siempre la responsabilidad del hombre y de su accionar tecnológico, frente a la sociedad y al mundo natural (ambiente vital y precioso que es necesario conservar) y teniendo en cuenta el impacto y las consecuencias de este accionar en ambos campos.

Con esta disciplina se busca desarrollar no sólo capacidades de ejecución (manuales e intelectuales), sino también la capacidad creativa, entendiendo que el actual nivel de desarrollo tecnológico así lo exige. La creatividad es el motor de la innovación tecnológica, actualmente el principal factor del progreso económico de los países.

Esta disciplina promueve la cultura tecnológica, factor clave del desarrollo social, económico y cultural de un país en el mundo de hoy.

Pedagógicamente se basa en el valor educativo de tecnología teniendo en cuenta que es tan importante la teoría como la práctica⁶, el

saber para hacer

como el

hacer para saber

Teniendo en cuenta el valor formativo-cultural que puede llegar a tener el trabajo manual cuando se lo enfoca como solución de problemas vinculados al acontecer cotidiano, el "hacer" (que no se reduce a manualidades, si bien las abarca) se asu-

⁶ Famiglietti Secchi, M. 1979. Didattica e metodologia dell'educazione tecnica. Mondadori. Milán. P. 23.

me como elemento didáctico.

El “hacer” mantiene despierta la atención y también la curiosidad de los alumnos y posibilita una participación activa de los mismos durante el proceso de aprendizaje, pues no es sólo el maestro el que interviene activamente, sino también los alumnos, todo esto dinamiza el proceso de enseñanza-aprendizaje y bien orientado se logra que los alumnos se muevan dentro del campo de la técnica con la mentalidad de un investigador.

La tecnología, como saber sistematizado, tiene valor pedagógico porque su intencionalidad es integrar el mundo del saber teórico con el de la práctica.

Ayudar a comprender la realidad desde la unidad teoría-práctica, es parte de la función que tiene la educación tecnológica.

Ya que la educación tecnológica enfoca las relaciones del hombre con el mundo, resulta un ámbito apropiado para la integración de conocimientos de distintas áreas y para el reconocimiento y la comprensión de diversidades tanto culturales como regionales.

La educación tecnológica y su integración con otras disciplinas.

Haremos un breve comentario sobre la vinculación de la educación tecnológica con otras áreas del conocimiento y cómo puede colaborar en la formación integral de los alumnos.

Área socioeconómica

Puede contribuir a que el alumno se forme como:

- **Usuario** consciente de la utilidad que puede esperar de los objetos tecnológicos, de la necesaria economía de recursos naturales y de energía, y de los problemas y restricciones que impone su uso en relación con el medio ambiente.
- **Conocedor** de los fundamentos tecnológicos de muchas restricciones y obligaciones sociales necesarias para lograr un desarrollo sustentable y en equidad.
- **Consumidor** informado tecnológicamente y conocedor de las necesidades que fueron la génesis de los objetos, así como de la problemática de la producción.

Área política

Puede ayudar para que el alumno, como ciudadano, tome conciencia de:

- Las obligaciones y derechos en cuanto a normas constructivas, de producción, de distribución y de consumo de los productos tecnológicos, y la importancia de su cumplimiento y su constante renovación.
- La vinculación entre tecnología y política; la importancia de las decisiones políticas en materia de tecnología.
- Su responsabilidad y su poder de decisión, ya sea directo (poder de compra,

etc.) o indirecto (a través de las organizaciones intermedias o de sus representantes políticos), en los temas tecnológicos.

- Las múltiples alternativas que ofrece la tecnología y las posibilidades de crear nuevas, permite seleccionar progresivamente las más oportunas. La innovación y la optimización tecnológica son herramientas que la sociedad debe manejar y saber cómo, cuándo y a través de quiénes utilizarlas.

Área científica

Puede lograr que el alumno advierta la importancia y utilidad del desarrollo científico, y que aprenda a utilizar sus métodos y conocimientos en el accionar tecnológico.

Área matemáticas

Puede hacer que el alumno aprenda a:

- Valorar las matemáticas como herramienta imprescindible en la realización de proyectos y obras.
- Descubrir su papel sintetizador y operativo en los modelos matemáticos más simples.

Área lenguaje

Puede coadyuvar a que el alumno entienda:

- El valor del lenguaje, ya sea escrito, oral o visual como código de comunicación y la importancia de saber pasar de un código a otro.
- El poder que tiene la comunicación en el mundo contemporáneo.

Área estético-artística

Puede ayudar a que el alumno advierta:

- Que los productos tecnológicos son también vehículos portadores de un mensaje estético y cultural.
- Que los productos tecnológicos de uso cotidiano modelan nuestra percepción en lo estético-artístico.
- Que las nuevas tecnologías provocan impactos también en el arte.

Objetivos de la educación tecnológica

En función de lo planteado, es evidente la importancia de la educación tecnológica y la necesidad de incorporarla al currículo de la Escuela Obligatoria, haciendo que sea uno de los ejes integradores del conocimiento y un pilar de la reconstrucción del papel social de la escuela.

La educación tecnológica tiene como objetivos:

- Comprender el mundo artificial en el que se vive (obra del hombre), advertir

sus principales tendencias, y conocer y entender los objetos que forman parte del mismo.

- Tomar conciencia que los objetos son respuestas a problemas y que su uso modifica la realidad.
- Plantear situaciones en las que partiendo de una necesidad (el problema) se busca el objeto que la satisface (la solución), o partiendo de un objeto se busca determinar la necesidad que lo originó y el marco referencial del momento histórico del surgimiento del objeto.
- Identificar los objetos tecnológicos más pertinentes a su realidad y problemática, y comprender los aspectos operativos y funcionales de los mismos.
- Asumir una actitud comprensiva y crítica frente a la tecnología.
- Reconocer la interdependencia entre la tecnología y las condiciones económicas, sociales y culturales.
- Tomar conciencia de la necesidad de toda intervención tecnológica.
- Formular y resolver problemas.
- Desarrollar habilidades manuales construyendo modelos sencillos de elementos de la realidad.
- Valorar la cultura tecnológica.

Enfoque de la educación tecnológica

En principio, la educación tecnológica se orienta hacia:

1. La resolución de los problemas de la sociedad para los cuales se han dado, o pueden darse diversas respuestas tecnológicas.
2. El conocimiento funcional de los objetos tecnológicos que forman parte del entorno cotidiano.

Ampliaremos un poco el alcance de estos dos ítems:

1. El tema de los problemas de la sociedad han dado, o pueden darse, respuestas tecnológicas comprende
 - 1.1. El planteo y análisis de estos problemas (tanto desde la óptica individual como de la social) y la generación de modelos simples de las respuestas (recordando que todo objeto o producto tecnológico es "respuesta" o solución a un problema). Los modelos deben ser sencillos para entender cómo operan.
 - 1.2. La puesta en evidencia de la interrelación entre las soluciones y el medio sociocultural y los materiales y medios técnico/tecnológicos utilizables.
 - 1.3. El análisis de otras alternativas de solución.
2. El conocimiento funcional de los objetos tecnológicos que forman parte del entorno cotidiano abarca: cómo funcionan; los porqués; cómo surgieron; cómo se utilizan; cómo han condicionado nuestra forma de vida; el análisis de sus efectos, ya sean positivos o negativos; su posible evolución, etc.

El objetivo de esta etapa es que el alumno comprenda cómo actúa la tecnología, y tome conciencia que el conocimiento de los aspectos funcionales de un sistema es tan importante como el conocimiento de los aspectos operativos, pues conociendo los primeros podemos sacar mayor provecho del producto, sistema o dispositivo, y no sentirnos impotentes cuando algo no funciona y no sabemos cómo proceder; en última instancia se trata de no ser esclavos de la máquina, sino de controlarla a voluntad.

Enfoque metodológico

Teniendo en cuenta que la finalidad fundamental de esta disciplina es vincular la escuela con la vida cotidiana, con el ambiente en el que se desarrolla la existencia, con las necesidades materiales del hombre, se plantea comenzar con el estudio de los objetos y procesos tecnológicos más próximos y que susciten mayor interés en los niños, y en un proceso de complejidad creciente ir enfocando aspectos significativos de las necesidades más importantes del hombre, que consideramos son: vivienda, alimentación, vestimenta, transporte, comunicaciones (impresos, medios audiovisuales, etc.) y organización social (organización del trabajo, educación, capacitación, salud, etc.)

Un aspecto clave, y que está dentro del campo de la educación tecnológica, es despertar en los alumnos una aptitud inquisidora que haga que prácticamente todos los actos de su vida sean momentos de aprendizaje.

En cuanto al estudio y análisis de los objetos, hay que tener en cuenta que son elementos, aparatos o sistemas contruidos para resolver problemas; en otras palabras, son respuestas a necesidades del hombre, por lo que existe una lógica vinculación entre objeto y necesidad, vinculación que, condicionada por el contexto, el proyecto y la producción, está en el núcleo del accionar tecnológico.

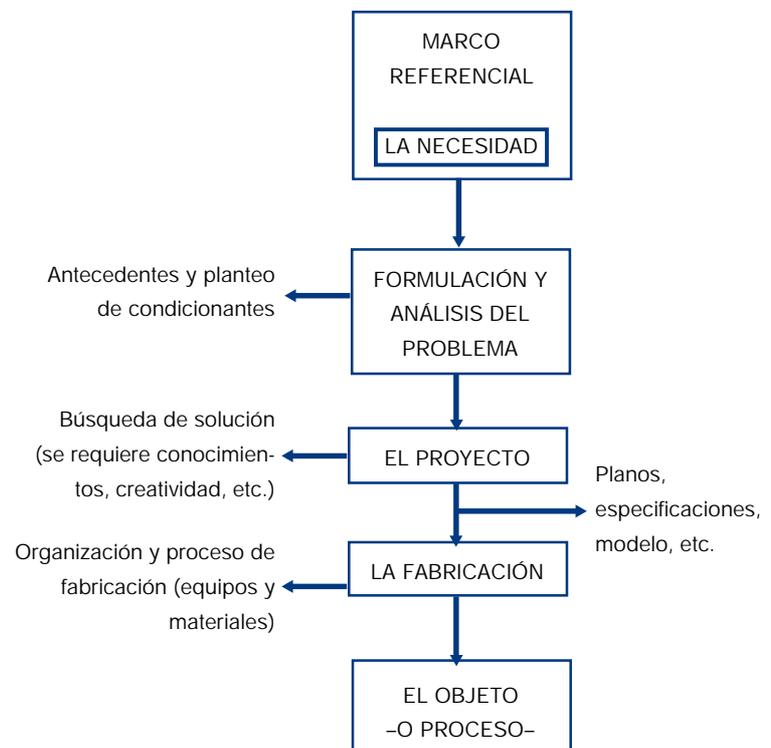
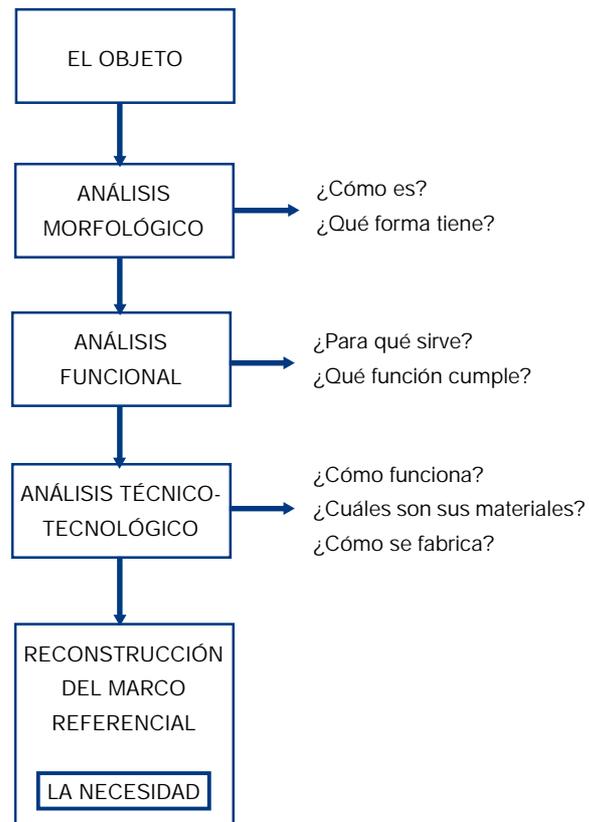
La relación entre necesidades y objetos que las satisfagan, es uno de los propósitos de esta disciplina, y se puede encarar desde dos puntos de partida diferentes:

- En un caso, se parte de un objeto determinado, y mediante un análisis exhaustivo (lectura o análisis del objeto) se puede llegar a determinar el marco referencial que enmarcó su nacimiento, la necesidad que satisfizo y cómo lo hizo.
- En el otro caso, se parte de la necesidad que se desea satisfacer y siguiendo el proceso de diseño se arriba al objeto (o proceso) que satisface la necesidad planteada.

En el primer caso se parte de una materialidad (el objeto) y se busca abstraer una conceptualización (la necesidad), aquí se va de lo perceptual e intuitivo a lo conceptual; en el segundo el proceso es inverso, se parte de una conceptualización (la necesidad) para llegar a una materialidad (el objeto); en ambos casos está subyacente una metodología de resolución de problemas.

Uno de los objetivos de esta disciplina es desarrollar en los alumnos la capacidad de plantear problemas sencillos, adecuados a su edad, en los que partiendo de un objeto puedan remontarse al marco referencial de surgimiento del mismo y a la necesidad que lo originó; así como partiendo de una necesidad, lleguen a través del proyecto y la fabricación, al objeto que la satisface.

PLANTEO ESQUEMÁTICO DE LOS DOS RECORRIDOS POSIBLES DE LA RELACIÓN ENTRE OBJETO Y NECESIDAD



Contenidos de la educación tecnológica

Es evidente que la educación tecnológica abarca un campo de contenidos muy amplio, y que es imposible pretender abarcarlos enciclopédicamente a todos. Lo que sí se puede hacer es plantear criterios para la selección de contenidos, teniendo en cuenta que a través de cualquiera de ellos se debe poner en evidencia la problemática específica de la disciplina tecnológica, la forma de operar en la búsqueda de solución a los problemas, y cómo la tecnología en su accionar va transformando la realidad.

El campo de la educación tecnológica abarca:

- Los conocimientos y habilidades básicas que permitan interpretar y valorar este mundo artificial creado por el hombre. Es decir, conocimientos básicos de energía, códigos de comunicación, principios generales sobre las máquinas, etc.; y fundamentalmente el conocimiento del método que permite avanzar en el conocimiento tecnológico (el método científico); en otras palabras la capacidad para operar con problemas.
- Las situaciones problemáticas vinculadas con las necesidades del hombre, que consideramos son:
 - alimentación,
 - vestimenta,
 - vivienda,
 - transporte,
 - comunicación (oral, escrita, audiovisual, etc.; directa o a distancia),
 - organización social (organización del trabajo, educación, capacitación, salud, etc.)

En cuanto a las necesidades del hombre es importante destacar que en esta era tecnológica han cobrado particular importancia las comunicaciones (en su concepción más amplia, que implica procesos de información) y el transporte (incluida la creciente movilidad de los medios de producción). Estos dos factores (que evidentemente están cambiando la dinámica del mundo) impactan fuertemente en los niños; por lo que se les debe prestar particular atención.

Criterios para la selección de contenidos

Para seleccionar los contenidos a incorporar en la educación tecnológica se propone tener en cuenta los siguientes criterios:

- Asegurar los conocimientos básicos que posibiliten el aprendizaje de los contenidos tecnológicos (expresión gráfica, conocimientos básicos sobre energía, principios de máquinas, etc.).
- Abarcar, con algunos contenidos, todas las áreas de necesidades humanas para asegurar un panorama integrador de las mismas.
- De cada área de necesidades humanas seleccionar los temas que puedan ser más pertinentes, teniendo en cuenta los siguientes criterios:
 - a) En cada área básica se deberá proceder primero a una exploración global de la misma, buscando plantear formulaciones lo más amplias posible (que no se reduzcan a objetos en sí), y luego seleccionar:
 - Los que mejor articulen lo individual y lo general, tanto a nivel social (dinámica persona/sociedad), como tecnológico (dinámi-

- ca producto/mundo artificial).
 - Los que mejor evidencien las transformaciones que provoca la tecnología y el impacto que ésta tiene en lo social y cultural.
 - Los que estén más vinculados con los problemas generales de la cultura tecnológica.
 - Los que muestren más claramente la relación e interacción de lo tecnológico con las otras áreas del conocimiento.
 - Los que muestren más claramente las posibilidades del hombre de transformar/controlar la realidad a voluntad, utilizando inteligentemente la tecnología.
- b) Buscar de dar prioridad a los temas:
- Sugeridos por los alumnos y/o sus grupos familiares, en función del interés o la problematicidad que presentan.
 - O los que la Escuela, las organizaciones intermedias o el gobierno local consideren de interés para el futuro de la región.
- c) A partir del tema central se abordarán subtemas técnicos enmarcados en la operatividad a lograr y en su relación con los aspectos centrales (desde el punto de vista tecnológico) de cada área de necesidades del hombre.

El proceso tecnológico

Con el objeto de enfocar el proceso tecnológico buscando abarcar el amplio espectro de factores en juego, tanto en el planteo de situaciones nuevas, como en el análisis de situaciones existentes, consideramos conveniente descomponerlo en cuatro ítems:

1. El problema y su solución desde la óptica del usuario; es decir, el pro y la relación producto/usuario.
Ejemplo: El transporte y los medios de transporte (por ejemplo, el automóvil) desde la óptica del usuario (comodidad, consumo, velocidad, capacidad de carga, etc.).
2. El problema y su solución desde la óptica de la sociedad, teniendo en cuenta los aspectos que aparecen al multiplicarse los objetos tecnológicos y los usuarios; es decir el problema y las relaciones producto/sociedad y producto/mundo natural y mundo artificial. Con este ítem se busca poner énfasis en el impacto y las interacciones que los objetos tecnológicos tienen, tanto en el mundo natural como en el artificial, especialmente cuando se difunde una tecnología.
Ejemplo: El automóvil desde la óptica social y ambiental (congestión vehicular, contaminación ambiental, ruido, comparación con el transporte público, requerimiento de vías de comunicación, eliminación al terminar su vida útil, etc.).
3. Los aspectos socioeconómicos, culturales, políticos, etc., y todos los no tecnológicos que enmarcan y condicionan el problema y sus posibles soluciones.
Ejemplo: El automóvil, su aceptabilidad económica y social, su valor como símbolo de status, etc.
4. Los recursos (humanos, materiales, económicos, etc.), los conocimientos requeridos, las técnicas disponibles, las características y normas técnicas, los principios de funcionamiento, la producción, etc.
Ejemplo: El automóvil, las características técnicas, operativas y funcionales de sus componentes, los principios de funcionamiento y la fabricación, las tecnologías de producto y de proceso, etc.

Aplicación a un caso particular: la vivienda

A modo de ejemplo tomamos el caso de la vivienda, uno de los componentes clave de ese mundo artificial que el hombre ha ido construyendo para mejorar su calidad de vida.

Los factores del proceso tecnológico que hemos planteado, nos muestran los diferentes temas a abordar para poder presentar la problemática tecnológica en su globalidad.

1. El problema y relación producto/usuario.

Podemos decir que la vivienda responde a la necesidad de contar con un espacio físico, entendido como:

- Lugar de protección (de las inclemencias del tiempo y de peligros).
- Lugar de descanso.
- Lugar donde tener las pertenencias.
- Lugar para la comunicación y la vida familiar.
- Lugar para estudiar y/o trabajar.
- Lugar para jugar o distraerse.
- Lugar referencial en cuanto a la vida.

2. El problema y la relación producto/sociedad, producto/mundo natural y mundo artificial.

En este rubro hay que analizar:

- Los diferentes tipos de vivienda (individuales, agrupadas en pequeños complejos, departamentos en edificios en altura, etc.), sus implicancias en lo social; diversos criterios de uso del espacio (de circulación; áreas verdes); etc.
- La infraestructura necesaria para prestar los servicios a cada complejo habitacional y a la ciudad en su conjunto. Análisis de la problemática de los principales servicios y sus alternativas de solución.
- La problemática urbanística como estudio del aprovechamiento y ordenamiento del territorio urbano, su relación con el rural y sus interconexiones. La definición de áreas residenciales, comerciales, industriales, de recreación, etc.
- La problemática de la contaminación ambiental en las ciudades y el papel de los espacios verdes.
- La problemática de la circulación en las ciudades y en las zonas rurales.

3. Los aspectos socioeconómicos, culturales y –en general– todos los no tecnológicos de la vivienda.

En lo referente a este tema:

- Los condicionamientos culturales que influyen en la aceptación o no de ciertos tipos de materiales, sistemas constructivos o tipos de vivienda (por ejemplo: viviendas prefabricadas; construidas en serie; de madera; etc.).
- Las características de la comunicación interpersonal según el tamaño de las ciudades y tipo de viviendas.
- El ritmo de vida que imponen las grandes ciudades (estrés, apresuramiento, etc.).
- Los condicionamientos psicológicos y sociales, cuyas características dependen del tamaño de la ciudad, peculiaridades del barrio, o tipo de vivienda, y la relación que, como consecuencia se establece con el mundo natural, el artificial y con la sociedad.

4. Los recursos (humanos, materiales, económicos, etc.), los conocimientos tecnológicos, las características y las normas técnicas, etc.

Aquí hay que tener en cuenta:

- Los tipos de construcción que se pueden utilizar (viviendas prefabricadas, semiprefabricadas, construidas *in situ*).
- Los tipos de estructuras resistentes y materiales de construcción que se pueden utilizar.
- Las características técnicas de las distintas instalaciones de servicios (gas, electricidad, agua, servicios sanitarios, etc.).
- Las normas técnicas y legales para las construcciones.
- Los principales criterios y alternativas a tener en cuenta en un diseño (circulación, ventilación, iluminación, etc.).
- Problemática de la fabricación industrial de viviendas y/o de sus principales componentes.

De todo este amplio espectro de temas se puede tomar alguno, de acuerdo a los criterios de selección ya propuestos y respetando los intereses de los alumnos, de sus grupos familiares y/o de la región; por ejemplo se podría abordar el tema “Los diferentes tipos de vivienda (individuales, agrupadas en pequeños complejos, departamentos en edificios en altura, etc.)”.

Su análisis permite:

- Advertir cómo los aspectos individuales (comportamiento, actitudes, confort, seguridad, espacio utilizable, etc.) de los usuarios de cada unidad interactúan con los aspectos sociales y con los del sistema tecnológico que conforman una ciudad (problemas urbanísticos, aprovechamiento del territorio, infraestructura, comunicaciones, etc.).
- Analizar los condicionamientos (impuestos) y las transformaciones (inducidas), en las pautas culturales y conductas sociales, como consecuencia de la tecnología constructiva de la vivienda (por ejemplo los que surgen como consecuencia de habitar departamentos en edificios en altura; por el desarrollo no siempre planificado de las grandes ciudades; etc.).
- Valorar alternativas de elección para: racionalizar el uso de energía y controlar la contaminación ambiental, analizando en estos aspectos la problemática de cada uno de los tipos de vivienda y la de sus formas de fabricación.
- Evidenciar el potencial transformador del hábitat que tiene la selección de uno u otro tipo de vivienda en cuanto a disponibilidad y aprovechamiento de espacios verdes, posibilidades de comunicación, accesibilidad económica a la vivienda, y con todo ello los efectos sobre la calidad de vida de las personas.
- Advertir que algunas de las instalaciones de la vivienda (la eléctrica o de agua) permiten establecer claras interacciones entre sus posibilidades y características, a nivel de cada vivienda, y la planificación a nivel de sistema tecnológico de infraestructura (sistemas de producción de energía eléctrica; sistemas de captación, potabilización y distribución de agua).

En síntesis se trataría de tomar conciencia que:

- Las viviendas y el modo de utilizarlas, nos hablan de la cultura de quienes las habitan.
- Las viviendas individuales se «prolongan» en:
 - edificios en los que se centralizan actividades que, en mayor o menor grado, el hombre desarrolla en su casa, como por ejemplo: las empre-

- sas (lugares donde se trabaja); las escuelas (lugares en donde se educa); los hospitales (lugares en donde se cuida la salud); etc.;
- servicios de infraestructura que permiten dotar a cada vivienda de agua, gas, electricidad, evacuación de residuos, etc.
- La disposición de las viviendas, de los servicios, y de los edificios públicos y privados donde se desarrolla la actividad humana, presuponen diversas alternativas de ocupación del territorio que responden a criterios y objetivos que debemos conocer y saber interpretar.
- La urbanización y su relación con el territorio en general, insertan la problemática de la vivienda en el corazón de lo tecnológico, al hacer evidente la forma en que la extensión del mundo artificial y su progresiva complejidad plantean nuevos condicionamientos al hombre y lo impulsan por tanto a buscar alternativas de solución a los problemas generados por el propio mundo artificial. Así, la problemática de la disponibilidad de espacios verdes, de lugares para recreación, de la contaminación ambiental, de los medios de transporte, de las formas de comunicación interpersonal, etc., es consecuencia de la forma en que el propio hombre construyó sus ciudades.

Entendemos que de este modo el alumno se podrá ubicar en un mundo que lleva más de doscientos años de un fuerte proceso de concentración urbana, y del que participa como habitante, rural o urbano.

Una propuesta de cómo abordar la educación tecnológica en la educación general básica

Consideramos que un enfoque inicial correcto es tomar como referencia el contexto en el que se mueven los alumnos (lo cotidiano), por ejemplo la casa, la escuela, el entorno físico, y partiendo de sus conocimientos previos vinculados a este contexto, ir profundizándolos e incorporando otros nuevos, en sus comienzos a nivel descriptivo, pasando de lo más simple a lo complejo, sin perder contacto con la realidad. Es decir que partiendo de situaciones reales vayan aprendiendo a pensar y razonar sistemáticamente, a plantearse problemas y buscar soluciones (recordemos que normalmente la solución no es única, que depende de múltiples factores y que generalmente hay que optar por una); que aprendan a seleccionar, a optar, a asumir responsabilidades en la toma de decisiones, pero razonada y conscientemente.

Este enfoque no plantea el análisis de objetos o problemas en forma aislada, fuera de contexto, sino que se considera fundamental asociarlos al contexto, a los aspectos culturales, ideológicos, sociales, políticos, económicos, ambientales, históricos, etc., así como, en el caso de los objetos, al destino, al uso, al éxito, a posibles problemas, etc., pues nada puede considerarse neutro y desligado del contexto. Limitarse a un estudio aislado y acritico de los objetos y los procesos tecnológicos, es perder de vista su razón de ser, que es resolver problemas sociales humanos. Recordemos que el origen de la tecnología es la búsqueda de soluciones a problemas, y que podemos sintetizarla como la suma de nuestros conocimientos acerca de la solución de problemas técnico-sociales.

Se propone abordar los temas partiendo de lo más sencillo, los objetos o procesos tecnológicos (considerados individualmente), y en un proceso de integración y complejidad creciente (descripción, funcionamiento, producción, etc.) llegar a los fundamentos en que se basan, a su inserción en el mundo artificial y al control de este último.

En el análisis planteamos cinco niveles:

1. El objeto de estudio
2. El contexto
3. La producción
4. El proyecto
5. El accionar tecnológico

Los tres primeros niveles conforman el mundo artificial tal como se nos presenta.

Al hablar de **contexto** nos referimos al ámbito en el que está presente el objeto, o la familia de objetos, y a las interrelaciones que se plantean. Al analizar el contexto se tendrán en cuenta los aspectos vinculados al almacenamiento, distribución, comercialización, consumo, etc., así como todas las interconexiones que puedan existir.

Abordar el análisis y estudio del contexto antes de la producción no implica que ésta escape al contexto, sino que consideramos que es más coherente presentar primero aspectos que condicionan y determinan la producción.

Proponemos comenzar con un enfoque del mundo artificial tal como se nos presenta y como respuesta a las principales necesidades del hombre. Es una etapa descriptiva-comprensiva en la que se estudian los productos tecnológicos que forman parte de este mundo artificial (objetos, máquinas simples, etc.) en relación a la necesidad que satisfacen, partiendo de objetos tecnológicos concretos próximos al niño (la casa, la escuela, el automóvil, el teléfono, etc.), continuando con el contexto en el que estos objetos se multiplican e interactúan con el medio sociocultural y el natural (el barrio, la ciudad, el tránsito urbano, las redes de comunicación, etc.) y finalizando con la temática de la producción de estos objetos (procedimientos y métodos de fabricación de viviendas, de automóviles, de teléfonos, etc.)

En un proceso continuo de complejidad creciente, la descripción del objeto se amplía y enriquece al analizar su interrelación con el contexto, y los aspectos vinculados y determinados por los sistemas de producción masiva.

Luego se hará un análisis técnico-tecnológico de los temas abordados, explicando las funciones de cada elemento apoyándose en diagramas de bloques que representen funciones elementales comunes a distintos artefactos; se profundizarán las interrelaciones y se analizarán los aspectos más significativos de la generación y evolución en el tiempo de los temas tratados. En las actividades prácticas se comenzará a aplicar una metodología de proyecto, considerando este último como actividad fundamentalmente tecnológica.

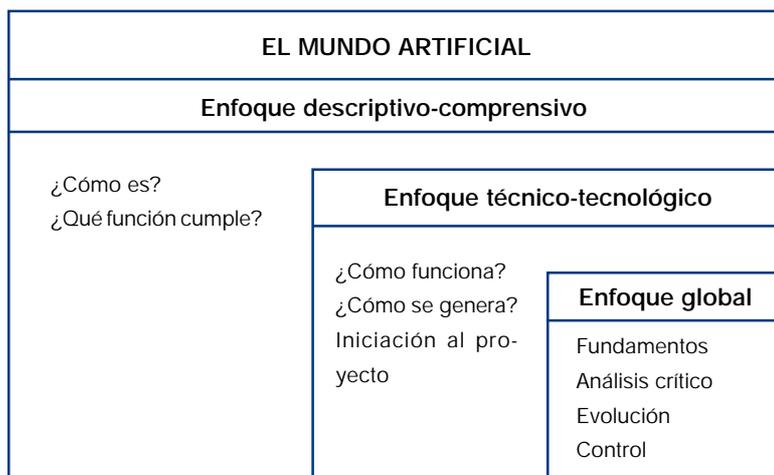
Por último se profundizará la descripción y el análisis técnico-tecnológico del mundo artificial, se integrarán todos estos conocimientos en un contexto global, se analizarán sus fundamentos, se abordará el análisis del mundo artificial en toda su complejidad, su dinámica y su evolución; resumiendo, se presentará el accionar tecnológico en toda su dimensión y se planteará un análisis tecnológico y crítico del mundo artificial.

En síntesis, a lo largo de la Educación General Básica se van integrando en forma sucesiva tres enfoques:

- el primero corresponde a una descripción y explicación topográfica tendiente a la comprensión, cada vez con mayor profundidad, del mundo artificial;
- el segundo corresponde al abordaje de sus principios de funcionamiento y la iniciación al proyecto, y
- el tercero a una instancia de globalización, analítica y crítica, que abarca el accionar tecnológico como un todo que evoluciona a lo largo de la historia y que requiere ser controlado para evitar efectos no deseados.

Esta propuesta de jerarquización para el abordaje de la educación tecnológica no implica una prescripción rígida de secuencias y niveles, sino que intenta hacer explícito un camino helicoidal a lo largo del cual se va pasando de una concepción de objeto a una de sistema, del análisis de situaciones estáticas a la comprensión de procesos dinámicos, en suma de la visión de situaciones y objetos aislados e inmutables en el tiempo a la comprensión de situaciones cambiantes y complejas, con objetos que evolucionan como consecuencia de interacciones complejas con el medio sociocultural y el natural.

Para aprender a situarse en forma autónoma, inteligente y crítica frente al mundo artificial se requiere algo más que el simple conocimiento del mismo, se requiere analizar y comprender su génesis, sus lógicas evolutivas y las alternativas que se presentan, las interacciones con el ambiente sociocultural y el natural, y finalmente tener en cuenta las consecuencias del impacto tecnológico y las posibilidades de actuar para controlar este impacto.



Ejes organizadores

Con el objeto de enfocar la educación tecnológica con la mayor amplitud posible, se proponen tres ejes para organizar los contenidos, cada uno contempla un aspecto importante del tema, pero dejando sentado que la separación no implica que estos ejes se puedan aislar.

Los tres ejes organizadores propuestos son:

1. El mundo artificial y los sistemas tecnológicos que lo integran.
2. Generación, evolución y control de los sistemas tecnológicos.
3. Interacciones de los sistemas tecnológicos con el mundo natural y el sociocultural.

1. El mundo artificial y los sistemas tecnológicos que lo integran

El mundo artificial omnipresente en la cotidianeidad, condiciona el comportamiento humano, pero esta omnipresencia hace que muchas veces, y sobre todo en el caso de los niños, se lo incorpore como mundo natural, ocultándose así la responsabilidad humana en su creación y la eventual posibilidad de su transformación en base a metas deseadas.

En este eje se plantea el conocimiento y comprensión de los sistemas hechos por el hombre (como respuestas a demandas sociales) y de los elementos y productos que lo componen, así como el análisis del mismo.

2. Generación, evolución y control de los sistemas tecnológicos

En este eje se enfoca el proyecto tecnológico, su generación, su evolución y sus limitaciones, así como los productos tecnológicos, su producción y su distribución, y además se busca analizar situaciones que permitan descubrir ciertas lógicas evolutivas que posibiliten plantear tendencias futuras.

El estudio del papel de la tecnología en la historia permite entender la historia de la tecnología, las consecuencias del accionar tecnológico y la necesidad y posibilidad de su control.

3. Interacciones de los sistemas tecnológicos con el mundo natural y el sociocultural

Este eje está centrado en considerar el mundo artificial como resultante del accionar tecnológico, pero teniendo en cuenta el mundo natural (que provee los elementos que permiten su construcción) y el sociocultural (con su cultura técnico-tecnológica), y a su vez destacar el impacto del accionar tecnológico tanto en el mundo natural como en el sociocultural y la ética que deberían marcar todo el accionar tecnológico.

Se busca plantear alternativas alejadas de las posiciones extremas de dominio absoluto y destructor del medio ambiente, o de sumisión ante el mismo, así como de esclavitud frente al mundo artificial hecho por el hombre.

EL MUNDO ARTIFICIAL Y LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS QUE LO INTEGRAN	GENERACIÓN, EVOLUCIÓN Y CONTROL DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS	INTERACCIONES DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS CON EL MUNDO NATURAL Y EL SOCIOCULTURAL
<p>Descripción y análisis de sistemas hechos por el hombre (que integran el mundo artificial) y los elementos o productos que lo componen.</p> <p>Sistemas tecnológicos que responden a las demandas de: comunicación, transporte, vivienda, vestimenta, alimentación, organización social y otros servicios.</p>	<p>La historia de la tecnología y la tecnología en la historia.</p> <p>La revolución industrial.</p> <p>Los productos tecnológicos.</p> <p>Los procesos de producción.</p> <p>Materiales, herramientas y máquinas.</p> <p>La energía.</p> <p>La sociedad de la información.</p>	<p>El impacto ambiental y el sociocultural del accionar tecnológico.</p> <p>La cultura tecnológica.</p> <p>La ética de la tecnología.</p>

2. LA TECNOLOGÍA EN LA ESCUELA

Aquiles Gay

Lo central de la educación tecnológica es el desarrollo de actitudes y aptitudes para enfrentar problemas vinculados al mundo material y buscar su solución

Educación

Entendemos por educación el proceso por el cual los integrantes de las nuevas generaciones van asimilando el patrimonio cultural de la sociedad en que viven y conformando así sus esquemas de pensamiento y de acción. En nuestra sociedad la escuela es la estructura institucional encargada de llevar adelante sistemáticamente este proceso; pero también la familia, y la sociedad en su conjunto, participan del mismo.

La educación, tal como la conocemos, es por naturaleza conservadora, pues consciente, y también inconscientemente, todo grupo social busca transmitir a las nuevas generaciones sus pautas culturales; esto queda evidenciado por la existencia de diversos tipos de cultura, cada una con características propias. La escuela, encargada del proceso educativo, ha estado enmarcada por este esquema y podemos decir que tendía, o tiende, a consolidar el esquema sociocultural vigente. Lo que no implica que esto no pueda cambiar, y que la escuela pase a ser un pilar de la transformación social.

A través de la educación se transmiten pautas culturales: valores, creencias, conocimientos, formas de comportamiento, etc. Ahora bien, desde la óptica de la educación tecnológica, lo central es el desarrollo de actitudes y aptitudes para enfrentar problemas vinculados al mundo material y buscar su solución. Esto no quiere decir que la educación tecnológica se desentienda de los otros temas, muy por el contrario, los enfoca y los trata con la atención que merecen, pero muchos de ellos son específicos de otros campos del conocimiento, mientras que lo específico de la tecnología es la resolución de problemas, en nuestro caso problemas de la vida cotidiana. Recordemos que el objetivo de la técnica y la tecnología es solucionar problemas.

En esa búsqueda de solucionar problemas (problemas de vivienda, de vestimenta, de alimentación, de transporte, etc.), la técnica y la tecnología han ido cambiando el medio natural y creando un ambiente tecnológico, que llamamos mundo artificial, un mundo hecho por el hombre en su ambición por mejorar la calidad de vida (con sentido social o no). Este ambiente tecnológico (construcción humana) está omnipresente en nuestra vida, lo que podemos constatar simplemente fijando nuestra vista en todo 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, el teléfono, la cocina, los medios de transporte, etc.; sin embargo, este contexto tecnológico tiene, o tenía, poca o casi nula presencia en la escuela. Con la introducción de la educación tecnológica a lo largo de todo el ciclo escolar se busca saldar esa falencia.

Hasta finales del siglo pasado y comienzos del actual, este mundo hecho por el hombre, era sencillo frente a lo que ha llegado a ser hoy, y su evolución relativamente lenta, todo esto justificaba que en la escuela no hubiera una disciplina específica que se ocupara de su estudio. Su conocimiento y comprensión en parte estaba diluido en el contexto de los conocimientos generales que brindaba la escuela, pero lo fundamental se adquiría informalmente a través de las actividades de la vida cotidiana, desde cómo efectuar pequeñas reparaciones, hasta comprender el funcionamiento de algunos artefactos (sobre todo del hogar), la profundidad de estos conocimientos dependía del ambiente en el que se movía el niño. Además, podemos decir que los conocimientos adquiridos en el quehacer cotidiano no tenían su correlato en la escuela, mientras que, por otra parte, lo que se aprendía en la escuela muchas veces estaba bastante desvinculado de la vida cotidiana. Esto no planteaba grandes problemas en un mundo técnicamente poco complejo; la familia y la sociedad en su conjunto se ocupaban de preparar al futuro ciudadano para la cotidianidad.

Pero el acelerado desarrollo científico-tecnológico de este último siglo cambió todo, hoy este mundo hecho por el hombre ha adquirido una complejidad tal que para

conocerlo, entenderlo y poder manejarse con soltura dentro del mismo se requiere profundizar su estudio. La transmisión de los saberes de la cotidianidad que brindaba, y que continúa brindando, informalmente la familia y el entorno social no es ya suficiente para poder enfrentar con posibilidades de éxito los complejos problemas que se presentan diariamente; esto ha planteado la necesidad de que la escuela asuma la responsabilidad que le compete en este campo e incorpore en su currículo una nueva disciplina que se ocupe de estos temas, de allí la introducción de la educación tecnológica.

Debemos tener presente que vivimos en un mundo que lleva el sello indeleble de la tecnología. El explosivo desarrollo de la ciencia y la tecnología a lo largo de los últimos cien años ha provocado grandes cambios en la estructura productiva de bienes y servicios, y como consecuencia ha cambiado substancialmente el ambiente en el que desarrollamos nuestras actividades.

Sin embargo, como hemos planteado, la escuela no ha seguido el ritmo de estos cambios y ese mundo tecnológico prácticamente no está presente en el contenido de sus programas, lo que provoca serios desajustes en la formación requerida para poder desempeñarse eficazmente en un mundo donde la tecnología está omnipresente.

Hay que tener en cuenta que la tecnología marca el rumbo del desarrollo social, ya que es una actividad centrada en el saber hacer que, mediante el uso racional, organizado, planificado y creativo del conjunto de los recursos materiales y la información propios de un grupo humano, en una cierta época, brinda respuestas a las necesidades y/o demandas sociales en lo que respecta a la concepción, producción, distribución y uso de bienes, procesos y servicios.

En consecuencia, la tecnología debe ser un eje articulador de la formación escolar, y esto plantea un desafío que la escuela debe aceptar, incluyendo a la tecnología dentro de la formación general, de no hacerlo está cerrando los ojos ante la realidad del mundo tecnológico que nos rodea, e inconscientemente colaborando en la perpetuación de una situación de atraso cultural ante la nueva estructura social que está surgiendo como consecuencia de la llamada Revolución Científico-tecnológica.

Este atraso conduce, muchas veces, a la incapacidad de comprender y por lo tanto de actuar eficazmente frente a las transformaciones que, debido a la creciente globalización, nos impactan cotidianamente.

La enseñanza de la tecnología en la Educación General Básica y en la Educación Polimodal, está enfocada desde la óptica de la Formación General (es decir está vinculada a los aspectos culturales de la persona) y no de la Formación Profesional; debido a esto, nosotros no hablamos de enseñanza de la tecnología sino más bien de Educación Tecnológica.

La educación tecnológica no es una disciplina orientada a formación profesional, es decir no prepara para un campo específico de actividades laborales, pero eso sí, prepara para la vida, para la cotidianidad, para el mundo del trabajo, donde el saber hacer debe estar respaldado por conocimientos; prepara para un mundo cambiante y complejo en el que se requieren competencias para enfrentarlo, y en el que el componente tecnológico tiene un peso cada vez más significativo, lo que exige una consustanciación con el hecho tecnológico para poder moverse con soltura dentro del mismo.

Esta nueva disciplina está planteada en nuestro país desde el nivel inicial, porque una de las funciones principales de este nivel es encauzar al niño en la comprensión del mundo que lo rodea, un mundo predominantemente tecnológico.

Además la educación tecnológica asume un rol clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues prepara para una sociedad que cambia; porque seamos realistas, el desarrollo tecnológico está cambiando la sociedad y como consecuencia todo el sistema de relaciones sociales. La escuela no puede ser más la transmisora de un saber estático, debe adaptarse a la dinámica del mundo de hoy y preparar a los futuros ciudadanos para que sean partícipes activos y responsables en este nuevo mundo que se está gestando. La escuela debe preparar no sólo para lo que es, sino para lo que puede llegar a ser. Su rol de conservadora del esquema sociocultural sigue teniendo cierta validez, pero las exigencias del mundo de hoy son mucho más complejas y además hay cosas que inexorablemente cambian, o tienen que cambiar para lograr una sociedad más justa y equitativa. Esto abarca no sólo el campo de la técnica, sino de la vida en general.

Hasta el presente la actividad de la escuela estaba basada, en gran parte, en las ciencias (las ciencias representan el intento del hombre por interpretar el universo), lo que consideramos clave y fundamental pues las ciencias nos brindan el conocimiento acerca de la realidad, pero no se le dio la misma importancia al conocimiento tecnológico, que es el conocimiento vinculado a la acción. Las ciencias nos pueden decir acerca de lo que es, pero no sobre lo que debemos hacer, porque las ciencias se ocupan de lo que es, mientras que la tecnología es la que se ocupa de aquello que debe ser, ya que por su propia naturaleza busca solucionar problemas, y en su accionar va transformando la realidad.

Para la tecnología, la ciencia como globalidad es un instrumento, un instrumento clave que hay que conocer y muy bien, tanto en lo referente a su metodología (la tecnología también la utiliza), como a su contenido (sus conocimientos), porque hay que conocer para poder hacer.

Teniendo en cuenta que la Educación Tecnológica es una disciplina con características particulares, nueva en nuestro medio, que rompe los esquemas clásicos de la formación escolar, y cuya inclusión en el currículo, como campo de formación general, puede despertar interrogantes en cuanto a su pertinencia, trataremos de profundizar el análisis de las razones que justifican su presencia en los programas escolares.

En principio, podemos hablar de:

- Razones pedagógicas
- Razones político-económicas
- Razones culturales

Estas diversas razones están muy imbricadas entre sí y en algunos casos es difícil separarlas, pero por razones de claridad las analizaremos separadamente.

Razones pedagógicas

En la búsqueda de un desarrollo integral de la personalidad, en sus múltiples aspectos, cognitivo, intelectual, afectivo, psicomotor, sociológico, etc., la tecnología como disciplina escolar tiene un papel importantísimo, pues por su misma metodología de trabajo y su enfoque de la realidad, colabora en despertar la creatividad y el sentido de la responsabilidad, dado que el eje del accionar tecnológico es la solución de problemas sociales.

Reconocer la propia educación como proceso tecnológico, aprender a analizar críticamente dónde estoy y adónde quiero llegar, permite una regionalización del proceso educativo y consecuentemente la posibilidad de analizar, formular y resolver problemas vinculados a situaciones regionales.

Todo enfoque tecnológico es interdisciplinario y plantea la unidad del conocimiento; el estudio de problemas reales, la búsqueda de soluciones o el análisis de las soluciones dadas, ponen en juego una multiplicidad de factores. El hecho tecnológico por su propia naturaleza no se inscribe en un campo homogéneo de conocimientos, sino que sus raíces se nutren en diversas fuentes (ciencias exactas, ciencias sociales, economía, conocimientos empíricos, etc.).

Además, hay que tener en cuenta que la formación escolar, tal como la conocemos actualmente, está basada en abstracciones; sus hilos conductores son:

- la cultura humanística (que se sirve de la expresión verbal–signos lingüísticos–);
- la cultura científica (que utiliza las matemáticas –símbolos matemáticos–; y se sirve también de la expresión verbal).

Ambas se manejan con abstracciones, signos lingüísticos o símbolos matemáticos. Ahora bien, introducir al estudio del mundo que nos rodea partiendo de abstracciones (leyes físicas o formulas matemáticas) puede plantear problemas pedagógicos y también sociales pues los alumnos de los primeros grados, sobre todo los provenientes de hogares modestos, suelen tener dificultades a nivel de la abstracción. La educación tecnológica, que tiene como eje la cultura tecnológica, una cultura concreta, puede introducir más fácilmente a los alumnos al mundo de las abstracciones, colaborando así en evitar el fracaso escolar y en amenguar los problemas de selección social.

Razones político-económicas

Alrededor de la tecnología giran los grandes problemas técnico-sociales pues la tecnología abarca la suma de nuestros conocimientos teóricos y prácticos y las formas de actuar puestas en juego para solucionar los mismos, pero en la solución subyace un fuerte componente político-económico, pues tecnología y economía, íntimamente ligadas entre sí, están vinculadas también al poder político que es en última instancia quien señala el camino a seguir.

En el mundo de hoy los países que no quieran perder el tren del progreso deben desarrollarse tecnológicamente pues el sistema productivo, eje de la economía, está íntimamente ligado a la tecnología; para que el desarrollo sea factible se requiere una capacitación generalizada de todos en ese campo, capacitación que debe comenzar en la escuela, porque para actuar tecnológicamente se requiere adquirir una cierta forma de pensar y de razonar, y es la escuela la que más puede colaborar en ese aspecto.

Consideramos que la capacitación en el campo de la tecnología permite que cada uno, además de contribuir eficazmente con su trabajo al desarrollo nacional, pueda opinar y actuar con conocimiento de causa en todo lo atinente a las grandes decisiones político-económicas (uso pacífico de la energía nuclear, desarrollo urbano, contaminación, etc.).

Razones culturales

La tecnología no está vinculada solamente al sector de la producción, sino también al del consumo y en consecuencia tiene un carácter sociocultural y ejerce gran influencia en el campo general de la cultura, la que a su vez marca las líneas del desarrollo tecnológico; podemos decir que entre tecnología y cultura, en el sentido amplio del término, hay una relación dialéctica.

La tecnología no tiene una dinámica propia, sino que responde a demandas que le plantea la sociedad. La tecnología se desarrolla como respuesta a necesidades sociales (del gran público, de las empresas, del estado, etc.), pero sus productos terminan produciendo grandes cambios socioculturales. La escuela no puede estar al margen de este proceso y debe preparar a sus discípulos para que puedan vivir plenamente en una sociedad en permanente mutación y para que sean partícipes activos en este proceso de construcción del mundo del futuro. Esto plantea la necesidad de introducir la tecnología como una disciplina orientada a la formación general, desde la primera etapa de la escolaridad, es decir desde el nivel inicial, porque es allí donde se comienza el proceso sistemático de formación de los hombres del mañana, para que sean ciudadanos cabales, libres, responsables, solidarios, partícipes activos (con conocimientos) en el proceso de desarrollo social, y respetuosos de la naturaleza a la cual se deben.

Este tema es muy importante pues la educación tecnológica tiene como objetivo desarrollar la cultura tecnológica⁹.

El contar con productos tecnológicos sin una cultura tecnológica nos puede ayudar a vivir pero no a pensar, y el hombre se realiza plenamente en la acción y el pensamiento.

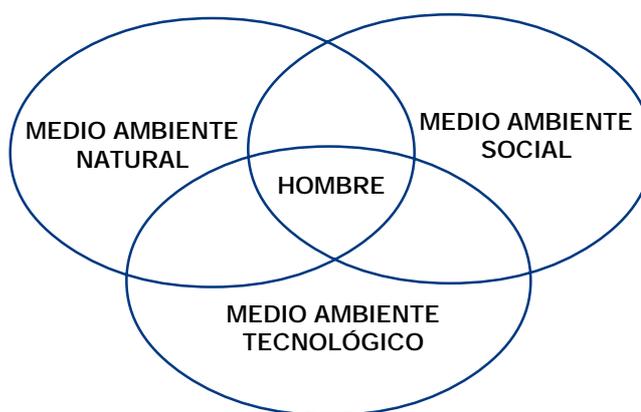
⁹ Para ampliarlo véase el Anexo 1, "La cultura tecnológica".

**3. LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA
EN EL NIVEL INICIAL
Y EN EL PRIMER CICLO DE LA
EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA**

Aquiles Gay

La educación tecnológica prepara para una sociedad que cambia

Como plantea el sociólogo William Ogburn¹⁰, el hombre está en el centro de tres medios que se interrelacionan, un medio ambiente natural, un medio ambiente social y un medio ambiente tecnológico. Los tres conforman «el ambiente (conjunto de componentes, factores y sucesos de diversa índole) en el que se desenvuelve la vida de las personas. En él se crea cotidianamente la cultura. En este ambiente, las niñas y los niños construyen sus conocimientos cotidianos. El ambiente, “abecedario” de conocimientos, territorio de vida, descubierto activa y críticamente por los niños y las niñas, es el gigantesco libro que ellos aprenderán a conocer, tomando conciencia de la necesidad de cuidarlo, mejorarlo y conservarlo.



En los CBC¹¹ de Nivel Inicial se lee: “El capítulo de Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Tecnología incluye contenidos provenientes de diferentes campos del conocimiento, adecuados para que la niña y el niño conozcan y organicen la realidad natural, social y tecnológica”. A través de los contenidos de las Ciencias Naturales, las Ciencias Sociales y la Tecnología, se busca que los alumnos comiencen a tomar conciencia de la presencia e importancia del Medio Ambiente Natural (el mundo natural), del Medio Ambiente Social (el mundo social humano) y del Medio Ambiente Tecnológico (el mundo artificial). Es decir que el objeto de estudio de las ciencias naturales es el medio ambiente natural (el mundo natural), el objeto de estudio de las ciencias sociales, los seres humanos en sociedad (el mundo social), y el objeto de estudio de la tecnología, el mundo material (el mundo artificial).

Si bien hemos hablado de la existencia de tres medios íntimamente relacionados e interdependientes, con los niños sería inconveniente, por no decir imposible, comenzar con estas diferencias que son más que todo puntos de llegada (en la EGB) y no de partida.

El niño percibe al mundo como una globalidad, éste es el punto de partida, y a través de la observación y el análisis se buscará que vaya diferenciando y descubriendo esta realidad, natural, social y tecnológica en la que se desarrollan las actividades humanas, para así ir tomando conciencia de la presencia de estos tres medios: el natural, el social y el tecnológico.

¹⁰ Ogburn, W. 1995. “Technology as environment”. En *Sociology and social research. Volumen XLI*

¹¹ Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. *Contenidos Básicos Comunes. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires*

Tengamos presente que en los CBC para el Nivel inicial, las Ciencias Sociales, las Ciencias Naturales y la Tecnología están juntas, mientras que en los CBC para la EGB figuran separadas. Uno de los objetivos del Nivel Inicial es precisamente tratar de ir logrando el paso de una globalidad indiferenciada a una globalidad diferenciada, en la que el niño comience a percibir las diferencias entre el medio natural, el social y el tecnológico, entre lo que son cosas naturales y lo que son objetos hechos por el hombre; que vaya tomando conciencia de que los objetos hechos por el hombre normalmente son respuestas a necesidades o deseos, enmarcados por un determinado contexto social; que las necesidades puedan ser naturales, como el comer, el protegerse de las inclemencias del tiempo, etc., o consecuencia de la vida en sociedad, como comunicarse, desplazarse de un lugar a otro, etc.; que las necesidades y los deseos plantean problemas; que la técnica y la tecnología resuelven problemas; que la resolución de problemas es un proceso creativo; que el hombre al resolver problemas ha ido creando un mundo tecnológico, un mundo artificial; que ese mundo artificial ha adquirido una complejidad, densidad y amplitud tal, que plantea el riesgo de aislarlo y encerrarlo bloqueándole su percepción del mundo natural al cual pertenece y se debe; que para evitarlo se requiere un esfuerzo de clarificación que lo haga comprensible y controlable, en otras palabras que lo haga transparente. (Estas son consideraciones para el docente e integran el marco teórico de la disciplina).

La toma de conciencia de importancia de la construcción, control y mantenimiento de este mundo artificial, hay que empezar a despertarla en los niños desde muy pequeños, por lo que consideramos que el Nivel Inicial es una etapa interesante para comenzar la alfabetización en tecnología, pero dentro de un contexto global. Teniendo en cuenta que la cotidianidad está hoy muy teñida de tecnología, planteamos que una de las funciones de la educación tecnológica es llevar esa cotidianidad tecnológica a la escuela. Partiendo del análisis del entorno tecnológico (¿para qué sirven las cosas que nos rodean?, ¿qué función cumplen?, ¿qué problemas solucionan?. etc.), es fácil para el niño entrar al campo de otras disciplinas.

En el nivel inicial se comienza el proceso de diferenciar lo dado ("lo natural"), lo disponible, lo preexistente, de lo hecho por el hombre, (con herramientas, máquinas, y teniendo en cuenta el medio); de reconocer: partes/nombres, funciones, ubicaciones, operaciones, unidades, etc. Todo esto dentro del desarrollo de las capacidades para: observar (reflexionando), descubrir, percibir, asociar, comparar, comunicar, aislar/relacionar, sacar/poner e identificar conceptos como, antes/después, arriba/abajo, atrás/ adelante, presencia/ausencia, etc.

Teniendo en cuenta que en este análisis del nivel inicial centramos nuestro enfoque en la educación tecnológica, no nos explayaremos en consideraciones sobre la función y el carácter de este primer nivel del sistema educativo; lo que sí dejamos sentado es que la función prioritaria que le asignamos es la pedagógica (sin por eso descartar los aspectos relativos a la formación de la personalidad) y como tal abarca: la preparación para la EGB, el desarrollo de las estructuras lógicas del pensamiento, el desarrollo cognitivo y de la creatividad, la introducción al conocimiento del medio natural, el social y el tecnológico, etc.

En lo referente a los contenidos, se debe partir de lo más próximo y vital para el niño, como puede ser, su casa, su clase, la escuela, etc., pero teniendo en cuenta que hoy, la tecnología de la información está trastocando los conceptos vinculados a la continuidad espacio-temporal y por lo tanto la idea de lo próximo y lo lejano. Cuando hablamos de próximo, vinculamos el concepto más a lo afectivo y cognitivo que a la proximidad física. En la organización de los contenidos se deben integrar vivencias y necesidades.

En cuanto a la organización de la enseñanza, se debe partir de los problemas propios del niño y de temas vinculados a su medio y no de otros, ajenos a su interés. Hay que partir de ideas espontáneas de los chicos y actuar sobre ellas.

La educación en general, y la de los niños en particular, debe responder fundamentalmente a dos tipos de requerimientos: los de orden individual y los de orden social. En nuestro caso, el primer tipo de requerimiento es básico porque está en juego el proceso madurativo y evolutivo del niño y su inserción en el medio social; esto último lo vincula al segundo tipo de requerimiento, que se refiere, fundamentalmente, al aporte que cada uno puede y debe hacer al progreso social. De la adecuada integración de estos dos tipos de requerimientos depende la correcta formación del individuo como ser social, ciudadano responsable, participativo, capaz de realizarse personal y socialmente.

La introducción de la educación tecnológica marca un nuevo rumbo en los quehaceres educativos, pues borra la separación entre la escuela y la vida cotidiana, separación posiblemente no muy marcada en el nivel inicial, pero que se iba acentuando en los años siguientes. Con la educación tecnológica a lo largo de todo el ciclo escolar, se introduce sistemáticamente en la escuela la vida de todos los días, con sus problemas de orden material. A título de ejemplo podemos señalar: desde el análisis de problemas sencillos y su solución, como los vinculados al sistema de suministro de agua en los distintos puntos de la casa, al circuito eléctrico, al funcionamiento de algunos artefactos o mecanismos de uso corriente (por ejemplo: la cerradura, el pica-porte, etc.), a temas organizativos, etc., hasta el planteo y la solución de problemas mucho más complejos en cualquiera de los diversos campos de la técnica.

La educación tecnológica pone más el acento en la capacidad para resolver problemas, que en contenidos concretos o en temas específicos. Los contenidos son importantes, sin contenidos no hay educación, pero no como secuencia de temas a tratar, sino más bien asociados a problemas.

Con la educación tecnológica se busca que las personas se acostumbren a ver la vida como una totalidad; el mundo se ha hecho demasiado complejo como para manejarse con saberes parcelados que no permiten enfocar y resolver correctamente los problemas; se necesita desarrollar una cultura de la complejidad para que cada uno pueda manejarse con libertad y autonomía. En búsqueda de este objetivo la tecnología desempeña un papel clave pues como dice Mario Bunge¹², la tecnología y la filosofía son los únicos componentes de la cultura moderna viva que interactúan fuertemente con todas las demás ramas de la cultura.

La Educación Tecnológica cumple un papel protagónico, porque por un lado vincula a los alumnos al espacio construido en el que hoy se desarrollan prácticamente casi todas las actividades humanas, y con los objetos que forman parte del mismo, y por el otro, desarrolla habilidades, el saber hacer, la actitud creativa.

Reconociendo que los objetivos de la educación infantil son, entre otros:

- Promover el desarrollo cognitivo y la creatividad.
- Facilitar el conocimiento del medio natural, social y tecnológico.
- Favorecer el desarrollo de las competencias comunicativas.
- Colaborar en el desenvolvimiento de la autonomía personal y el espíritu crítico, y en el desarrollo social.

¹² Bunge, M. 1985. Epistemología. Ariel. Barcelona. P. 230.

- Incorporar a los sujetos
- Lograr equilibrio afectivo y seguridad; etc.

Pensamos que un enfoque tecnológico de la realidad puede ayudar a concretar estos objetivos, y además ser el punto de partida, la puerta de entrada al estudio de todas las otras disciplinas.

El enfoque tecnológico abarca los campos, de la observación y el análisis, de la búsqueda de antecedentes, y del proyecto tecnológico (que es función de la finalidad planteada). Es decir que el enfoque tecnológico abarca el presente, el pasado y el futuro deseado.

El análisis del entorno cotidiano, un entorno eminentemente tecnológico, dará lugar al surgimiento de temas vinculados a todos los campos del saber: Ciencias Naturales y Sociales, Matemática, Tecnología, Lengua, etc.

La habilidad del docente es, partiendo de ideas espontáneas de los chicos y actuando sobre ellas, encausar sus actividades hacia donde puedan motivarlos y, como está expresado en los CBC del nivel inicial, darle "la oportunidad de:

- Progresar en el conocimiento global del medio, estableciendo hechos, relaciones, causas y comparaciones, a través de una exploración sistemática en intercambio con los otros.
- Construir su propia identidad como protagonistas de una cultura.
- Hacer un mejor uso de los productos de la tecnología desarrollando hábitos inteligentes de consumo, y uso y valorando su propia capacidad como productores.
- Colaborar en el cuidado y mejoramiento del ambiente natural y social cercano.
- Compartir con los otros, respetando e integrando las diferencias culturales, social y físicas.
- Reconocer el valor del trabajo para la vida social.
- Valorar el trabajo de y con los otros.
- Iniciarse en el conocimiento de las formas y valores de la democracia a través de las múltiples situaciones que se les presentan en la vida cotidiana"

El nivel inicial incluye, tanto la construcción de nuevos conocimientos, y el análisis del por qué y el para qué de las cosas y los objetos (sus ubicaciones relativas y sus interacciones más evidentes), como el desarrollo psicológico y social. Es misión de la escuela desarrollar al individuo, cooperando para que pueda mejorar su capacidad de construir una representación cada vez más elaborada y mejor comunicada del mundo que lo rodea; en el caso de los niños pequeños, partiendo de los problemas de su propio medio.

El análisis de productos y el proyecto tecnológico

Como hemos dicho, los contenidos de las Ciencias Sociales, las Ciencias Naturales y la Tecnología están directamente vinculados a la realidad del medio social, natural y tecnológico. Para trabajar estos contenidos hay que plantearse primero una aproximación a esta realidad, interrogándola mediante preguntas que pueden ser de dos tipos: orientadas a lo descriptivo-enumerativo, u orientadas a lo descriptivo-interpretativo.

El primer caso se plantea cuando la pregunta tiende a la enumeración de cosas u objetos, y a su eventual clasificación. Por ejemplo: ¿Qué objetos o elementos hay en el aula de clase, en la plaza o en la cocina de su casa? (bancos, mesas, ventanas, puertas, etc.; árboles, plantas, faroles, pájaros, etc.; refrigerador, multiprocesadora, bacha con servicio de agua, etc.).

También se los puede clasificar, por ejemplo: naturales o hechos por educación tecnológica es interesante establecer esta diferenciación).

El segundo caso se plantea cuando la pregunta tiende a la descripción-interpretación. Por ejemplo: ¿cómo es?, ¿para qué sirve?, ¿qué función cumple?, ¿de qué está hecho?, ¿cómo se fabrica?, ¿cómo se reproduce?, ¿es un pájaro?, etc.

Una combinación de los dos tipos de preguntas permite centrarse en su estudio y profundizar su análisis.

Este análisis es válido tanto para las Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y la Tecnología, pues permite explicar la realidad.

Pero, si bien las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales trabajan la realidad y la explican, la Tecnología tiene un alcance más amplio, pues no sólo busca, a través del Análisis, explicar o llegar a conocer en profundidad la realidad, sino que también busca transformarla, y para esto apela al Proyecto tecnológico, que se orienta a la concepción y producción de bienes y servicios (respuestas a necesidades o demandas de la sociedad.)

El análisis de productos y el proyecto tecnológico son los dos métodos propios de la tecnología.

El análisis de productos

Análisis de productos

El análisis de productos es un procedimiento de aproximación a los productos tecnológicos y una fuente de conocimientos que nos ayuda a conocer y entender mejor el entorno más artificial que natural que enmarca nuestra vida y así poder actuar con más idoneidad frente a los problemas del quehacer cotidiano.

En el campo de la tecnología, cuando el análisis de productos se aplica a objetos tangibles podemos llamarlo la lectura de objetos, el término lectura se fundamenta en el hecho de considerar a los objetos como portadores de signos, que se pueden interpretar, en otras palabras leer. La lectura de objetos es una etapa interesante para introducir a los niños no sólo en el campo de la tecnología, sino también de otras ciencias; se parte de preguntas como: ¿Cómo es?, ¿qué forma tiene?, ¿para qué sirve?, ¿qué es?, ¿cómo funciona?, ¿cómo está hecho?, ¿de qué material es?, ¿es caro o barato?, ¿en qué se diferencia de objetos equivalentes?, ¿en dónde se lo usa?, etc.

Cualquiera de estas preguntas invitan a observar y reflexionar y llevan a describir, investigar, vincular, explicar, relatar, evaluar, comparar, relacionar, ordenar, clasificar, argumentar, determinar, etc.

La búsqueda de respuestas a las preguntas es un interesante ejercicio intelectual que desarrolla la capacidad de investigación y de aproximación a la realidad.

Las respuestas ponen en juego no sólo la capacidad de pensar, razonar y crear sino, también de comunicarse, de expresar ideas.

Es interesante destacar que la lectura de un objeto, además de desarrollar la capacidad de observar, razonar, crear, etc., favorece el desarrollo de la expresión oral,

ordenando la actividad mental y organizando el pensamiento; este aspecto es muy importante a tener en cuenta.

Hay niños, sobre todo los provenientes de medios carecientes, que tienen una forma de expresión o un lenguaje diferente, lo que puede plantear problemas, en estos casos el docente tiene que guiarlos y colaborar para evitar el fracaso escolar, que comienza con la dificultad en la comunicación. Es función de la escuela, sobre todo en el nivel inicial, paliar estas falencias, y la educación tecnológica puede colaborar al respecto. Recordemos, además, que en los niños la capacidad de hacer cosas está mucho más desarrollada que la de explicar cómo lo hacen.

Dentro de este contexto, queremos destacar que es muy positivo que el niño se vaya acostumbrando a plantearse él mismo preguntas para indagar la realidad. El docente debe priorizar las preguntas de los niños frente a las que él pueda sugerir. Quién se pregunta algo está buscando ampliar su campo de conocimientos. Es conveniente que sean los propios alumnos los que planteen las preguntas cuya solución son los verdaderos motivos del aprendizaje. Aprender es aprender a indagar.

Partiendo de la observación y del campo de la abstracción.

La búsqueda de respuestas a preguntas relacionadas con un producto, implica un análisis del mismo, para que éste sea lo más completo posible hay que plantear un método que permita tener en cuenta la mayor cantidad de variables posibles.

A título informativo esbozamos a continuación, en forma esquemática, las diversas etapas de una metodología de análisis de productos (en nuestro caso de lectura de un objeto). El camino que seguimos en esta caso, es el mismo que transitaría un usuario u hombre corriente: de lo perceptual e intuitivo a lo conceptual (marco referencial, necesidad que satisface, impacto, desarrollo histórico, etc.)

PREGUNTA	ETAPA DEL ANÁLISIS
¿Cómo es? ¿Qué forma tiene?	Análisis morfológico
¿Para qué sirve? ¿Qué función cumple? ¿Qué es?	Análisis funcional
¿Cuáles son sus elementos? ¿Cómo se relacionan?	Análisis estructural
¿Cómo funciona?	Análisis de funcionamiento
¿Cómo está hecho? ¿De qué materiales?	Análisis tecnológico
¿Qué valor tiene?	Análisis económico
¿En qué se diferencia de objetos equivalentes?	Análisis comparativo
¿Cómo está relacionado con su entorno?	Análisis relacional
¿Cómo está vinculado a la estructura sociocultural y a las demandas sociales?	Análisis del surgimiento y de la evolución histórica del producto

Dejamos sentado que exponemos el tema con mucha mayor profundidad del requerido¹³, tanto para el nivel inicial como para el primer ciclo de la EGB, en donde es impensable hablar de análisis morfológico, análisis funcional, análisis estructural, etc., pero consideramos importante que el docente lo maneje con idoneidad, a fin de que pueda solucionar con solvencia los problemas que se le puedan presentar, y por otro lado abrir un abanico de posibles aplicaciones en el aula.

El preguntarse algo sobre un objeto lleva a observarlo, reflexionar, y según sea la pregunta, realizar algunas de las siguientes acciones: describir, investigar, vincular, explicar, relatar, evaluar, comparar, relacionar, ordenar, clasificar, argumentar, determinar, etc. Evidentemente estas acciones no son independientes unas de otras, en mayor o menor grado están interrelacionadas. Por ejemplo cuando describimos un producto, normalmente también vinculamos, explicamos, relacionamos, comparamos, etc. Pero, sin embargo, cada pregunta obliga a priorizar alguna, Por ejemplo: ¿cómo es?, a describirlo; ¿cómo funciona?, a explicar; etc. En función de esto proponemos la siguiente tabla que puede ayudar en el proceso de análisis.

PREGUNTA	INDUCE A OBSERVAR, REFLEXIONAR Y
¿Cómo es? ¿Qué forma tiene?	Describir
¿Para qué sirve? ¿Qué función cumple? ¿Qué es?	Investigar
¿Cuáles son sus elementos? ¿Cómo se relacionan?	Mencionar Vincular
¿Cómo funciona?	Explicar
¿Cómo está hecho? ¿De qué materiales?	Relatar
¿Qué valor tiene?	Evaluar
¿En qué se diferencia de objetos equivalentes?	Comparar
¿Cómo está relacionado con su entorno?	Relacionar
¿Cómo está vinculado a la estructura sociocultural y a las demandas sociales?	Determinar

Las respuestas a las preguntas permiten analizar y estudiar no solamente el producto en sí, sus características, aspectos constructivos, uso, duración, etc., sino también el contexto sociocultural que enmarca su campo de uso, el o los problemas que soluciona, su evolución, cómo sería la vida sin el mismo, o cómo se resolvía el problema que el producto soluciona antes de su invención, etc. Las preguntas son un interesante recurso metodológico, y ayudan a descubrir el funcionamiento de la realidad. La lectura de objetos abre un campo de actividades muy grande e importante, que comenzando en el nivel inicial se extiende a lo largo de todo el ciclo escolar.

¹³ Para ampliar el tema, ver la parte 8, El análisis de productos.

Lo interesante de esta lectura, es que ayuda a que el niño vaya tomando conciencia de la tecnología como campo de conocimientos y actividades, y lo vaya distinguiendo de otros; además partiendo de cosas concretas, se van abriendo las puertas de otros campos del conocimiento, muchas veces más cargados de abstracciones.

La lectura de objetos puede ser también el disparador para entrar en el campo del proyecto. Por ejemplo: este objeto soluciona tal problema, de qué otra forma podríamos solucionar el problema, o si no contáramos con el objeto, veamos cómo diseñar y construir uno que lo reemplace.

El proyecto tecnológico

Podemos imaginar un ejemplo muy sencillo:

Situación problemática: Suponemos que los alumnos han decidido salir de picnic y, por razones de planificación, cada uno tiene que llevar las provisiones que considere necesarias para pasar el día (fruta, pan, etc.), pero no todos disponen de algo que les permita llevarlas.

Las etapas del proyecto (esbozadas en forma muy sucinta) pueden ser en este caso:

- **Formulación del problema:** Vamos a salir de picnic; cada uno tiene que llevar sus provisiones, pero no todos cuentan con el elemento u objeto que le permita hacerlo, por lo que surge la necesidad de concebir y realizar un dispositivo o contenedor. Esta etapa se presta para múltiples actividades: ¿qué llevar?, ¿por qué?, ¿cuánto puede llevar cada uno?, ¿pueden repartirse la tarea?, etc. Conviene contar con algunos productos comestibles para que los niños constaten su peso, su volumen, etc.
- **Búsqueda de alternativas de solución:** Las alternativas de solución pueden ser muchas: bolsa de mano, caja de cartón, carrito con ruedas, etc.
- **Selección y diseño de la solución:** La elección de la solución es función de la factibilidad constructiva y de los materiales de que se dispone, en el caso de optar, por ejemplo, por una bolsa de mano, entre las variables a tener en cuenta en su diseño podemos mencionar: la forma de la bolsa, su tamaño (función del tamaño de los productos a transportar), su resistencia (función del peso a transportar), el material a utilizar (papel, cartulina, tela, piolín, piola, etc.), la agarradera (forma y material), el cierre de la bolsa (si esto fuera necesario), etc. etc.
- **Concreción de la solución:** Se planifica la construcción y se fabrica el producto.

Un proyecto de estas características es viable aún para niños del nivel inicial; además, una vez resuelto el problema y construido el objeto, podemos complejizar el problema, planteando la posibilidad de transportar una torta, o huevos sin que se rompan...

Hemos planteado el análisis de producto y el proyecto tecnológico como actividades áulicas, pero son los docentes con experiencia con los niños quienes deberán elaborar las estrategias para implementarlas, teniendo en cuenta la edad de los alumnos, sus saberes previos (que no en todos los casos van a ser los mismos), las condiciones sociales del medio, etc.

Proyecto tecnológico

El proyecto es una actividad típicamente tecnológica, y con todas las limitaciones que implica trabajar con niños, es clave para el desarrollo de la creatividad y la manualidad. Se parte de la detección de una situación problemática y la consecuente formulación del problema; luego, se pasa al análisis del problema y la búsqueda de alternativas de solución, para después seleccionar una, teniendo en cuenta que debe estar enmarcada dentro de las posibilidades manuales de los niños y de los materiales con que pueden trabajar (papel, cartón, telas, maderas livianas, alambre, hilo, piolín, etc.), y finalmente concretarla en los hechos.

A continuación, presentamos en forma esquemática las etapas de un proyecto tecnológico¹⁴. Se parte de un problema para llegar, a través del proyecto, a una solución.



El método de proyecto

Cuando en educación hablamos del método de proyecto, nos referimos a una estrategia didáctica, basada en el desarrollo de proyectos, que buscan, por un lado, vincular la escuela con lo que pasa fuera de ella (con la vida diaria), y por otro, no transmitir saberes “empaquetados”, sino que los alumnos vayan construyendo sus conocimientos en interacción con el medio. El proyecto es una forma de enfocar integralmente conocimientos significativos (vinculados con la realidad), sin subdividir artificialmente el aprendizaje.

Si bien hemos dicho que en el campo de la educación el proyecto es una estrategia didáctica, en la educación tecnológica es algo más: es una de las razones de ser de la disciplina, pues el proyecto tecnológico es contenido central; es el método que utiliza la tecnología para solucionar problemas sociales.

En el proyecto, lo que interesa es tanto el proceso como el producto, este último, síntesis del primero. El proyecto es globalizador, pues integra diversas áreas de conocimiento, además favorece el desarrollo de habilidades, capacidades, valores, etc., y estimula la participación grupal y la responsabilidad, revalorizando la apropiación del conocimiento por los canales del hacer.

Es aconsejable que el tema del proyecto surja de los mismos niños, si bien el docente puede inducirlos u orientarlos hacia determinadas temáticas que considere

⁵ El tema está tratado con mayor amplitud en la parte 7 “El proyecto tecnológico”.

Proyecto

Como planteo general, un proyecto es una secuencia de actividades (organizadas para alcanzar un fin) que partiendo de un problema concreto busca estrategias para su resolución. El proyecto parte de una necesidad que se desea satisfacer (la situación problemática) y explora las diversas alternativas de solución. El proyecto guía y orienta el accionar hacia la prosecución del fin buscado e implica una toma de posición, una decisión.

interesantes y factibles de trabajar en el aula. Conviene partir de propuestas de los niños y actuar sobre ellas. Desde la óptica de la educación tecnológica, y siempre que sea posible, es preferible partir de situaciones-problemas que admitan diversas alternativas de solución, y no plantear la construcción de productos definidos. Por ejemplo, en vez de pedirle a los niños que hagan determinada construcción, con determinados materiales y que cumpla con determinadas condiciones, sugerimos que se les plantee una situación problemática vinculada a la construcción que nos interesaría que hagan y que ellos busquen la solución; una vez definida, que fijen las estipulaciones en función del problema, de los materiales de que disponen o que se les pueda sugerir, etc. El partir de situaciones-problemas exige mayor nivel de creatividad en la búsqueda y concreción de la solución. La siguiente etapa sería una reflexión sobre lo realizado.

Por ejemplo, en el caso del transporte planteado en el "Proyecto tecnológico", no se propuso la construcción de una bolsa u otro contenedor, sino que se les planteó el problema, dejando que los alumnos busquen la solución en función de la factibilidad constructiva y de los materiales de que disponen o que puedan conseguir; una vez definida la solución, ellos mismos fijan las características del producto.

El aula-taller

Hay dos conceptos clave, el espacio y el tiempo, presentes también en el campo de la educación tecnológica. El espacio como ámbito para desarrollar las actividades, y el tiempo como secuencia de actividades.

En lo referente al tiempo, la educación tecnológica tiende a marginar el mito de los contenidos, y el tema de la distribución horaria para transmitir estos contenidos, pues como hemos dicho, pone más el acento en la capacidad para resolver problemas, que en una secuencia de contenidos concretos o temas específicos. Plantea otra concepción en el uso del tiempo, el ritmo de avance lo fija el tema a tratar, su importancia en función del interés de los alumnos y de cómo está insertado en la problemática regional, etc., y no los contenidos que habría que desarrollar. En una entrevista Fernando Hernández¹⁵ dice:

Existen muchos mitos en la educación escolar. Uno de los mitos es el de los contenidos. En los nuevos diseños curriculares, el gran freno para la innovación del docente es 'tengo que dar los contenidos' y en el fondo termina siendo 'tengo que dar el libro de texto'. Esto es una trampa: dar los contenidos no quiere decir aprender los contenidos, y dar los contenidos no quiere decir preguntarse por qué este contenido y no este otro. Si trabajamos con saberes conectados con la realidad, tenemos que garantizar que los alumnos se apropien de los lenguajes necesarios para enfrentarse con estos saberes.

En cuanto al espacio, la educación tecnológica se maneja con el aula-taller, espacio físico y espacio social. Espacio físico, porque es el lugar concreto en el que se realizan las actividades, pero también espacio social, porque es un ámbito de interrelación social, apto para trabajar en grupo (interacción grupal), donde se aprende

¹⁵ Hernández, F. 1996. Entrevista publicada en *Novedades educativas*. N° 71. P. 13.

a compartir el lugar con los demás y además donde muchas cosas las aprenden los niños de sus propios compañeros.

El aula-taller debe concebirse como un espacio de trabajo, con sillas y mesas móviles, un taller en el que resulte agradable estar y hacer cosas, un espacio que permita la participación activa de todos, donde cada uno construya su conocimiento en interacción con los demás. Un ámbito en el que interactúan acción y reflexión.

El aula-taller permite el trabajo en grupo (normalmente, cuatro niños) y brinda espacio para la creatividad y para el desarrollo de destrezas. Ofrece la posibilidad de experimentar y trabajar con diversos materiales y de tomar conciencia de sus posibilidades y campos de aplicación. El aula-taller invita al descubrimiento, a la experimentación.

Teniendo en cuenta que el espacio escolar es parte integrante de la acción didáctica, debe ser un elemento motivador en el proceso de enseñanza aprendizaje, el medio físico puede y debe generar estímulos. La organización del espacio colabora en la formación de actitudes y hábitos de orden y cuidado del material. El espacio informa y forma.

Hemos planteado el aula-taller como espacio concreto para desarrollar actividades en el ámbito escolar, pero también el mundo que rodea al niño (la casa, la ciudad, la escuela, etc.), es una gran aula (el aula-mundo), el aula en la que el niño ha comenzado su aprendizaje, y que la escuela debe también utilizar como ámbito educativo. Para esto la escuela debe salir de sus muros y pasear a los niños por el mundo extraescolar, en nuestro caso, el de las fábricas, el de las panaderías, el del almacenero de la esquina (si todavía subsiste), el de los supermercados, etc., e inducirlos a que tomen conciencia de que la tecnología no es solamente máquinas o mecanismos, sino que está vinculada a todo lo material e inmaterial concebido y construido por el hombre, la tecnología está omnipresente, los edificios, las máquinas, los productos comerciales, las estructuras para presentarlo o para conservarlos, los envases, las etiquetas de los mismos, son productos tecnológicos. La concepción, la producción, la organización, la comercialización, el marketing, etc., todo es tecnología. Una fábrica, una panadería, un supermercado, son en sí hechos tecnológicos, no es necesario ir a la máquina o al dispositivo mecánico para hablar de tecnología.

Evidentemente, en esta gran aula sin muros, «el aula-mundo», el análisis debe ser global (lo natural, lo social y lo tecnológico), pero buscando, como hemos dicho, que el niño vaya tomando conciencia de que gran parte del ambiente en el cual se desenvuelve está hecho por el hombre.

El juego y los juguetes

En la educación el juego es un recurso metodológico muy interesante y apropiado, sobre todo porque el niño, en su imaginación, relaciona el juego con el medio que lo rodea y que conoce, lo que le permite comenzar a reflexionar sobre este medio, que es su mundo, y a interpretarlo. Ya sea que juegue a la mamá, al papa, al vendedor, al médico, al chófer, al pasajero, al bombero, al cocinero, al mecánico, etc., siempre está presente, en forma simbólica o no, el mundo real con todo lo hecho por el hombre, en otras palabras, el mundo tecnológico con sus productos.

En el juego, el niño proyecta su mundo imaginario, pero al mismo tiempo comienza a percibir la realidad (se va introduciendo en el mundo real), y a plantear diferencias entre fantasía y realidad; además el juego desempeña un importante papel en su socialización, pues presenta una microsociedad a través de la cual el niño realiza su aprendizaje de la vida en sociedad, prácticamente sin presiones o condicionamientos externos, casi podríamos decir sin inhibiciones. Es una actividad espontánea de los niños, todos sienten la necesidad de jugar. En el juego el niño revela su personalidad, a través del mismo expresa sus sentimientos, sus alegrías, su ansiedad, sus esperanzas, establece contactos sociales, y desarrolla sus aptitudes físicas e intelectuales y su capacidad de comunicarse.

Para la educación tecnológica el juego, si bien libre y espontáneo, debe ser un medio y no un fin, es decir que debe tener intencionalidad educativa. Debe tomarse al juego no simplemente como un entretenimiento, sino como una situación de aprendizaje. Mediante el juego el niño va adquiriendo conocimientos; tanto tecnológicos como científicos, que cimentan su vínculo con el entorno natural, social y tecnológico, y que son puntos de partida del aprendizaje.

El juego de los niños es equivalente a la actividad creadora de cualquiera que realiza una tarea con amor tratando de hacerla lo mejor posible, es una forma de acción. Lo que hay que buscar es que el niño, al crecer, transfiera su actitud lúdica al objeto de aprendizaje. Para Claparède: el juego saciando necesidades presentes, prepara para el porvenir.

La escuela debe respetar la tendencia natural al juego, pero orientarlo al juego-trabajo, que permite introducir gradualmente al niño a las tareas escolares. Claparède plantea que, desde la óptica del niño no se puede trazar una frontera neta entre juego y trabajo, y que se puede pasar de uno a otro casi insensiblemente. Con el juego-trabajo se van transformando gradualmente las actividades lúdicas en actividades orientadas al aprendizaje, sin por esto dejar sus características de juego.

A través del juego el niño puede aprender mucho, por lo que en el ámbito escolar no se puede plantear una oposición entre trabajo serio y juego, sino todo lo contrario. En las actividades de educación tecnológica, el niño debe tomar sus actividades como un juego y a través de ese juego aprender.

El juego es siempre una actividad simbólica, tanto en los juegos de simulación como en los de construcción, ambos se prestan para la educación tecnológica. En los juegos de simulación la dramatización puede abrir campos de actividades muy importantes para: asimilar nuevos conocimientos, desarrollar la capacidad de colaboración y de trabajo en equipo, comprender el funcionamiento del mundo real, aprender a organizar las actividades, desarrollar el lenguaje, afirmar su yo, etc. La fabricación, simulada o real, de algo (comida, dulce, pan, pequeños ladrillos para juegos de construcción, un juguete sencillo, por ejemplo un molinete, etc.) y la teatralización de su comercialización, permite desarrollar actividades de educación tecnológica, en la que se ponen en juego un espectro muy amplio de saberes, y bien orientadas pueden ser muy positivas, todo depende de la creatividad del docente, el que, en lo posible, debe participar como uno más en el juego para orientarlo hacia un proceso de aprendizaje colectivo.

En cuanto a los juegos de construcciones, que son juegos de habilidad y de creación en los que con elementos sencillos se reproducen imaginativamente elementos de la realidad, pueden llegar a ser muy útiles e interesantes, pues desarrollan la creatividad, las habilidades manuales, el manejo de pequeñas herramientas, y per-

miten que el niño vaya descubriendo propiedades de los materiales y el concepto de estructura.

Las actividades y los materiales lúdicos, es decir los juegos y los juguetes, son medios idóneos de que dispone el niño para expresarse. Con respecto a los juguetes, es interesante señalar que normalmente no se los puede considerar como simples objetos neutros, pues hechos por adultos tienen una fuerte carga simbólica que termina por cargarlos de un peso ideológico que puede distorsionar los objetivos buscados, también en otros casos por su contenido tecnológico pueden ser una fuente de aprendizaje, pero en general, los juguetes industriales de hoy tienden hacia un empobrecimiento de la actividad lúdica.

Lo ideal para el trabajo escolar, sería que el niño fabricara sus propios juguetes (de papel, de cartón, de madera, de plástico, etc.), pero para esto se requiere previamente un adiestramiento en el manejo de las herramientas, lo que también está en el campo de la educación tecnológica.

Los juegos y los juguetes favorecen en el niño tanto el desarrollo de la lógica o pensamiento convergente, como el de la creatividad o pensamiento divergente.

Propuestas de actividades para el nivel inicial

Uno de los propósitos de la educación tecnológica en el nivel inicial es colaborar para que los niños vayan descubriendo el mundo artificial que los rodea, ese mundo tecnológico del que hemos hablado. Al decir descubrir nos referimos a que vayan tomando conciencia de la existencia de ese mundo hecho por el hombre con el objeto de mejorar su calidad de vida, y que vayan interrogándose sobre, qué son, cómo son, para qué son, los objetos o productos que integran y conforman ese mundo, quién los hace, cómo se hacen, para qué sirven, desde cuándo existen, qué pasaba cuando no existían, cómo funcionan, cómo se los manipula, qué medidas de seguridad requiere su uso o consumo, qué peligros pueden entrañar para el medio ambiente, qué riesgos de contaminación plantea su descarte, etc. El abanico de preguntas se puede abrir casi indefinidamente.

El niño vive en un mundo que lo estimula a conocerlo y continuamente va aprendiendo nuevas cosas acerca del mismo. Esta asimilación de nuevos conocimientos se ha acrecentado en la era de la televisión, en la que el niño no sólo se ve impactado por las cosas y hechos de su propio ambiente, sino también por acontecimientos que pueden tener lugar en cualquier parte del mundo. El rol del docente en este ámbito es guiar las actividades de los alumnos, alentando la curiosidad de los mismos, y estimulándolos a buscar explicaciones y a confrontar sus ideas con fuentes fehacientes. La función del docente no es exponer o desarrollar temas, sino que frente a las preguntas y a los problemas que eventualmente le puedan plantear, debe orientarlos al encuentro de respuestas o de posibles soluciones; además debe destacar la importancia de la búsqueda de información y del manejo responsable de los objetos, materiales, herramientas, etc.

Hemos dicho que los niños deben ir descubriendo el mundo que los rodea y que el docente puede y debe guiar las actividades tendientes a tal fin, siempre tratando de ver al mundo a través de los ojos de los niños.

Ahora bien, las herramientas que tiene el niño, como cualquiera de nosotros, para percibir e informarse sobre el mundo que lo rodea son los sentidos. Los sentidos son nuestros grandes informadores, ellos nos aportan la información que le requerimos.

La escuela debe ocuparse, y sobre todo en el nivel inicial en desarrollar y orientar la capacidad de percepción de los sentidos, tanto la de la vista como la del oído, del tacto, del olfato, del gusto.

Aprender a ver, aprender a escuchar, y por qué no aprender a ver y a sentir con las manos, son actividades características del nivel inicial.

A continuación mencionamos algunas actividades que normalmente se llevan a cabo en el nivel inicial, y que es interesante vincular a la educación tecnológica –aún cuando, en este caso, es aconsejable desarrollarlas integradas en contextos tecnológicos y no aisladamente–; tornadas aisladamente pueden ser útiles para desarrollar el ingenio y determinadas habilidades, pero éstos son sólo aspectos parciales, componentes de la educación tecnológica:

- Reconocer los diferentes medios de comunicación y los instrumentos que la posibilitan (diarios, teléfono, radio, televisión, etc.), analizar el tipo de lenguaje (escrita, oral, visual, audiovisual), establecer relaciones de semejanzas y diferencias.
- Analizar los medios de transportes (carro a caballo, bicicleta, motocicleta, automóvil, ómnibus, tren, etc.); comentar su historia, efectuar comparaciones, etc.
- Indagar sobre el conocimiento que tienen los niños sobre diferentes instrumentos de trabajo (herramientas, máquinas, electrodomésticos, etc.), buscar de representarlos gráficamente, analizar la función que cumplen y de ser posible su funcionamiento, tratando de lograr que sean los propios niños los que vayan planteando las explicaciones. El análisis de herramientas, máquinas, y en general de instrumentos de trabajo (desde algunos muy sencillos como podrían ser un exprimidor o un sacacorchos, hasta otros más complejos) y su uso, permite incursionar en múltiples campos del quehacer humano.
- Reconocer objetos utilizando solamente el sentido del tacto. Los objetos pueden estar dentro de una caja cubierta por un paño.
- Reconocer y agrupar objetos según sus cualidades sensoriales, percibidas ya sea por la vista, el tacto, el oído, el olfato, etc., incluyendo la situación en el espacio y en el tiempo.
- Identificar objetos por el ruido que producen, al arrojarlos, al moverlos, etc.
- Manipular objetos en forma imaginaria, es decir sin la presencia física de los mismos.
- Determinar mediante el tacto distintos materiales.
- Determinar mediante el ejercicio de los sentidos propiedades y/o características de los materiales u objetos.
- Clasificar materiales en función de sus propiedades.
- Colocar sobre la mesa algunos objetos, y pedirle a los niños que los observen, que cierren los ojos y que al abrirlos traten de descubrir si se quitó o se agregó alguno.
- Observar objetos desde distintos ángulos y ver si cambia o no la percepción del mismo.
- Enumerar los objetos que recuerde, del living de su casa, de la cocina, del dormitorio, etc.
- Presentar láminas con dibujos incompletos o absurdos y solicitar a los niños que reconozcan lo que falta o lo absurdo.

- Buscar imágenes o láminas, preferentemente con fuerte presencia de la tecnología, pedirle a algunos alumnos que la corten fragmentándola, y luego a otros que traten de rearmar la imagen, analizando luego en la misma lo natural y lo hecho por el hombre (¿para qué lo hizo?, ¿cómo?, etc.)
- Establecer relaciones entre parte y todo, contenido y continente, figura y fondo.
- Asociar imagen y objeto.
- Pedir a los niños que busquen imágenes de ropas, objetos, vehículos, ciudades, etc. donde se note el paso del tiempo.
- Pedir a algunos alumnos que dibujen siluetas de objetos conocidos, y luego pedirle a otros que digan a qué objeto corresponde el dibujo. Este ejercicio se presta para hacer interesantes comentarios sobre los objetos que se han dibujado, ¿para qué sirve?, ¿cómo se usa?, ¿qué tamaño tiene?, ¿qué color?, ¿es pesado?, etc.
- Comparar las sensaciones visuales y táctiles de algunos objetos, sensaciones que son función de la imagen mental que tenemos de los mismos. Algunos visualmente dan la sensación de ser pesados, pero al levantarlos se constata que son livianos; otros los imaginamos calientes, pero están fríos; otros ásperos, pero cuando lo tocamos vemos que son suaves, otros dan la sensación de plasticidad, pero son rígidos, etc.
- Construir estructuras reticuladas con diversos materiales: palitos, pajitas.
- Construir molinetes, ya sean de papel, de cartón, de madera balsa, etc. Y asociarlos a objetos reales que cumplen funciones específicas.
- Hacer maquetas en mesa de arena.
- Inventar formas en arcilla, papel, cartón, etc. e imaginar para qué pueden servir.
- Anticipar si un mueble o un objeto cabe o no en un determinado espacio.

Estas actividades, como muchas otras que puedan imaginar los docentes, ejercitan la observación, la memoria visual y espacial, el análisis, la síntesis, la percepción visual, la memoria auditiva, el poder de acomodación, el vocabulario, etc.

Como hemos dicho, muchas de estas actividades, son corrientes en el aula de nivel inicial, pero lo que se busca con la educación tecnológica es tratar de asociarlas a lo que es la razón de ser de la tecnología, que es resolver problemas, dar respuestas a necesidades de la sociedad; en otras palabras hacer cosas, pero no por el solo hecho de desarrollar habilidades, sino también tratando de analizar los problemas del mundo material, las necesidades que busca satisfacer el accionar tecnológico, las funciones que cumplen los objetos, y buscando vincular la tecnología al contexto social como un primer paso en el camino de conectar la escuela con el mundo real.

4. LA TECNOLOGÍA, UNA NUEVA DISCIPLINA EN EL MARCO DE LA FORMACIÓN ESCOLAR

*Comentarios sobre
trabajos de la profesora
María Secchi Famiglietti*

La Profesora María Secchi Famiglietti plantea que el análisis epistemológico de la tecnología, como disciplina escolar, abarca cuatro puntos:

1. el conocimiento de los contenidos propios de la disciplina;
2. la iniciación a los métodos específicos de la misma;
3. la comprensión de sus lenguajes característicos;
4. la iniciación a operaciones lógicas intelectuales complejas –los instrumentos lógico-formativos–.

1. Los contenidos propios son los vinculados a la:

- producción,
- transformación,
- organización.

El objetivo fundamental de la tecnología es la producción (de bienes y servicios), lo que implica, transformación de sustancias primas, transformaciones durante el proceso productivo y organización de este último.

Podemos decir que la tecnología se ocupa de la producción de bienes y servicios, con eficiencia efectividad, como respuesta a demandas de la sociedad.

2. Los métodos específicos son:

- el proyecto tecnológico,
- el análisis de productos.

La tecnología gira en torno a la resolución de problemas; ahora bien, para resolver un problema racionalmente hay que aplicar un método. Los métodos de resolución de problemas son variantes del método científico. El proyecto tecnológico y el análisis de productos son los métodos específicos de la tecnología y, en ambos casos, está subyacente un problema a resolver; en el primer caso, el problema es la demanda a satisfacer a través del producto (material o inmaterial) cuya concreción es el objeto del proyecto tecnológico; en el segundo caso, el problema es estudiar el producto, saber decodificar su mensaje, modelizar, etc., y en muchos casos determinar las condicionantes que dieron surgimiento al producto, cómo se plantearon y cómo se resolvieron.

3. Los lenguajes característicos son:

Modelos específicos

- dibujo técnico,
- maquetas,
- diagramas funcionales, etc.

Así como la música tiene su lenguaje especial para expresarse (pentagrama, claves, blanca, negra, corchea, semicorchea, fusa, etc.); la matemáticas sus símbolos (+, -, x, =) y sus números; la geometría sus modelos gráficos; la química sus símbolos; la tecnología también tiene sus lenguajes característicos que no son otra cosa que modelos específicos: icónicos –bidimensionales (croquis, dibujo técnico, etc.) o tridimensionales (maquetas, etc.)–, esquemáticos, gráficos, etc.

Para desarrollar los temas subsiguientes se han tomado como referencia los libros de la Profesora María Secchi Famiglietti; algunos son párrafos traducidos (y como tales figuran), otros son desarrollos basados en dichos textos.

4. Los instrumentos lógico-formativos

En la educación tecnológica se emplean instrumentos lógico-formativos como: los grafos, los diagramas de Euler-Venn, los grafos orientados, los organigramas, las tablas de columna, las tablas de doble entrada, los diagramas de flujo, la expresión tabular, las representaciones estadísticas, el lenguaje escrito, modelos, etc.

Estos instrumentos, que no son exclusivos de la tecnología, permiten, en el proceso de enseñanza-aprendizaje:

superar la dimensión de escuchar y de almacenar información, para arribar a un proceso de desarrollo de capacidades mentales lógicas y al mismo tiempo operativas, de forma tal que el hacer estimule la comprensión de lo que se hace, y por lo tanto de origen al desarrollo de estructuras cognitivas permanentes. (...) Estos instrumentos están determinados por el conocimiento y la formalización de las operaciones que realiza nuestra mente cuando decodifica, elabora y sistematiza signos, datos, informaciones que llegan del ambiente externo a través de los canales sensoriales. (...) El complejo de capacidades que se busca desarrollar (en síntesis: capacidad de percepción, de definir problemas, de análisis y de síntesis, de relación entre datos, de producción/comunicación en lenguajes específicos) están orientadas al desarrollo de observaciones lógicas. La profundidad de estas observaciones es muy distinta a lo que podría ser la simple memorización de signos.¹⁶

Estudiar no quiere decir simplemente almacenar en la memoria informaciones, datos, reglas, etc. Estudiar significa, sobre todo, tratar de comprender cómo nuestro cerebro, nuestra mente, reconoce las cosas, las ideas, los hechos que ocurren, y cómo puede moverse en esta masa de informaciones para hacernos pensar, hablar, actuar, conocer.

Podemos decir que nuestra mente conoce la realidad externa a través de las señales que le son transmitidas por los órganos sensoriales (vista, oído, tacto, olfato, gusto) y por la permanente confrontación de estas señales con los conocimientos que poseemos.

Se trata de un procedimiento que podemos llamar de elaboración, por el cual los datos provenientes del exterior son «elaborados» mediante procedimientos particulares.

Fundamentalmente, estos procedimientos son:

- el análisis o descomposición,
- la relación de los datos,
- la síntesis o recomposición y
- la comunicación de lo que la mente ha elaborado.¹⁷

¹⁶ Secchi Famiglietti, María. 1990. Strumenti lógico-formativi per imparare a scrivere e descrivere. *La Nuova Italia*. Firenze. P. 45.47

¹⁷ Secchi Famiglietti, María. 1994. Uomo, ambiente, técnica. *Instituto Geografico de Agostini*. Novara. P. 25.

Como ejemplo podemos imaginar un conjunto de elementos u objetos en desorden. Observándolos, nuestra mente registra una gran confusión, pero automáticamente pone en marcha un proceso de análisis. Si debemos describir (comunicar) lo que hemos visto, comenzaremos diciendo que había un gran desorden, pero luego, rápidamente relacionando los elementos u objetos que estaban en desorden, sistematizamos los diferentes elementos u objetos, clasificándolos en función de criterios, que pueden ser de ubicación (dónde se encuentran), de igualdad (elementos iguales), de uso (que cumplen la misma función), etc., para luego ordenarlos también sobre la base de criterios (por ejemplo: forma, color, dimensiones, etc.)

Este procedimiento se llama sistematización de datos. Es interesante destacar que todo esto sucede en un espacio determinado, sin secuencia temporal.

Las operaciones de clasificación y de ordenamiento de datos pueden representarse con grafos o estructuras de árbol (estructura jerárquica), o con diagramas de Euler-Venn (El matemático suizo Leonardo Euler –1707-1783– fue el primero que planteó la teoría de los grafos en 1736, y años después el lógico inglés John Venn –1834-1927– los utilizó).

Grafo de árbol

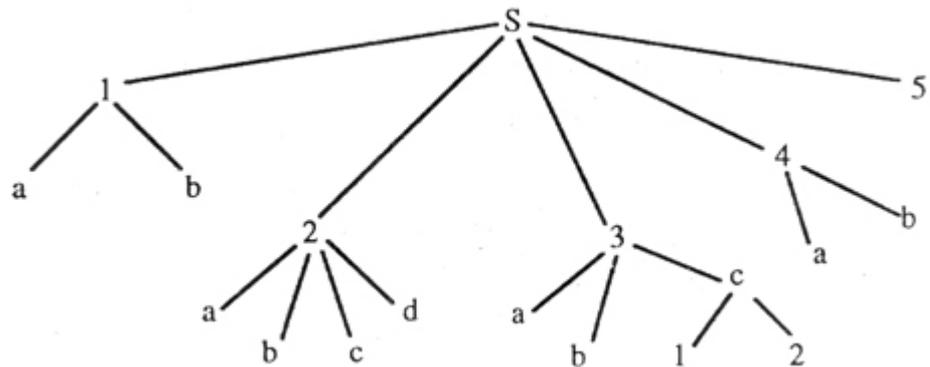
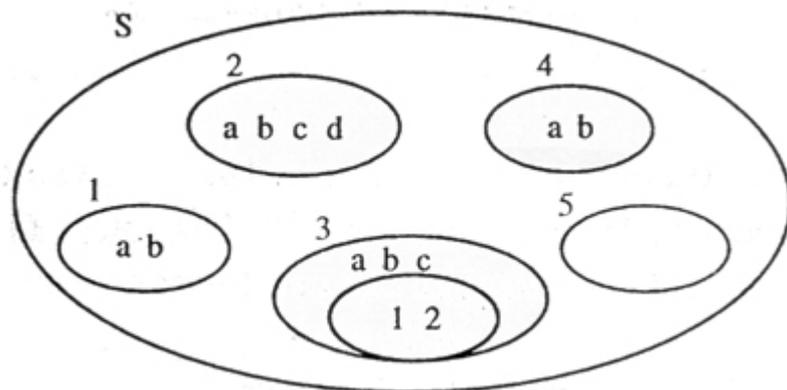


Diagrama de Euler-Venn



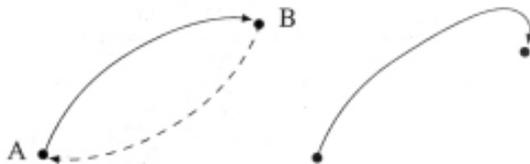
Estos instrumentos (el grafo de árbol y el diagrama de Euler-Venn) facilitan la comunicación.

Un conjunto (o sistema) se puede representar tanto con un grafo de árbol como con un diagrama de Euler-Venn, Veamos las ventajas y los inconvenientes de uno y otro.

- El grafo de árbol, "en el que las partes (o elementos) están representados por vértices, vinculados al conjunto o a partes mediante líneas, permite avanzar en el análisis, individualizando otros elementos que pertenecen al precedente, ramificándose cada vez más, sin que la lectura del grafo resulte dificultosa.
- El diagrama de Euler-Venn, en el cual las pertenencias están representadas por líneas curvas cerradas (círculos, elipses, etc.), tiene la ventaja de dar una visión más inmediata, más intuitiva de la pertenencia de los elementos o de las partes a un único conjunto, pero, por el contrario, mientras más se profundiza la división y la pertenencia, más confusa se hace la lectura."¹⁸

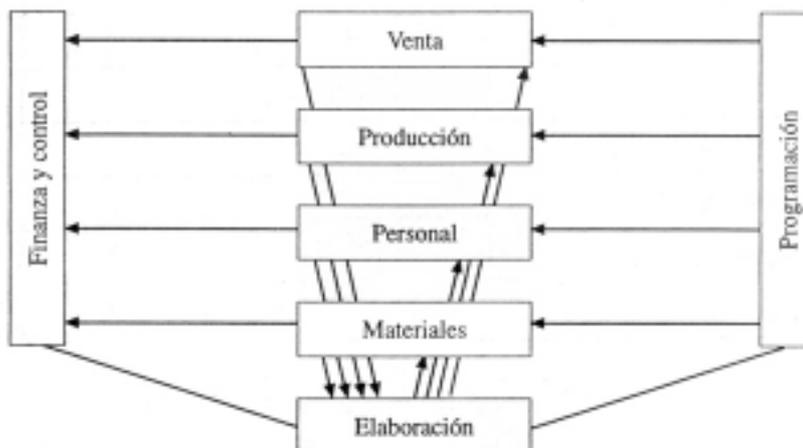
Grafos orientados

"Los grafos orientados son grafos particulares que indican la dirección y el sentido de la vinculación."¹⁹



Organigramas

"Los organigramas son grafos orientados y se usan para representar en horizontal, en vertical o en círculo, las relaciones entre los sectores, elementos, etc. intervinientes. A través de un organigrama se pueden poner en evidencia las vinculaciones funcionales o de dependencia entre un sector y otro."²⁰



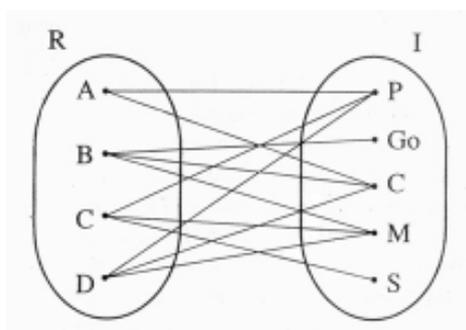
¹⁸ Secchi Famiglietti, M. 1994. Op. Cit. P. 28.

¹⁹ Secchi Famiglietti, M. 1994. Op. Cit. P. 30.

²⁰ Secchi Famiglietti, M. 1994. Op. Cit. P. 31.

Tablas de doble entrada

Las tablas de doble entrada permiten establecer relaciones entre dos conjuntos, dos sistemas, etc., uno dispuesto horizontalmente y el otro verticalmente.



	I	P	Go	C	M	S
R						
A		X		X		
B			X	X	X	
C		X			X	X
D		X		X	X	

R \ I	I	p	Go	C	M	S
A		X		X		
B			X	X	X	
C		X			X	X
D		X		X	X	

Tablas de columnas

Las tablas de columnas son tablas subdivididas en tantas columnas como sean necesarias para transmitir el mensaje, y no relacionan conjuntos.

A	1	2	3	4	5
Canilla						
Lavatorio						
Descarga						
Tapón de goma						
.....						

Expresión tabular

“La expresión tabular surge de la necesidad de expresar analíticamente sistemas complejos; esto se logra transponiendo en forma lineal, y mediante una oportuna simbolización, los datos organizados de cualquiera de las estructuras lógicas precedentes (grafo de árbol, diagrama de Euler-Venn).²¹

$S = \{ 1(a, b); 2(a, b, c, d); 3[a, b, c(1, 2)]; 4(a, b); 5 \}$

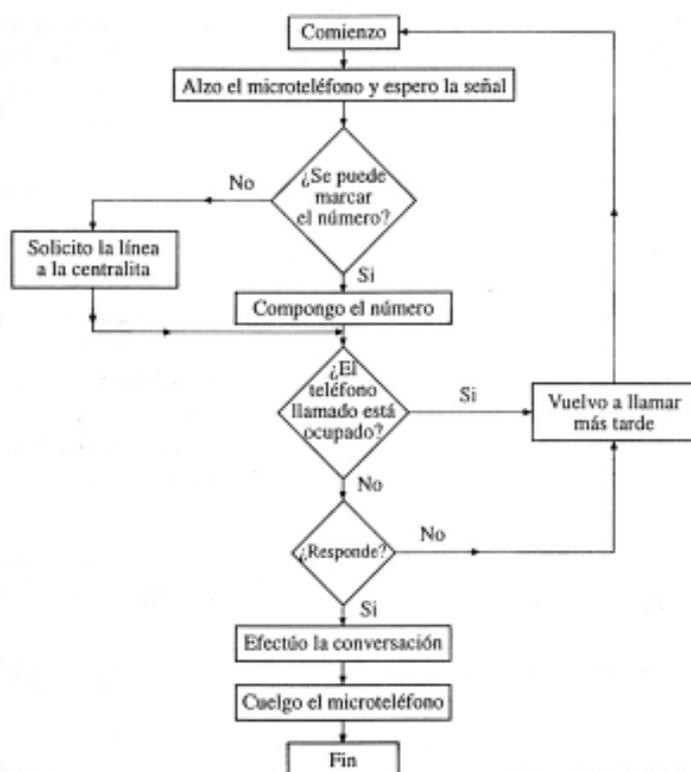
Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo definen y permiten analizar los procedimientos de resolución de problemas.

“Aquí interesa la dimensión formativa y de desarrollo de la capacidad lógica; no el problema entendido como secuencia mecánica de técnicas de cálculo, sino el problema como proceso de elaboración lógica (en secuencia temporal) de hipótesis de resolución sobre la base de los datos que se han ido recogiendo, clasificando, racionalizando y ordenando.

Los diagramas de flujo tienen un código que aclara las operaciones simbolizadas por los signos, y una sintaxis, consistente en reglas que hay que observar al poner en relación los diversos símbolos.

Es interesante señalar que este instrumento puede resultar útil al docente para controlar constantemente el itinerario didáctico, y poder efectuar las eventuales correcciones en caso de verificaciones parcial o totalmente negativas.²²



²¹ Secci Famiglietti, María; Giustolisi, Giacomo. 1986. Dalla programmazione alle unità didattiche interdisciplinari. *La Nuova Italia*. Firenze. P. 53.

²² Secci Famiglietti, María; Giustolisi, Giacomo. 1986. *Op. Cit.* .P. 54-55.

Instrumentos de organización y desarrollo de la capacidad de síntesis

“Prosiguiendo este rápido tratamiento de los instrumentos lógico-formativos, es oportuno señalar la comunicación escrita, obviamente no desde el punto de vista de sus multiformes variables expresivas, sino más bien como instrumento de organización del pensamiento en cuanto a actividad mental de análisis/síntesis.

Lo específico de la comunicación escrita es describir en secuencia diacrónica, es decir uno después de otro, eventos, fenómenos, acciones, cuyos desarrollos pueden ser contemporáneos y paralelos a otras acciones. De aquí la necesidad de acompañar al escrito las visualizaciones derivadas de la utilización de instrumentos lógicos idóneos, a fin de reforzar la comprensión y el nivel de decodificación del mensaje que se quiere comunicar. Si bien en la escuela, el lenguaje escrito es todavía el vehículo privilegiado del saber, la capacidad de visualización inmediata que se logra con el uso de los instrumentos lógicos, permite a los jóvenes percibir las características, los puntos nodales, las relaciones, etc., con más facilidad que utilizando exclusivamente la forma escrita, pues ésta tiene un gran nivel de abstracción, demasiado prematuro para muchos preadolescentes.²³

En el campo del desarrollo de la capacidad de síntesis, podemos mencionar al lenguaje estadístico, un excelente instrumento que puede llegar a comunicar, mediante pocos signos, conceptos y desarrollos que requerirían extensas comunicaciones escritas.

En cuanto a la recolección de datos podemos mencionar las entrevistas y los cuestionarios. “Mientras que la entrevista consiste en plantear, verbalmente o por escrito, una o más preguntas, que el entrevistado contesta libremente, el cuestionario es una serie de preguntas a las que normalmente corresponde una respuesta cerrada (por ejemplo: sí, no, no sé, ...).”²⁴

El sistema de aprendizaje

La profesora María Secchi Famiglietti plan el siguiente esquema del del sistema de aprendizaje:

“Desde hace algunos años el enfoque sistémico caracteriza la reflexión de los estudiosos de todas las disciplinas, tanto de las ciencias experimentales como de las humanas; esto justifica el planteo que también la ciencia de la enseñanza/aprendizaje puede organizarse en un sistema compuesto de diversas partes y elementos, cuyo equilibrio determina la capacidad de acceder al conocimiento y a la complejidad de lo real.

El sistema de aprendizaje debe guiar a los alumnos a observar y a saber leer la realidad del vivir cotidiano en una dimensión problemática, en el sentido de saber escoger en cada situación: la experiencia vivida, la acción cotidiana, los problemas que están presentes, saber definirlos con precisión, recoger datos, plantear hipótesis de solución y proceder a una relativa verificación.

²³ Secci Famiglietti, María: Giustolisi, Giacomo. 1986. Op. Cit. P. 55-57.

²⁴ Secci Famiglietti, María. 1994. Op.Cit. P. 31.

Estamos frente a la lógica que regula las operaciones de la mente humana, y por lo tanto estamos en la fase en la cual el alumno toma conciencia e inicia la aplicación consciente de los instrumentos lógicos y formativos que representan las operaciones humanas."²⁵

"El sistema de aprendizaje se articula en tres momentos:

1. **Aprender trabajando problemas.** No puede haber aprendizaje si no se tiene capacidad de:

- reconocer,
 - distinguir los diversos tipos de problemas,
 - definir el tipo de problema,
- a fin de proceder al análisis y a la formulación de hipótesis de solución.

2. **Aprender con mentalidad de investigador, con los instrumentos formativos.**

De la capacidad de trabajar problemas, se pasa al gradual conocimiento de las operaciones lógicas de la mente humana, a través de la toma de conciencia de los instrumentos lógico-formativos que permiten:

- el análisis sistemático de elementos en el espacio,
- el análisis procedimental de eventos en el tiempo,
- la relación entre elementos o partes de uno o más conjuntos o sistemas,
- la representación de la comunicación de datos y fenómenos.

3. **Aprender a elaborar y a organizar los conocimientos utilizando los instrumentos formativos.** Sobre esta base el alumno entra en el proceso formativo y comienza a madurar la capacidad de análisis y desmontaje de textos y contextos a través de los instrumentos. En este momento se desarrolla y refuerza la capacidad de acceder a datos, elaborarlos, y a organizar los conocimientos.

En este punto del sistema se introduce la verificación de la capacidad de saber definir un problema y de saber elaborar y organizar conocimientos, a través de la realización de un documento escrito-gráfico de las fases de la investigación y de la construcción de modelos lógicos y analógicos que testimonien la actividad operativa y experimental mediante la cual el alumno ha verificado sus propias hipótesis."²⁶

"Qué se entiende por:

- **Analizar:** Hacer un análisis quiere decir descomponer, en base a criterios, una cosa, un hecho, un pensamiento, en los elementos que lo componen.
- **Formular hipótesis:** Es imaginar soluciones de un problema; estas soluciones deben verificarse, es decir probarse. Aún en este caso, para plantear hipótesis se deben establecer criterios.
- **Criterios:** Son principios, reglas generales ya establecidas, o que establecemos, sobre la base de las cuales nuestra mente analiza, plantea hipótesis, para solucionar el problema.
- **Solución:** Es la respuesta al problema. Las respuestas son positivas cuando una o más hipótesis se verifican y permiten llegar a la solución del problema."²⁷

¹⁰ Secci Famiglietti, María. 1994. *Op. Cit.* P. 8.

¹¹ Secci Famiglietti, María. 1994. *Op. Cit.* P. 9.

¹² Secci Famiglietti, María. 1994. *Op. Cit.* P. 17.

5. LA CIENCIA, LA TÉCNICA Y LA TECNOLOGÍA

Aquiles Gay

En la realidad técnica hay una realidad humana.

Gilbert Simondon

Vivimos en un mundo en el que la tecnología marca el ritmo del progreso y las pautas de vida, o en otras palabras vivimos en un mundo modelado por la tecnología. En el concepto de tecnología está implícito el de ciencia y el de técnica, estas tres palabras clave, ciencia, técnica y tecnología, están vinculadas a actividades específicas del hombre, e indisolublemente ligadas al desarrollo de la civilización.

Trataremos de aclarar los conceptos de ciencia, técnica y tecnología, términos que abarcan tanto la actividad (investigación, desarrollo, ejecución, etc.), como el producto resultante (conocimientos, bienes, servicios, etc.), y que son consecuencia de respuestas a inquietudes y necesidades del hombre.

Frente al mundo natural, el hombre siente el deseo o la necesidad de conocerlo para estar más tranquilo, y no flotando a la deriva, y de actuar sobre el mismo tratando de adaptarlo a sus requerimientos para hacer su vida más confortable y segura.

Como consecuencia el hombre se plantea, por un lado, conocer y comprender la naturaleza y los fenómenos a ella asociados, y por el otro, controlarla y modificarla, o por lo menos transformar el entorno que lo rodea.

Es decir que para el hombre el mundo es objeto de indagación y de acción.

Teniendo en cuenta esto, podemos hablar de dos grandes campos vinculados al quehacer humano, muy ligados entre sí pero substancialmente diferentes:

- El campo de la ciencia (la indagación).
- El campo de la técnica y de la tecnología (la acción).

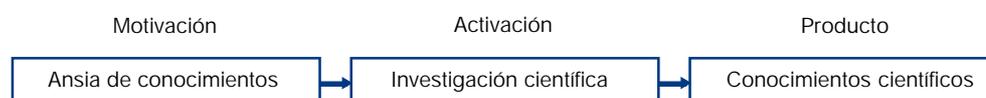
El campo de la ciencia

El campo de la ciencia responde al deseo del hombre de conocer y buscar comprender racionalmente el mundo que lo rodea y los fenómenos a él relacionados.

El deseo de conocer lo lleva a investigar (científicamente). Normalmente el resultado de las investigaciones científicas incrementa el cuerpo metódicamente formado y sistematizado de conocimientos.

Esta actividad humana (la investigación científica) y su producto resultante (el conocimiento científico); es lo que llamamos ciencia.

En este campo, la motivación es el ansia de conocimiento y el producto resultante el conocimiento científico.



Aquí se va de lo particular a lo general.

Decimos que se va de lo particular a lo general pues, como dice Bertrand Russell "La ciencia, aunque arranca de la observación de lo particular, no está ligada esencialmente a lo particular, sino a lo general. Un hecho en ciencia no es un mero hecho, sino un caso."²⁸

O como dice Mario Bunge: "El conocimiento científico es general: ubica los hechos en pautas generales; los enunciados particulares en esquemas amplios."²⁹

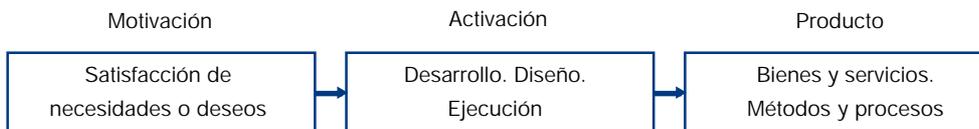
El campo de la técnica y de la tecnología

El campo de la técnica y de la tecnología responde al deseo y a la voluntad del hombre de transformar su entorno, es decir el mundo que lo rodea, buscando nuevas y mejores formas de satisfacer sus necesidades o deseos.

En este campo prima la voluntad de hacer (construir, concebir, crear, fabricar, etc.).

Esta actividad humana y su producto resultante es lo que llamamos técnica o tecnología, según sea el caso.

En este campo, la motivación es la satisfacción de necesidades o deseos, la actividad el desarrollo, el diseño y/o la ejecución y el producto resultante los bienes y servicios, o los métodos y procesos.



En este campo se va de lo general a lo particular.

Resumiendo, podemos decir que la ciencia está asociada al deseo del hombre de conocer (conocer y comprender el mundo que lo rodea), mientras que la técnica y la tecnología a la voluntad del hombre de hacer (hacer cosas para satisfacer sus necesidades o deseos).

A continuación trataremos de aclarar los conceptos de ciencia, técnica y tecnología.

Ciencia

El término "ciencia" cubre un campo de actividades y conocimientos tan amplio que cualquier definición corre el riesgo de ser incompleta, por lo que más bien planteamos su objeto de estudio, que es el conocimiento de las cosas por sus principios y causas.

La ciencia surge cuando el hombre busca descubrir y conocer, por la observación y razonamiento, la estructura de la naturaleza.

²⁸ Russell, B. 1983. La perspectiva científica. Ariel. Barcelona. P. 48.

²⁹ Bunge, M. 1987. La ciencia, su método y su filosofía. Siglo veinte. Buenos Aires. P. 19 y 27.

Si bien la observación de la naturaleza y de los fenómenos naturales se remonta a los orígenes mismos del hombre, la ciencia es algo más que la mera observación, es además y fundamentalmente, razonamiento, y nace cuando se abandona una concepción mítica de la realidad y se enfoca la misma con una visión objetiva y reflexiva.

En Occidente, la ciencia comienza con los griegos, que fueron los primeros en desarrollarla en forma racional. Pero éstos se abocaron fundamentalmente a una ciencia pura de carácter especulativo, al saber por el saber mismo; hay que tener en cuenta que el ideal de la época era el conocimiento desinteresado.

La concepción actual de la ciencia se remonta a los siglos XVI y XVII, pues, aunque tiene raíces profundas en el tiempo, fueron Galileo Galilei, Francis Bacon, René Descartes, Isaac Newton, etc., quienes sentaron los fundamentos de la ciencia moderna. La nueva concepción de la ciencia fue esbozada por Galileo (1564-1642) y completada por Newton (1642-1727). Con Galileo y Newton se inician la investigación objetiva y experimental de la naturaleza, y la búsqueda de la cuantificación y expresión matemática de los fenómenos naturales. Galileo estableció el principio de la objetividad del conocimiento científico y basó sus conclusiones en la observación y la experimentación. Aunque posiblemente buscó hacer una ciencia más demostrativa que experimental, sus trabajos dieron nacimiento al método experimental en las ciencias. Planteó la observación empírica como método básico de la investigación, así como la expresión de las leyes físicas con fórmulas matemáticas.

El método científico que nace en la época de Galileo (aplicable a las ciencias fácticas, se puede esquematizar planteando tres etapas básicas:

- la primera, la **observación** de ciertos hechos para descubrir la(s) ley(es) principal(es) que los rige(n);
- la segunda, **la formulación de hipótesis**, entendiendo por hipótesis una respuesta tentativa que permita explicar los hechos observados; y
- la tercera, **la comprobación de la hipótesis**, mediante la experimentación y el análisis.

Si la comprobación confirma la hipótesis, ésta pasa a ser **ley**, válida hasta el momento en que el descubrimiento de nuevos hechos pueda plantear la necesidad de introducir modificaciones en su formulación.

En el lenguaje de la ciencia, una ley es una proposición general, vinculada al conocimiento de algún sector del universo y cuya veracidad ha sido suficientemente comprobada.

Podemos decir que con Galileo comienza una profunda transformación en la forma de pensar y actuar del hombre. Se despierta lo que podríamos llamar la mentalidad científica que presupone aceptar como cierto sólo aquello que sea empíricamente verificable. La ciencia de la época estaba encuadrada en un modelo meramente especulativo; con él, asistimos a un cambio substancial, al contacto con la realidad, a la tecnificación de la ciencia, es decir, a la determinación de técnicas precisas para analizar los fenómenos naturales y medirlos con exactitud matemática y a la introducción de elementos de la técnica en el proceso de investigación científica.

Esto marca el comienzo de una nueva etapa en el desarrollo de la ciencia, etapa signada por la complementariedad entre la ciencia y la técnica, y hoy en día entre la ciencia y la tecnología. Además, se inicia en esa época la cientifización de todos los conocimientos.

Técnica

Desde un punto de vista general, técnica es el procedimiento o el conjunto de procedimientos que tienen como objetivo obtener un resultado determinado (en el campo de la ciencia, de la tecnología, de las artesanías o de otra actividad).

También podemos decir que técnica es el o los procedimientos puestos en práctica al realizar una actividad (construir algo, efectuar una medición o un análisis, conducir un auto, tocar el piano, vender algo, nadar, etc.), así como también la pericia o capacidad que se pone de manifiesto cuando se realiza la actividad. Estos procedimientos no excluyen la creatividad como factor importante de la técnica.

Históricamente las técnicas se han basado, tanto en conocimientos empíricos transmitidos, como en la experiencia o en la intuición; pero, últimamente, bajo el influjo de la ciencia, muchas han perdido su carácter fundamentalmente empírico.

La técnica no es privativa del hombre, se da en la actividad de todo ser viviente y responde a una necesidad para la supervivencia.

- En el animal la técnica es instintiva y característica de la especie (todos los horneros utilizan la misma técnica para construir sus nidos, todas las abejas construyen sus panales en la misma forma).
- En el ser humano la técnica surge de su relación con el medio y se caracteriza por ser consciente, reflexiva, inventiva y fundamentalmente individual. El individuo la aprende y la hace progresar.

Sólo los humanos son capaces de construir con la imaginación algo que luego pueden concretar en la realidad.

En este texto consideraremos la palabra técnica implícitamente referida a la técnica humana, es decir que se excluye del concepto técnica todo lo que signifique acciones instintivas. La técnica es creativa, el hombre no se limita simplemente a repetir procedimientos conocidos, sino que busca desarrollar otros nuevos. La técnica le ha permitido expandirse por todo el globo, y vivir en climas y condiciones muy diferentes sin necesidad de una adaptación biológica.

La técnica sobrepasando la satisfacción de las necesidades elementales del hombre, pasa a pertenecer al orden de la cultura e integra, junto con la tecnología, un sector de la cultura denominado cultura material.

A partir del Renacimiento, la técnica en Occidente se ha desarrollado en forma acelerada contribuyendo a cambiar la faz del mundo. La expansión geográfica de la civilización occidental, desde su cuna Europa, hacia prácticamente todo el planeta, si bien respondió a consideraciones de orden político, social, económico, etc., fue factible gracias a los adelantos técnicos que permitieron el gran despliegue de poder y de eficacia que posibilitó a Europa imponer su poderío y su cultura en el mundo.

Recordemos que en la Edad Media tanto en China como en los países árabes existía un nivel técnico comparable, y en muchos casos superior al de Europa, pero sin embargo todo comienza a cambiar a partir de los siglos XN y XV aproximadamente. El desarrollo técnico adquiere en Europa una fuerza impensable; las razones son muchas y muy complejas, algunas las analizaremos más adelante; pero, lo que nos interesa sobre todo son las consecuencias de este progreso técnico, unido al científico, que condujo finalmente a la Revolución Industrial, al nacimiento de la industria y a la tecnología moderna.

Técnica

Técnica es el o los procedimientos prácticos que tienen como objetivo la fabricación de bienes (transformación consciente de la materia) o la provisión de servicios.

Evolución

Desde un punto de vista biológico, evolución es la adaptación del organismo al medio ambiente; mientras que, desde un punto de vista técnico-tecnológico, evolución es adecuación del medio ambiente al organismo.

Tecnología

La palabra tecnología data del siglo XVIII, cuando la técnica, históricamente empírica, comienza a vincularse con la ciencia y se empiezan a sistematizar los métodos de producción. Si quisiéramos hacer extensivo el término a épocas anteriores, tendríamos que hablar de tecnologías primitivas.

La tecnología surge al enfocar determinados problemas técnico-sociales con una concepción científica y dentro de un cierto marco económico y sociocultural; está íntimamente vinculada con la ciencia y la complementariedad entre ambas se acrecienta cada vez más.

En el pasado generalmente la ciencia y la técnica marcharon separadamente sin complementarse; podemos recordar, por ejemplo, la Grecia clásica en donde la ciencia no estuvo vinculada con aplicaciones técnicas, o mencionar la ingeniería romana o del medievo en donde había una técnica sin ciencia subyacente, pero hoy la tecnología y la ciencia marchan indisolublemente ligadas.

La tecnología utiliza el método científico, comprende un saber sistematizado, y en su accionar se maneja tanto a escala práctica como conceptual, en otras palabras, abarca el hacer técnico y su reflexión teórica.

Actualmente se utiliza la palabra tecnología en campos de actividades muy diversos; sin entrar a plantear la corrección o no de su uso en determinados contextos, en este análisis la vinculamos específicamente a la concepción y elaboración de bienes, procesos o servicios; es decir que tomamos la palabra tecnología con un sentido restringido.

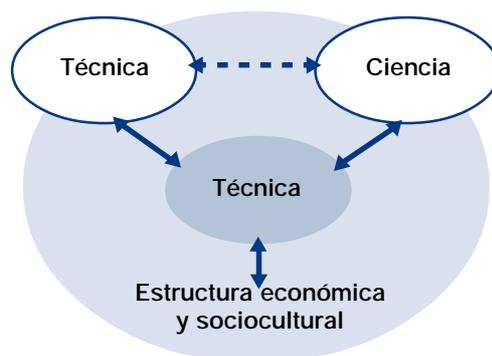
Desde un punto de vista más estructural podemos plantear la definición de tecnología como el resultado de relacionar la técnica con la ciencia y con la estructura económica y sociocultural, a fin de solucionar problemas técnico-sociales concretos.

Es decir que la tecnología proviene de analizar determinados problemas que se plantea la sociedad y buscar la solución relacionando la técnica, con la ciencia y con la estructura económica y sociocultural del medio, abarcando:

- **la técnica;** los conocimientos técnicos, las herramientas y la capacidad inventiva;
- **la ciencia;** el campo de los conocimientos científicos.
- **la estructura económica y sociocultural;** todo el campo de las relaciones sociales, las formas organizativas, los modos de producción, los aspectos económicos, la estructura cognoscitiva, el marco cultural, etc.

Tecnología

Tecnología es el conjunto ordenado de conocimientos, y los correspondientes procesos que tienen como objetivo la producción de bienes y servicios, teniendo en cuenta la técnica, la ciencia y los aspectos económicos, sociales y culturales involucrados; el término se hace extensivo a los productos (si los hubiera) resultantes de esos procesos, los que deben responder a necesidades o deseos de la sociedad y, como ambición, contribuir a mejorar la calidad de vida.



A los fines de su clasificación, en lo que respecta a los métodos de producción utilizados, se puede hablar de dos grandes ramas de la tecnología, las denominadas "duras" y las denominadas "blandas". Las tecnologías "duras" son las que tienen como propósito la transformación de elementos materiales con el fin de producir bienes y servicios. Entre ellas pueden distinguirse dos grandes grupos: las que producen objetos en base a acciones físicas sobre la materia y las que basan su acción en procesos químicos y/o biológicos³⁰.

- Entre las tecnologías duras podemos mencionar la mecánica, la electrónica, la biotecnología, etc.
- Las tecnologías "blandas", llamadas también gestionales, se ocupan de la transformación de elementos simbólicos en bienes y servicios; su producto, que no es un elemento tangible, permite mejorar el funcionamiento de las instituciones u organizaciones en el logro de sus objetivos."Entre las ramas de las tecnologías blandas se destacan entre otras las relacionadas con la educación (en lo que respecta al proceso de enseñanza), la organización, el marketing y la estadística, la psicología de las relaciones humanas y del trabajo y el desarrollo del software."³¹

Teniendo en cuenta que la tecnología está íntimamente vinculada a la estructura sociocultural lleva implícita ciertos valores y podemos decir que no es ni social ni políticamente neutra. No se puede plantear la tecnología desde un punto de vista puramente técnico-científico, pues los problemas asociados a la misma son también socioculturales. La dificultad de aislar la tecnología de su contexto sociocultural tiene implicancias muy importantes en el tema de la transferencia de tecnologías.

La tecnología integra técnicas con conocimientos científicos, valores culturales y formas organizativas de la sociedad.

Johan Galtung escribe, en un interesante estudio preparado para la UNCTAD –Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo–:

Una forma ingenua de entender la tecnología sería considerarla meramente como cuestión de herramientas (equipos) y aptitudes y conocimientos (programas). Claro que estos componentes son importantes, pero constituyen la superficie de la tecnología, como la punta visible del iceberg. La tecnología también comprende una estructura conexa, e incluso una estructura profunda. Los conocimientos en que se basa constituyen una determinada estructura cognoscitiva, un marco mental, una cosmología social que actúa como un terreno fértil en el que pueden plantarse las semillas de determinados tipos de conocimientos para que crezcan y generen nuevos conocimientos. Para utilizar las herramientas hace falta una cierta estructura del comportamiento. Las herramientas no funcionan en un vacío, las hace el hombre y las utiliza el hombre y para que puedan funcionar requieren determinadas circunstancias sociales. Incluso una tecnología de la producción totalmente automatizada implica una estructura cognoscitiva y del comportamiento, es decir de distanciamiento del proceso de producción. Por lo general se tiene muy poca conciencia de estas estructuras que acompañan a las tecnologías.[.....] hay tendencia a reducir las tecnologías a técnicas."³²

³⁰ Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. Contenidos Básicos Comunes. *Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires. P. 223.*

³¹ Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. Contenidos Básicos Comunes.

³² Galtung, Johan. 1979. "El desarrollo, el medio ambiente y la tecnología". *Naciones Unidas, Nueva York.*

Como hemos planteado, los problemas vinculados a la tecnología no son meramente técnico-científicos, sino también sociales. El objeto de la tecnología es la satisfacción de necesidades sociales concretas.

La tecnología integra técnicas con conocimientos científicos, valores culturales y formas organizativas de la sociedad.

La tecnología abarca todos los medios de que dispone el hombre para controlar y transformar su entorno físico, así como para convertir los materiales que le ofrece la naturaleza en elementos capaces de satisfacer sus necesidades.

La tecnología involucra un proceso intelectual que partiendo de la detección de una demanda se aboca al diseño y la construcción de un objeto o producto determinado y culmina con su uso. En la tecnología confluyen la teoría y la práctica (la ciencia y la técnica).

En el concepto de tecnología están implícitos aspectos vinculados tanto a la concepción y a la fabricación como a la comercialización y al uso de los productos tecnológicos.

Los tres ejes del quehacer tecnológico son:

- la fiabilidad,
- la economía y
- la aceptabilidad.

El término "tecnología" se hace extensivo a los productos tecnológicos (objetos tecnológicos o situaciones tecnológicas), que son portadores de dimensiones no sólo técnicas y científicas, sino también económicas, culturales y sociales, y cuyo objetivo ideal debería ser mejorar la calidad de vida.

Otras definiciones de tecnología

Para ampliar nuestra visión sobre el tema, y teniendo en cuenta que el término tecnología puede admitir otras interpretaciones no totalmente coincidentes con la nuestra, transcribimos a continuación otras definiciones, sin entrar a analizarlas.

- Mario Bunge: "Un cuerpo de conocimientos es una tecnología si y solamente si:
 - es compatible con la ciencia coetánea y controlable por el método científico, y
 - se lo emplea para controlar, transformar o crear cosas o procesos, naturales o sociales."³³
- John Kenneth Galbraith: "Tecnología significa aplicación sistemática de conocimiento científico (u otro conocimiento organizado) a tareas prácticas."³⁴
- Samuel Bowles y Richard Edwards: "Tecnología es la relación entre los factores de la producción y los bienes producidos (la entrada y la salida) en un proceso de trabajo (...) Un proceso de trabajo es una transformación de nuestro entorno natural con la intención de producir algo útil (o que se piensa es útil). Los factores de la producción son: capital, trabajo y recursos naturales)."³⁵

³³ Bunge, M. 1985. Epistemología. Ariel. Barcelona. P. 206.

³⁴ Galbraith, J. 1980. El nuevo estado industrial. Ariel. Barcelona. P. 41.

³⁵ Bowles, S; Edwards, R. Understanding capitalism. Harper Collins. P. 45

- Lynn White: "Tecnología es la modificación sistemática del entorno físico con fines humanos."³⁶
- Webster's new collegiate dictionary (1977): "Tecnología es la totalidad de los medios empleados para proporcionar los objetos necesarios a la subsistencia y al bienestar humano."
- Louis-Marie Morfaux: "Tecnología: Reflexión filosófica sobre las técnicas, sus relaciones con las ciencias y las consecuencias políticas, económicas, sociales y morales de su desarrollo."³⁷

Diferencias entre técnica y tecnología

Buscaremos marcar las diferencias entre técnica y tecnología, ambas vinculadas a la resolución de problemas concretos dentro de un campo específico de la actividad humana, el campo del "hacer".

Fundamentalmente la técnica abarca los conocimientos técnicos y las herramientas, mientras que la tecnología tiene en cuenta además los conocimientos científicos, la estructura sociocultural, la infraestructura productiva y las relaciones mutuas que surgen; podemos plantear que la tecnología es técnica más estructura (estructura económica, sociocultural, de conocimientos, etc.).

En la técnica está el "cómo" hacer, en la tecnología están, además, los fundamentos del "por qué" hacerlo así.

La técnica históricamente se basó en conocimientos corrientes (experiencias comunicadas, resultados del método de prueba y error, aplicación del sentido común, de la intuición, etc.) pero actualmente muchas veces utiliza también conocimientos científicos, mientras que la tecnología se basa en conocimientos científicos, aunque utiliza también conocimientos empíricos.

En la técnica se habla de **procedimientos** (los procedimientos puestos en práctica al realizar una actividad; mientras que en la tecnología se habla de **procesos** que involucran técnicas, conocimientos científicos y también empíricos, aspectos económicos y un determinado marco sociocultural. Refiriéndonos a la tecnología podemos hablar de teorías tecnológicas; refiriéndonos a la técnica, más bien de concepciones técnicas.

Podemos decir que, en general, la técnica es unidisciplinaria y la tecnología interdisciplinaria. Cuando nos referimos a la fabricación artesanal hablamos de técnica; cuando nos referimos a la producción industrial hablamos de tecnología.

No hay consenso universal sobre las diferencias entre técnica y tecnología. Como caso típico, podemos mencionar títulos de libros como *Historia de las técnicas* –original en francés– e *Historia de la tecnología* –original en inglés– que, prácticamente, abarcan los mismos temas.

³⁶ White, L. "El acto de la invención". En Kranzberg, M; Daveport, W. H. (eds.)

³⁷ Morfaux, L. 1985. Diccionario de Ciencias Humanas. Grijalbo. Barcelona. P. 336.

Diferencias entre ciencia y tecnología

Hemos planteado dos grandes campos del quehacer humano; uno, asociado a la ciencia; el otro, a la tecnología.

Comenzaremos transcribiendo algunos comentarios sobre el tema:

- Thomas Jun: "Parte de nuestra dificultad para ver las diferencias profundas entre la ciencia y la tecnología debe relacionarse con el hecho de que el progreso es un atributo evidente de ambos campos. Sin embargo, puede sólo aclarar no resolver nuestras dificultades presentes el reconocer que tenemos tendencia a ver como ciencia cualquier campo en donde el progreso sea notable."³⁸
- George Basalla: "Aunque la ciencia y la tecnología supongan procesos cognitivos, su resultado final no es el mismo. El producto final de la actividad científica innovadora suele ser una formulación escrita, el artículo científico, que anuncia un hallazgo experimental o una nueva posición teórica. En contrapartida, el producto final de la actividad tecnológica innovadora es típicamente una adición al mundo artificial: un martillo de piedra, un reloj, un motor eléctrico".³⁹
- Sparkes, John: "Se piensa a menudo y, quizás, lo pensó en un principio el comité de planificación de la *Open University*, que la tecnología es una especie de ciencia aplicada o de matemática aplicada. Pero, los primeros profesores de la materia (tecnología) que ingresaron en la *Open University* hicieron saber muy pronto que ésa no era su concepción de la tecnología. No sólo se trataba de una inexactitud sino de un verdadero error".⁴⁰
- Rey Pastor, J; Drewes, N.: "Considerar, según se acostumbra, la técnica como ciencia aplicada y, por lo tanto, posterior a la ciencia pura, es concepción que contradice la realidad histórica. Más bien han nacido las ciencias puras de una previa y no siempre sistemática acumulación de conocimientos técnicos. Del valioso saber astronómico de los caldeos y de su técnica astrológica se elevaron Hiparco, Aristarco y Ptolomeo a la teoría astronómica, y las dificultades y complicaciones técnicas con que se tropezó al aplicar la teoría geocéntrica durante catorce siglos incitaron a Copérnico a buscar una teoría mejor."⁴¹
- Jorge A. Sábato y Michael Mackenzie: "Es particularmente perjudicial la creencia generalizada de que la tecnología no es otra cosa que ciencia aplicada, y que, por lo tanto, para obtener aquélla es suficiente producir esta última."⁴²

Es bastante corriente confundir tecnología con ciencia aplicada, pero es un error, la tecnología no es solamente ciencia aplicada, pues si bien es cierto que se basa en conocimientos científicos, se basa también en la experiencia, utiliza muchas veces conocimientos empíricos y tiene en cuenta además muchos otros factores (algunos ajenos a la específica aplicación de determinados conocimientos científicos) como ser los aspectos prácticos de la construcción o de la producción industrial, los modos y medios de producción, la factibilidad económica, la adaptación del producto a

³⁸ Kuhn, Thomas. 1971. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica. México. P. 249.

³⁹ Basalla, George. 1991. La evolución de la tecnología. Crítica. Barcelona. P. 41.

⁴⁰ Sparkes, J. J. 1974. "Un programa de educación recurrente: el curso de tecnología de la Open University". En Revista Perspectiva. Vol. IV. N° 1. UNESCO. Paris. (Reproducido en Aprender y trabajar. 1980. UNESCO. Paris. P. 308).

⁴¹ Rey Pastor, J; Drewes, N. 1957. La técnica en la historia de la humanidad. Allántida. Buenos Aires. P. 106.

⁴² Sábato, J; Mackenzie, M. 1982. La producción de tecnología. Nueva Imagen. México. P. 14.

las costumbres del usuario, la aceptación que el producto pueda o no tener en el público, etc.; además la tecnología está, sobre todo, vinculada a cosas que el hombre hace, a cosas artificiales. Como ejemplo podemos tomar la última parte del párrafo citado en *La Previsión Tecnológica*, en el que se plantea que un geólogo aplicado puede predecir un deslizamiento de tierra (ciencia aplicada), mientras que un ingeniero, proyectando y supervisando las adecuadas obras de defensa, puede llegar a evitar el deslizamiento de tierra (tecnología).

Con el objeto de marcar claramente la diferencia entre ciencia y tecnología podemos decir que la ciencia se ocupa del conocimiento, mientras que la tecnología fundamentalmente del hacer (de la acción eficaz); pero evidentemente para hacer hay que conocer, por lo que el tecnólogo busca informarse, conocer, pero no por el conocimiento en sí mismo, sino para saber cómo hacer.

En el libro, *Tecnología: un enfoque filosófico*, Miguel Ángel Quintanilla escribe: "A diferencia de las ciencias, que son sistemas de conocimientos, las técnicas son sistemas de acciones de determinado tipo que se caracterizan, desde luego, por estar basadas en el conocimiento, pero también por otros criterios, como el ejercerse sobre objetos y procesos concretos, y el guiarse por criterios pragmáticos de eficiencia, utilidad, etc. (...) las acciones técnicas son la forma más valiosa de intervenir o modificar la realidad para adaptarla a los deseos o necesidades humanas."⁴³

Resumiendo: la ciencia busca entender la naturaleza de las cosas, la tecnología busca hacer cosas, y en forma óptima y eficiente (lo mejor posible dentro de las condiciones impuestas). En la ciencia podemos ver un intento racional y ordenado del hombre por conocer y explicar el mundo físico, en la tecnología un intento, también racional y ordenado del hombre, para transformar y controlar el mundo físico. Esta distinción se puede plantear como la diferencia entre la búsqueda del "cómo son" y el "porqué" de las cosas y el saber "qué hacer" cuando se debe solucionar un problema.

La tecnología tiene un carácter social y está enmarcada dentro de pautas culturales. La tecnología no está vinculada solamente al sector de la producción, sino también al del consumo.

Ya en la antigüedad se planteaba la diferencia entre ciencia y técnica: la ciencia era filosofía y la técnica era el arte del artesano, decían los maestros constructores de la catedral de Milán en 1392⁴⁴. La ciencia estaba alejada de los asuntos técnicos, y los progresos técnicos eran más bien el resultado del trabajo de los artesanos.

A lo largo de su historia la técnica no ha tenido mucha vinculación con la ciencia, el hombre hizo objetos de hierro sin conocer su composición química ni la naturaleza de los procesos metalúrgicos, así como hizo máquinas y aparatos, muchas veces sin profundizar demasiado en los principios de la mecánica.

Con referencia a este tema, en el libro de André-Yves Portnoff y Thierry Gaudin, *La revolución de la inteligencia*, leemos: "Basta sin embargo examinar la realidad para comprobar que el conocimiento científico es útil, pero que no siempre es el que origina las innovaciones (...) Se ha vuelto trivial recordar que la máquina de vapor precedió a la termodinámica, que la metalurgia fue puesta en práctica antes que una ciencia de los metales ayudara a concebir aleaciones."⁴⁵

⁴³ Quintanilla, M. A. 1991. Tecnología; un enfoque filosófico. EUDEBA. Buenos Aires. P. 29-30.

⁴⁴ Annali della Fabbrica del Duomo di Milano. 1877. Milán.

⁴⁵ Portnoff, A; Gaudin, T. 1988. La revolución de la inteligencia. INTI -Instituto Nacional de Tecnología Industrial-. Buenos Aires. P. 76.

Con el correr del tiempo se fue estableciendo una relación entre la ciencia y la técnica que fue siendo cada vez mayor y la aplicación de la ciencia a la técnica ha permitido el pasaje de las técnicas de tipo artesanal a lo que hoy llamamos "tecnología".

La tecnología se basa cada día más en los conocimientos científicos y por su parte la ciencia utiliza cada vez más los desarrollos tecnológicos. Actualmente no es posible pensar en un desarrollo tecnológico de avanzada, sin contar con el inapreciable aporte de los conocimientos científicos, como no es posible hacer ciencia sin contar con el apoyo de la tecnología que suministra los sofisticados aparatos y equipos necesarios para la investigación. En el mundo moderno sin ciencia no hay tecnología, así como, sin tecnología no se podría hacer ciencia. Estos dos campos, ciencia y tecnología, están ligados por una relación de interdependencia muy grande, pero las actividades vinculadas a uno u otro son substancialmente diferentes.

Como referencia se transcribe a continuación un párrafo del libro de Eli de Gortari, *Indagación crítica de la ciencia y la tecnología*:

"La tecnología no solamente es mucho más antigua que la ciencia, sino que su desenvolvimiento a lo largo de la historia ha tenido una influencia mucho mayor sobre el avance científico, que la ejercida por éste en las innovaciones tecnológicas. Todavía durante los primeros doscientos años de su desarrollo, la ciencia moderna tuvo mucho que aprender de la tecnología y fue relativamente poco lo que pudo enseñarle en cambio. En realidad, no fue hasta el último tercio del siglo XVIII, con la iniciación de la revolución Industrial, cuando el impacto de la ciencia sobre la tecnología empezó a tener una importancia decisiva. Luego, los resultados de la investigación científica sirvieron de base para la creación y el desarrollo de ramas industriales enteramente nuevas, como la industria química y la eléctrica, por ejemplo. Al mismo tiempo, la ciencia seguía progresando bajo el impulso de las necesidades tecnológicas y aprovechando los aparatos e instrumentos puestos a su disposición por el avance de la técnica. Finalmente, en el transcurso del presente siglo, el desarrollo del conocimiento científico y el progreso de las realizaciones tecnológicas, que han alcanzado ya niveles prodigiosos y prosiguen avanzando de manera incesante a pasos astronómicos tanto literal como metafóricamente se vienen realizando dentro de la más estrecha vinculación y a través de una influencia recíproca cada vez mayor entre la tecnología y la ciencia."⁴⁶

Con respecto a este tema, Carl Mitcham dice: "Se puede argumentar razonablemente que el uso de la mecánica en la ciencia (como en la "mecánica celeste" de Newton), deriva de las primeras modernas tecnologías (especialmente la de relojes). Así, en cierto sentido, esa ciencia podría ser descrita con precisión como tecnología teórica."⁴⁷

Refiriéndose a la relación entre la ciencia y la tecnología, H. L. Nieburg expresa: "La ciencia y la tecnología no son autónomas, sino aspectos estrechamente unidos e inseparables. La deuda que los conocimientos teóricos tienen contraída con la tecnología resulta clara en todos los terrenos. [...] El desarrollo de las matemáticas por Copérnico, Kepler y Galileo dependió de los notables progresos de la ingeniería mecánica en el siglo XV, y en especial de la creación de mecanismos de relojería y de juguetes mecánicos de gran ingenio."⁴⁸

⁴⁶ De Gortari, E. 1979. *Indagación crítica de la ciencia y la tecnología*. Grijalbo. México. P. 145.

⁴⁷ Mitcham, C. 1988. *¿Qué es la filosofía de la tecnología? Antropos; editorial del hombre*. Barcelona. P. 100.

⁴⁸ Nieburg, H. L. 1973. En nombre de la ciencia. *Análisis del control económico y político del conocimiento*. Tiempo contemporáneo. Buenos Aires. P. 146-147.

La tecnología está regida por un pensamiento de estructura interdisciplinaria, se maneja con una lógica sintética y destaca abiertamente su carácter utilitario. Toda solución de un problema tecnológico está orientada a satisfacer una necesidad. Mientras que el pensamiento de la ciencia posee más bien una lógica analítica, una estructura unidisciplinaria y destaca por lo menos como tendencia su carácter desinteresado. Su objeto principal de estudio es la relación entre causa y efecto.

La ciencia está guiada por la razón teórica; la tecnología, si bien se fundamenta en conocimientos científicos, está guiada por la razón práctica.

La ciencia está vinculada al conocimiento, la tecnología al desarrollo socioeconómico y al poder. Hoy la tecnología es poder, poder a una escala jamás imaginada antes por el ser humano, poder que puede utilizarse tanto para construir un mundo mejor como para destruirlo.

La ciencia tiene un carácter universal, no hay ciencia regional o local; la tecnología puede ser local, determinadas tecnologías son útiles en determinadas regiones y no en otras, o para determinados sistemas sociales y no para otros.

Al señalar las diferencias entre ciencia y tecnología, Jorge Sábato y Michael Mackenzie dicen: "Mientras que la ciencia emplea exclusivamente el método científico, que es el único que acepta como legítimo, la tecnología usa cualquier método (científico o no) y su legitimidad es evaluada en relación con el éxito que con él se obtiene."⁴⁹

La tecnología se fundamenta en conocimientos científicos, tanto de las ciencias básicas como de las aplicadas; pero, también utiliza conocimientos empíricos y tiene en cuenta muchos otros aspectos como pueden ser los teóricos y prácticos vinculados a la producción industrial.

Los datos y conocimientos científicos, en que se fundamenta la tecnología son generalmente de libre disponibilidad, cualquiera puede obtenerlos y utilizarlos (el resultado de las investigaciones científicas normalmente se publica); mientras que la tecnología como cuerpo de conocimientos muchas veces está protegida por patentes o es conocida por un grupo limitado de personas y forma parte de ese "saber cómo hacer" que en inglés recibe el nombre "know how" (el resultado de las investigaciones o desarrollos tecnológicos no se publica sino que más bien se patenta); desde este punto de vista la tecnología es un bien comercializable, es decir que además de su valor de uso tiene un valor de cambio. He aquí otra diferencia fundamental entre ciencia y tecnología. Como lo observa Derek J. De Solla Price, el científico publica (es papirófilo), el tecnólogo oculta sus hallazgos (es papirófobo); en general no existen documentos tecnológicos (de investigación y desarrollo) de acceso público porque el tecnólogo no comunica abiertamente sus conocimientos sino que a menudo los oculta para obtener ventaja comercial frente a sus competidores. Price define la tecnología como "la investigación en la que el producto principal no es un documento, sino una máquina, un medicamento, un producto o un proceso de cualquier tipo."⁵⁰

Si quisiéramos plantear un ejemplo de lo que terminamos de decir, podríamos referirnos a las teorías científicas en que se basan numerosos dispositivos o máquinas y que son de público conocimiento, mientras que las tecnologías que son necesarias para su fabri-

⁴⁹ Sábato, J.A.; Mackenzie, M. 1982. *Op. Cit.* P. 35.

⁵⁰ Price, D.J.; De Solla. 1972. "Science and technology". En Barnes, B. *Sociology of science*. Penguin. Londres. P. 166-180.

cación muchas veces están protegidas por patentes o son del conocimiento de un limitado número de personas, es decir que no son de libre disponibilidad.

Buscando marcar las diferencias entre la actividad del científico y la del tecnólogo, reproducimos a continuación un párrafo del libro *La investigación científica*, de Mario Bunge, donde plantea el tema de la predicción científica y de la previsión tecnológica y muestra un ejemplo muy claro, que nos permite decir que predecir la órbita de un cometa es tarea del científico, y planear y prever la órbita de un satélite artificial es tarea del tecnólogo.

La previsión tecnológica

Para la tecnología, el conocimiento es principalmente un medio que hay que aplicar para alcanzar ciertos fines prácticos. El objetivo de la tecnología es la acción con éxito, no el conocimiento puro, y consiguientemente toda la actitud del tecnólogo cuando aplica su conocimiento tecnológico es activa en el sentido de que, lejos de ser un mero espectador, aunque inquisitivo, o un diligente registrador, es un participante directo en los acontecimientos. Esta diferencia de actitud entre el tecnólogo en acción y el investigador -de especialidades pura o aplicada- introduce algunas diferencias también entre la previsión tecnológica y la predicción científica.

En primer lugar, mientras que la predicción científica dice lo que ocurrirá o puede ocurrir si se cumplen determinadas circunstancias, la previsión tecnológica sugiere cómo influir en las circunstancias para poder producir ciertos hechos, o evitarlos, cuando una u otra cosa no ocurrirán por sí mismas normalmente: una cosa es predecir la órbita de un cometa y otra completamente distinta planear y prever la trayectoria de un satélite artificial. Esto último presupone una elección entre objetivos posibles, y una tal elección presupone a su vez cierta previsión de las posibilidades y su estimación a la luz de un conjunto de desiderata.

(...) La predicción de un hecho o proceso situado fuera de nuestro control no cambiará el hecho o proceso mismo. Así, por ejemplo, por muy precisamente que prediga un astrónomo el choque de dos astros, este acontecimiento se producirá según su propio curso. Pero si un geólogo aplicado consigue predecir un deslizamiento de tierras, podrán evitarse algunas de sus consecuencias. Aún más: proyectando y supervisando las adecuadas obras de defensa, el ingeniero puede hasta evitar el deslizamiento de tierras, es decir, puede trazar la secuencia de acciones capaz de refutar la predicción inicial.⁵¹

Descubrimiento, invención e innovación

Buscando aclarar más los conceptos de ciencia, de técnica y de tecnología, es interesante señalar que la ciencia avanza con el descubrimiento de hechos o leyes que explican los fenómenos, mientras que la tecnología lo hace mediante la invención o la innovación en el campo de los objetos, productos o procesos.

Trataremos de explicar en pocas palabras la diferencia entre descubrimiento, invención e innovación; pero antes podemos decir que el descubrimiento está siem-

⁵¹ Bunge, M. 1983. *La investigación científica*. Ariel. Barcelona. P. 702.

pre relacionado a algo que ya existía, pese a que no se lo conocía, mientras que la invención es algo nuevo, es una creación.

- **Descubrimiento** es el hallazgo de algo que era desconocido, pero que existía. En nuestro campo de análisis, podemos decir que es la puesta en evidencia de una estructura (una ley) de la naturaleza: Newton descubrió la gravitación universal; Copérnico descubrió que la Tierra gira alrededor del Sol; la ciencia progresa gracias a los descubrimientos.
- **Invención** es todo nuevo dispositivo, mecanismo o procedimiento concebido por el espíritu humano; en otras palabras, es la acción y el efecto de encontrar la idea de un nuevo producto o procedimiento. Podemos decir también que la invención es la propuesta, de un nuevo medio técnico para obtener un resultado práctico. Edison inventó la lámpara incandescente; Watt inventó la máquina de vapor; en general, la invención es un hecho técnico. "La invención es artística y difícil de planificar; en tanto que la tecnología depende esencialmente de la buena planificación y de la aplicación de técnicas conocidas."⁵² Una invención pasa a ser socialmente útil cuando las condiciones económicas y sociales posibilitan su producción, uso y difusión; en este caso podemos hablar de una innovación.
- **Innovación** (en el campo técnico-tecnológico) "es la incorporación de un invento al proceso productivo. Sin embargo no todas las invenciones llevan a innovaciones, y no todas las innovaciones tienen éxito, En realidad la mayor parte de las ideas y de las invenciones nunca se aplican o quedan sin desarrollar por largo tiempo hasta que surgen las condiciones apropiadas para que se produzca la innovación."⁵³

La idea o invención que se transforma en innovación puede ser la propuesta de un nuevo producto o proceso o también una mejora en un producto o en un proceso ya existentes. Podemos hablar de innovación cuando la idea propuesta corresponde a algo que es técnicamente posible y que, por otro lado, el medio ambiente requiere y/o acepta. Al hablar del medio ambiente tenemos que tener en cuenta: las expectativas del consumidor, así como las condiciones financieras, administrativas, políticas, culturales, etc. Es decir, que la innovación tecnológica no es solamente un hecho técnico, sino algo que además de ser técnicamente realizable y económicamente factible es deseado o aceptado por el medio ambiente económico y humano, -La innovación fundamental de la revolución industrial fue la introducción de la máquina de vapor para accionar las máquinas de tejer-. La innovación es el resultado de lo técnicamente posible con lo socioeconómicamente deseado o aceptado, y desde el punto de vista de la sociedad, o de la producción, puede ser relativamente insignificante como potencialmente revolucionaria. La innovación es un hecho tecnológico.

- **Difusión.** La innovación en sí misma puede no tener mucha importancia social; para que el impacto sea significativo tiene que tener gran aceptación, es decir tiene que tener difusión. La difusión es lo que transforma, en última instancia, la innovación en un hecho económico-social. La difusión, así como la invención y la innovación, son procesos estrechamente vinculados al contexto económico, social y político del medio en el que tienen lugar.

J. H. Hollomon (del Departamento de Comercio de Estados Unidos), dice: "La secuencia, necesidad percibida, invento, innovación (limitada por factores políticos,

⁵² Davies, D.; Banfield, T.; Sheahan, R. 1979. El técnico en la sociedad. Gustavo Gilli. Barcelona. P. 38.

⁵³ Cross, N; Elliott, D; Roy, R. 1980. Diseñando el futuro. Gustavo Gilli. Barcelona. P. 78.

sociales o económicos) y difusión o adaptación (determinada por el carácter organizativo y por el incentivo de la industria) es una de las que encontramos más frecuentemente en la economía civil o regular.⁵⁴

INVENCIÓN			INNOVACIÓN		
Producto	Inventor	Fecha	Empresa	Fecha	Intervalo entre invención e innovación -años-
Maquinilla de afeitar de seguridad	Gillette	1895	Gillette Safety Razor Company	1904	9
Lámpara fluorescente	Bacquerel	1859	General Electric, Westinghouse	1938	79
Televisión	Zworykin	1919	Westinghouse	1941	22
Telégrafo sin hilos	Hertz	1889	Marconi	1897	8
Teléfono sin hilos	Fessenden	1900	National Electric Signaling Company	1908	8
Tubo de vacío con tres electrodos	de Forest	1907	The Radio Telephone and Telegraph	1914	7
Radio (oscilador)	de Forest	1912	Westinghouse	1920	8
Máquina de hilar	Hargreaves	1765	Hargreaves	1770	5
Hiladora (telar hidráulico)	Highs	1767	Arkwright's	1713	6
Hiladora mecánica intermitente	Crompton	1779	Fabricantes de maquinaria textil	1783	4
Máquina de vapor	Newcomen	1705	Empresa inglesa	1711	6
Máquina de vapor	Watt	1764	Boulton and Watt	1775	11
Bolígrafo	I. J. Biro	1938	Empresa argentina	1944	6
Máquina segadora de algodón	A. Campbell	1889	International Harvester	1942	53
Tejidos inarrugables	Company scientists	1918	Tootal Broadhurst Lee Company, Ltd.	1932	14
DDT	Company Chemists	1939	J. R. Geigy Co.	1942	3
Precipitación eléctrica	Sir O. Lodge	1884	Cottrell's	1909	25
Refrigerante freón	T. Midgley Jr.; A. L. Henne	1930	Química cinética Inc. General Motors y Du Pont	1931	1
Compás giroscópico	Foucault	1852	Anschütz-Kaempfe	1908	56
Endurecimiento de grasas	W. Normann	1901	Crosfield's of Warrington	1909	8
Motores de reacción	Sir F. Whittle	1929	Rolls Royce	1943	14
Turbomotores de reacción	H. von Ohain	1934	Junkers	1944	10

⁵⁴ Hollomon, J. H. 1965. *En Trybout R. A. Economics of research and development. Columbus University Press. Ohio. P. 253.*

INVENCIÓN			INNOVACIÓN		
Producto	Inventor	Fecha	Empresa	Fecha	Intervalo entre invención e innovación -años-
Discos de larga duración	P. Goldmark	1945	Columbia Records	1948	3
Grabación magnética	V. Poulsen	1898	American Telegraphone Co.	1903	5
Plexiglás, lucita	W. Chalmers	1929	Imperial Chemical Industries	1932	3
Nylon	W. H. Carothers	1928	Du Pont	1939	11
Energía dirigida	H. Vickers	1925	Vickers Ins.	1931	6
Radar	Marconi; A. H. Taylor; L. Young	1922	Société Francaise Radio Électrique	1935	13
Reloj automático	J. Harwood	1922	Harwood Self-Winding Watch Co.	1929	6
Vaciado de revestimiento	J. Croning	1941	Fundición de Hamburgo	1944	3
Estreptomicina	S. A. Waksman	1939	Merck and Co.	1944	5
Terylene, dacron	J. R. Whinfield; J. T. Dickson	1941	Imperial Chemical Industries, Du Pont	1953	12
Reducción de titanio	W. J. Kroll	1937	U. S. Government Bureau of Mines	1944	7
Xerografía	C. Carlson	1937	Haloid Corp.	1950	13
Cremallera	W. L. Judson	1891	Automatic Hood and Eye Company	1918	27

La tecnología y las demandas de la sociedad

La tecnología es, por intermedio de los productos tecnológicos (bienes, procesos o servicios), el factor de mediación entre las necesidades o los deseos del hombre y los recursos disponibles.



La tecnología se concreta en los productos tecnológicos que responden a demandas de la sociedad; a diferencia de la ciencia que busca el conocimiento pero que no crea cosas; la tecnología crea productos (bienes, procesos o servicios).

El proceso tecnológico es, en última instancia, un acto de creación. En el caso de la producción de objetos la tecnología se aproxima más al arte que a la ciencia, como vehiculizador del impulso creador humano, pero a diferencia de la obra de arte, en la

que, como planteo general, no existe una preintencionalidad de obtener un resultado determinado de antemano, el objeto tecnológico responde a demandas bien definidas, es esencialmente utilitario, racional, responde a necesidades y ha sido concebido y realizado mediante una acción concreta.

La creación tecnológica es la síntesis de recursos y conocimientos, pero si bien es una síntesis "formal", también es una síntesis "temporal", el tiempo está indisociablemente unido al objeto tecnológico. El tiempo no condiciona la existencia y el valor de las leyes científicas, que pueden permanecer inmutables durante largos períodos, mientras que no sucede lo mismo con la tecnología y sus productos que dependen del tiempo y varían fundamentalmente a lo largo del mismo. Se puede hablar del tiempo técnico. Es decir que a la relación que hemos planteado entre las necesidades o deseos, por un lado, y los recursos por otro, como condicionantes del hecho tecnológico, hay que agregarle el factor tiempo, la solución correcta de un problema tecnológico, es la solución posible en un momento dado, y no una 'solución ideal pero perdida en el tiempo; como tampoco un proyecto hermoso pero irrealizable.

Jamás en su historia la sociedad humana estuvo tan condicionada por los desarrollos tecnológicos, jamás dependió tanto de la tecnología como en el mundo de hoy; dentro de ese contexto los avances tecnológicos plantean expectativas muchas veces totalmente disímiles, desde quienes piensan en un crecimiento sin límites que permitiría a todos nadar en la abundancia; o los que sin ser tan exageradamente optimistas confían en un futuro promisorio, con un enriquecimiento de la calidad de vida, resultado de los progresos científico-tecnológicos; hasta los que ven en esos progresos una deshumanización del hombre y un futuro incierto debido, entre otras causas, a la degradación del medio ambiente y al agotamiento de los recursos no renovables y, además, con la espada de Damocles de una autodestrucción casi total.

En los Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, se comenta:

El desarrollo y la aplicación de la tecnología tiene aspectos positivos y aspectos negativos. Toda opción tecnológica implica un compromiso entre ambos aspectos, ya que el uso de la tecnología puede producir, además de los beneficios buscados, graves daños sociales y ecológicos. En consecuencia su enseñanza y desarrollo deben estar indisolublemente asociados a los valores plasmados en la Constitución y en la Ley Federal de Educación, y a la concepción ética de la sociedad argentina.

En el libro de E. F. Schumacher *Lo pequeño es hermoso*, leemos: "Los progresos de la ciencia y la tecnología durante los últimos siglos han sido tales que los peligros han crecido aún más rápidamente que las soluciones. Ya existe una evidencia abrumadora de que el gran sistema de equilibrio de la naturaleza se está convirtiendo persistentemente en desequilibrio particularmente en ciertas áreas y puntos críticos."⁵⁵

El tema es complejo y debemos reconocer que realmente existen problemas muy graves debido a enfoques incorrectos, inapropiados o simplemente sin control, de determinados desarrollos tecnológicos, pero creemos que la responsabilidad es de

⁵⁵ Schumacher, E. F. 1983. *Lo pequeño es hermoso*. Orbis. Buenos Aires. P. 30.

quienes, en un desmedido afán de comodidad, de lucro o de poder, utilizan recursos tecnológicos sin analizar previamente las consecuencias ecológicas, sociales y humanas que su uso y abuso pueden acarrear.

Dicho de otro modo, "los problemas sociales asociados a la tecnología provienen de la utilización que de ella se hace y no de la propia naturaleza de la tecnología".⁵⁶

Recordemos que si bien el hombre a lo largo de su historia trató por todos los medios de superar las barreras que le imponía la naturaleza (por ejemplo construyendo puentes para salvar ríos o precipicios, o barcos para extender su campo de acción), durante siglos aceptó sus leyes y aun se sometió a sus caprichos, sin cuestionar su papel tutelar. Pero todo cambió a causa del espectacular desarrollo de la ciencia y de la tecnología; el hombre pasó a sentirse dueño de la naturaleza, dominarla fue uno de sus objetivos fundamentales. Pero el uso indiscriminado y sin control de su poderío tecnológico está provocando consecuencias de carácter imprevisibles que pueden llegar incluso a afectar seriamente su propia existencia.

Frente a esta realidad posiblemente sea necesario replantear la relación hombre-naturaleza sobre la base de una mayor reciprocidad.

Actualmente, "el hombre no se siente parte de la naturaleza sino más bien como una fuerza externa destinada a dominarla y conquistarla."⁵⁷ Esta situación debe revertirse y para esto es imperioso una toma de conciencia de la importancia de la tecnología y de su impacto en el medio ambiente, y la necesidad de que, quienes estén directamente vinculados al tema, lo analicen en profundidad.

⁵⁶ Dickson, D. 1985. Tecnología alternativa *Hispamérica*. Madrid. P. 2.

⁵⁷ Schumacher, E. F. 1983. Op. Cit. P. 14.

6. EL ENFOQUE SISTÉMICO

Miguel Ángel Ferreras y Aquiles Gay

Teniendo en cuenta que el enfoque sistémico se sustenta, como veremos más adelante, en la idea de sistema, es importante comenzar aclarando lo que se entiende por sistema. En el libro *Dirección integrada de proyecto*, de Rafael de Heredia, leemos:

Un sistema es un conjunto de dos o más elementos, de cualquier clase o naturaleza, interrelacionados entre sí y con el medio o entorno que los contiene. Los elementos del conjunto y el conjunto de elementos que forman el sistema tienen las siguientes propiedades:

1. Las características o el comportamiento de cada elemento tienen efecto sobre las propiedades o comportamiento del conjunto tomado como un todo.
2. Las propiedades y el comportamiento de cada elemento y la forma que afectan al conjunto, dependen de las propiedades y comportamiento de al menos otro de los elementos del conjunto. Por consiguiente, ningún elemento tiene un efecto independiente sobre el todo y cada uno está afectado por al menos otro elemento.
3. Cada posible subgrupo de elementos del conjunto tiene las primeras dos propiedades: cada uno tiene un efecto no independiente sobre el todo. Un sistema no puede dividirse en subsistemas independientes. Pierde sus condiciones esenciales.

A causa de estas tres propiedades, un conjunto de elementos que constituyen un sistema tiene siempre alguna característica, o un modo de comportamiento, diferente del de sus elementos o subsistemas. Un sistema representa más que la suma de sus componentes⁵⁸.

El concepto de sistema es muy amplio y abarca tanto sistemas estáticos como sistemas dinámicos.

- Un recipiente con agua, en el que no entra ni sale líquido (y como consecuencia el nivel permanece constante) es, en principio, un sistema estático; otros sistemas estáticos podrían ser la estructura de un edificio, una piedra, etc.
- Un depósito en el que entra y sale agua es un sistema dinámico; otros sistemas dinámicos son, por ejemplo, el sistema circulatorio sanguíneo, una célula viva, el motor de un automóvil funcionando, etc.

En el enfoque sistémico centramos el análisis en sistemas dinámicos, y como planteo general decimos que:

En todo sistema podemos señalar:

- elementos,
- interacción,
- organización,
- finalidad (objetivo).

⁵⁸ de Heredia, R. 1985. *Dirección integrada de proyecto*. Alianza. Madrid. P. 24-25.

Como vemos los sistemas tienen una finalidad (sirven para algo), es decir que diseñados por el hombre, o productos de la naturaleza, cumplen una función. La expresión "cumplen una función" es válida tanto para los concebidos por el hombre (en este caso el planteo es claro, pues todo lo hecho por el hombre tiene una finalidad; asumida consciente o inconsciente), como para los sistemas naturales, que también cumplen una función (mantener su estructura, su funcionamiento, su equilibrio, etc.), si no la cumplen se destruyen, desaparecen. La finalidad es el objetivo del sistema.

Los sistemas objeto de nuestro estudio comparten una característica, la complejidad. La complejidad implica:

1. Variedad de elementos, dotados de funciones específicas y organizados en niveles jerárquicos.
2. Interacción de los elementos entre sí y con el medio; en general, interacciones no lineales.

El tema de la complejidad, cada vez más creciente, de los productos tecnológicos, y como consecuencia lo difícil y laborioso que puede llegar a ser el estudio de su comportamiento, nos lleva, como veremos más adelante, a apelar a un enfoque más globalizador: el **enfoque sistémico**.

Un sistema puede estar compuesto de otros sistemas que llamamos subsistemas; a su vez puede formar parte de un sistema más grande que podemos llamar supersistema, metasisistema, sistema total o sistema global. Por ejemplo, el sistema de transporte de una ciudad está compuesto, entre otras cosas, de unidades de transporte, que por derecho propio son a su vez sistemas, y este sistema de transporte forma parte a su vez de un macrosistema: el sistema de servicios públicos de una ciudad.

El concepto de sistema, tal como está planteado en la actualidad, tiene sus orígenes en el trabajo sobre *Teoría de los Sistemas Abiertos*, que hizo público, allá por 1925, Ludwig von Bertalanffy, biólogo alemán, quien más tarde desarrolló el concepto de sistema para poder encarar la resolución de problemas complejos relacionados con seres vivos; pero hay que llegar al término de la Segunda Guerra Mundial, con los trabajos, entre otros de Norbert Wiener, W. Ross Ashby, Warren McCulloch, Jay Forrester, etc., además de los de L. von Bertalanffy, para que el concepto de sistema adquiera el alcance que hoy tiene. Para von Bertalanffy nada existe hasta que no exista un sistema.

Sistemas abiertos y sistemas cerrados

Desde el punto de vista de su vinculación con el entorno podemos clasificar a los temas en abiertos y cerrados.

Los sistemas abiertos son aquellos que están en relación con su entorno (con su medio), con el que mantienen un permanente intercambio, este intercambio puede ser tanto de energía, de materia, de información, etc., como de residuos, de contaminación, de desorden, etc. En sistema abierto podemos hablar de una entrada y de una salida.



Un sistema cerrado es aquel que está totalmente aislado del mundo exterior, con el que, en consecuencia, no tiene ningún tipo de intercambio. Un sistema cerrado es un sistema que no tiene medio. Ahora bien, un circuito cerrado es una abstracción que no tiene vigencia en la vida real, pero que debido a la simplificación que significa manejarse con datos que están limitados dentro del sistema ha permitido establecer leyes generales de la ciencia.



Al mundo físico, así como al social, se los puede concebir como organizados en torno a sistemas. Podemos decir que la vida humana transcurre en un gran sistema global, "el mundo", sistema complejo, tanto en su estructura como en su organización, en el que los sistemas que lo integran se caracterizan por una complejidad organizada que les permite su normal desenvolvimiento. Para entender y explicar el funcionamiento de estos sistemas -es decir el cómo y el porqué de los hechos y acciones, ya sean naturales o artificiales (consecuencia del accionar humano), que tienen lugar dentro de los mismos- el hombre, durante siglos ha buscado reducir el todo a una serie de elementos separables más pequeños, es decir descomponer ese todo en partes elementales para estudiarlas en condiciones ideales (sin entorno); es decir se ha centrado en el estudio de porciones reducidas de la realidad (con la correspondiente pérdida de la visión del conjunto), pensando que una vez conocidas las características y el comportamiento de cada elemento, la recomposición del sistema -teniendo en cuenta las relaciones entre las partes- le posibilitaría llegar a conocer el comportamiento del todo, es decir de la actividad global. Esto no corresponde con la realidad pues es imposible independizar el comportamiento de un elemento del contexto en el que está inserto.

El enfoque analítico

Esta forma de enfocar el estudio de los sistemas es la que ha prevalecido desde la Grecia clásica hasta nuestros días y es lo que llamamos el "enfoque analítico", que parte del principio de estudiar aisladamente y con gran detalle las diferentes partes de un sistema (es decir una porción muy reducida de la realidad, lo que, como hemos dicho, implica perder la visión del conjunto). Una excepción a esta forma de razonar fue el planteo de Aristóteles que decía que "el todo es más que la suma de las partes", proposición que fue ignorada por la visión mecanicista vigente hasta este siglo.

Recordemos que Descartes en su Discurso del método, plantea que para entender algo, "se lo debe descomponer en tantos elementos simples como sea posible".⁵⁹

Este enfoque analítico, reduccionista y determinista, y su correspondiente metodología, ha marcado y podemos decir posibilitado el gran desarrollo de las ciencias (física, química, biología, etc.), y sigue teniendo gran interés científico, habiéndose también hecho extensivo a otros campos, como por ejemplo el de la organización científica del trabajo (taylorismo).

⁵⁹ Descartes, R. 1980. El discurso del método. Alianza. Madrid. P. 83.

Este enfoque, en principio válido cuando las variables en juego no son muchas, o sus relaciones son sencillas, es insuficiente cuando se trata de enfocar problemas complejos.

El enfoque sistémico

El enfoque sistémico sirve como guía para interrogarse sobre el comportamiento un sistema.

A diferencia del enfoque analítico, el enfoque sistémico engloba la totalidad de los elementos del sistema estudiado, así como sus interacciones y sus interdependencias.

Comentarios sobre los dos enfoques

Resumiendo, podemos decir que el estudio de los sistemas se puede hacer desde:

- Una óptica diferenciadora o analítica.
- Una óptica integradora o sistémica.

En el primer caso hablamos de un enfoque analítico; en el segundo, de un enfoque sistémico.

En el enfoque analítico se parte del principio de considerar aisladamente y con gran detalle las diferentes partes del sistema, perdiendo la visión del conjunto. En el enfoque sistémico se prioriza la visión del conjunto a costa de perder los detalles.

Además, es interesante destacar que uno de los objetivos del enfoque sistémico es buscar "similitudes de estructura y de propiedad, así como fenómenos comunes que ocurren en sistemas de diferentes disciplinas, con esto se busca aumentar el nivel de generalidades de las leyes que se aplican a campos estrechos de experimentación. El enfoque sistémico busca generalizaciones que se refieran a la forma en que están organizados los sistemas, a los medios por los cuales los sistemas reciben, almacenan, procesan y recuperan información, y a la forma en que funcionan; es decir, la forma en que se comportan, responden y se adaptan ante diferentes entradas del medio."⁶⁰

A continuación transcribimos un párrafo, con su correspondiente cuadro, del libro *El macroscopio*, de Joël de Rosnay, en el que se señalan las características de cada uno de estos enfoques.

"Mejor que una descripción punto por punto de las características de cada uno de estos dos enfoques, es preferible presentarlas juntas en un cuadro, sin comprometerse ahora en una discusión acerca de sus ventajas e inconvenientes respectivos.

Enfoque sistémico

Buscando comprender y describir la complejidad organizada, ha surgido en el curso de los últimos años un enfoque unificador, que si bien no es una idea nueva, lo que es nuevo es la integración de disciplinas realizadas en su torno. Este enfoque transdisciplinario se llama "enfoque sistémico". Es una nueva metodología que permite reunir y organizar los conocimientos con vista a una mayor eficacia de la acción. (de Rosnay, J. 1978. *El macroscopio*. AC. Madrid. P. 72)

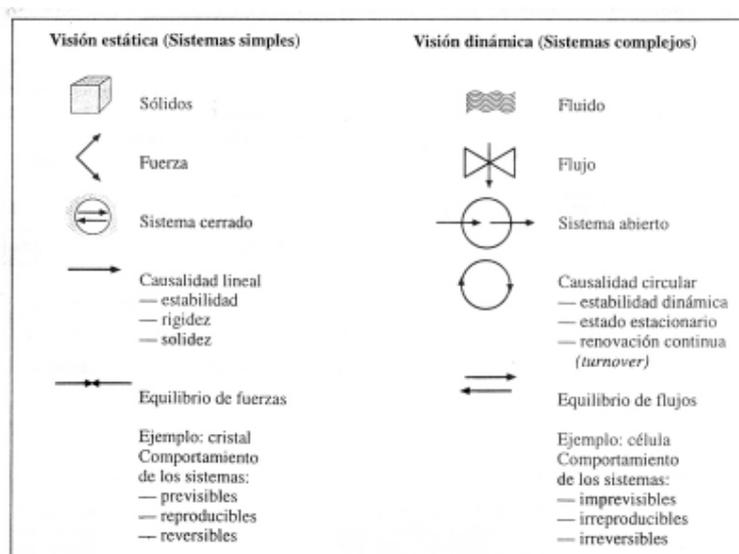
⁶⁰ de Heredia, R. 1985. *Op. Cit.*

ENFOQUE ANALÍTICO	ENFOQUE SISTÉMICO
Aísla; se concentra sobre los elementos.	Relaciona: se concentra sobre las interacciones de los elementos
Considera la naturaleza de las interacciones.	Considera los efectos de las interacciones.
Se basa en la precisión de los detalles.	Se basa en la percepción global.
Modifica una variable a la vez.	Modifica simultáneamente grupos de variables.
Independiente de la duración; los fenómenos considerados son reversibles.	Integra la duración y la irreversibilidad.
La validación de los hechos se realiza por la experimental en el marco de una teoría.	La validación de los hechos se realiza por comparación del funcionamiento del modelo con la realidad.
Modelos precisos y detallados, aunque difícilmente utilizables en la acción (ejemplo: modelos econométricos.)	Modelos insuficientemente rigurosos para servir de base a los conocimientos, pero utilizables en la acción (ejemplo: modelos del Club de Roma).
Enfoque eficaz cuando las interacciones son lineales o débiles.	Enfoque eficaz cuando las interacciones son no lineales y fuertes.
Conduce a una enseñanza por disciplinas (yuxtadisciplinaria)	Conduce a una enseñanza pluridisciplinaria.
Conduce a una acción programada en sus detalles.	Conduce a una acción por objetivos.
Conocimiento de los detalles, objetivos mal definidos.	Conocimiento de los objetivos, detalles borrosos.

Este cuadro, útil por su simplicidad, no representa de hecho sino una caricatura de la realidad (...) Sin ser exhaustivo, este cuadro tiene la ventaja de situar dos enfoques complementarios, de los que uno (enfoque analítico) ha sido favorecido de forma casi desproporcionada en toda nuestra enseñanza.”⁴

“A la oposición entre analítico y sistémico, se le añade la oposición entre visión estática y visión dinámica

De nuevo un cuadro, para presentar, esclarecer y enriquecer los conceptos más importantes asociados al pensamiento clásico y al pensamiento sistémico.”⁵



⁶¹ de Rosnay. J. 1978. Op. Cit. P. 88.

⁶² de Rosnay. J. 1978. Op. Cit. P. 89.

En todo sistema podemos señalar, su estructura y su funcionamiento.

Estructuralmente un sistema puede ser divisible, pero funcionalmente, un sistema es indivisible ya que alguna de sus propiedades esenciales se perderían con la división. Cada elemento aislado pierde las características que tenía en su conjunto original, pues de la interacción entre elementos surgen nuevas propiedades que no son la simple suma de las propiedades de cada elemento. Pero cada sistema sí puede a su vez, agruparse con otros para constituir un sistema superior. Y así, los problemas se resuelven no aislándolos sino considerándolos parte de un problema superior, o sea dentro de un sistema de mayor alcance y extensión.

La noción de sistema permite:

1. Organizar los conocimientos.
2. Hacer la acción más eficaz.

Algunos conceptos vinculados a los sistemas

Elementos

Los elementos son los componentes de un sistema.

Los elementos pueden ser representación o conceptualización de características de la realidad.

Los elementos pueden a su vez ser sistemas (subsistemas). Los elementos pueden ser no vivientes o vivientes (en muchos casos, combinación de ambos).

- Hay elementos que entran al sistema: las entradas.
- Hay elementos que dejan el sistema: las salidas o resultados.

Como ejemplo de elementos podemos mencionar: las moléculas de una célula; los alumnos de una escuela; las máquinas de una fábrica; las mercancías; el dinero; etc.

Proceso de conversión

Dentro de un sistema tienen lugar procesos de conversión que cambian las características de los elementos de entrada convirtiéndolos en elementos de salida.

Entradas y recursos

Las entradas son los elementos que entran a un sistema; como planteo general son: materia, energía e información. Para que un sistema abierto pueda funcionar debe importar ciertos recursos del medio. Se llaman recursos los elementos que normalmente se aplican o actúan sobre los elementos de entrada para modificar sus características. Los recursos son también entradas al sistema. La diferencia entre recursos y entradas depende del punto de vista del que se los mire. Los recursos pueden ser materiales, financieros, humanos, etc.

Salidas o resultados

Son el resultado del proceso de conversión.

Las salidas pueden ser: materia, energía, información, productos acabados, desechos, etc.

Límites

Los límites son las fronteras que enmarcan a un sistema y lo separan del mundo exterior (los límites pueden ser físicos, como también jurídicos o mentales). La fijación de los límites es un punto clave en el enfoque sistémico, pues delimita el campo de estudio. Tomemos como ejemplo el sistema "bicicleta", si lo que nos interesa es su funcionamiento desde el punto de vista mecánico, centraremos nuestro análisis en la bicicleta en sí, pero si nos interesa la bicicleta como medio de transporte tenemos que ampliar el límite y tener en cuenta el suelo sobre el que se desplaza, pues sin la fricción sobre el mismo no puede haber movimiento; como consecuencia no habría desplazamiento del cuadro, ni tampoco movimiento de giro de la rueda delantera. En nuestro caso la ampliación de los límites del sistema nos lleva a la necesidad de ir teniendo en cuenta muchas otras variables: el hombre, la carretera, el tránsito, etc.

Flujos

Se entiende por flujo la circulación de elementos que intervienen o que forman parte de un sistema. Los flujos pueden ser de materia, de energía o de información.

En un diagrama de bloques, los **flujos de materia** se representan gráficamente con flechas negras. Hay que tener en cuenta que cuando hablamos de flujo de materia nos referimos a algo que se conserva como tal, si entra a1 sistema debe salir (transformada, convertida en producto final, etc.) o acumularse en el mismo, pero no puede salir materia donde no entró materia, o donde no estaba acumulada. Al hablar de flujo de materia nos referimos a una magnitud física que se conserva.



Los **flujos de energía** se representan con flechas dobles. En este caso también es válido el tema de la conservación de la magnitud física. Puede haber una conversión de energía, pero un sistema no puede generar energía; si hay energía de salida (normalmente siempre la hay bajo forma de calor - pérdidas por fricción, etc.) tiene que haber energía de entrada, o energía acumulada en el sistema; esto es muy importante a tener en cuenta cuando se representa en un diagrama de bloques el funcionamiento de un sistema. El análisis de los flujos de energía es un recurso didáctico interesante para visualizar con claridad la noción de rendimiento, que es clave en tecnología.



Los **flujos de información** se representan con flechas de línea entrecortada. En este caso no es necesario que la información se conserve como tal.



Los **flujos de materia y energía** se representan con flechas negras gruesas. Teniendo en cuenta que en ciertos casos (por ejemplo, combustibles sólidos, líquidos o gaseosos), materia y energía están íntimamente asociados planteamos una flecha negra gruesa que integre el flujo de materia y de energía, lo que evita cometer incorrecciones como podría ser, colocar a la entrada de un sistema materia (el combustible, por ejemplo) y a la salida energía, pues se prestaría a interpretar que el sistema convierte materia en energía, lo que no es el caso. Esto, por ejemplo, se presenta concretamente en los motores de combustión interna en los que entra combustible (materia más energía química) y a la salida tenemos energía mecánica y térmica por un lado y materia (gases y residuo de la combustión) por el otro.



Depósitos

Los depósitos son lugares de almacenamiento de materiales, energía, información, etc. Como ejemplos podemos mencionar: contenedores de hidrocarburo, grasa del organismo, bibliotecas, memoria de computadoras, filmes, etc.

Redes de comunicación

Las redes de comunicación son las que posibilitan las relaciones e interacciones entre elementos y permiten los intercambios de materia, energía e información dentro de un sistema y con otros sistemas. Las redes de comunicación pueden ser físicas (redes eléctricas, carreteras, canales, gasoductos, nervios, arterias, etc. o mentales (órdenes).

Elementos de control (válvulas)

Son los elementos que controlan la circulación y el caudal del flujo. Los elementos de control transforman las informaciones que reciben en acciones. Como ejemplo de elementos de control podemos mencionar: una llave, una válvula hidráulica, una canilla, un interruptor, un semáforo, el director de una empresa, etc.

Su representación simbólica suele tener el aspecto de un grifo colocado en la línea de flujo.



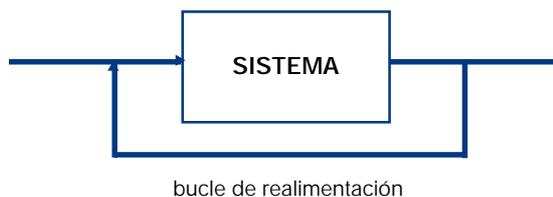
Retardos

Los retardos son consecuencia de la velocidad de circulación de los flujos, de los tiempos de almacenamiento, etc. En otras palabras están vinculados con el tiempo de transmisión o circulación de materia, energía o información. Desempeñan un papel importante en el comportamiento de los sistemas complejos.

Bucles de realimentación (feedback)

Se dice que en un sistema hay realimentación (o retroalimentación) cuando la salida actúa sobre la entrada. Los bucles de realimentación cumplen esa función, son es-

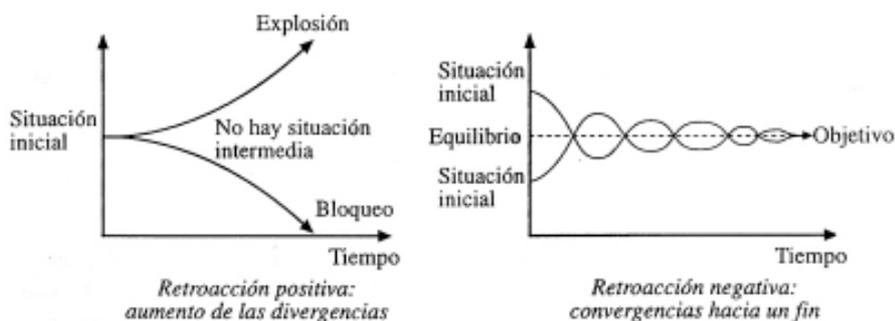
estructuras bastante frecuentes en los sistemas y desempeñan un papel determinante en el funcionamiento de los mismos.



Sobre la base de su comportamiento, podemos decir que existen dos tipos de bucles:

- Los bucles de realimentación positiva (aumento de la divergencia):
- Los bucles de realimentación negativa (convergencia hacia un fin).

A continuación transcribimos un diagrama del libro *Macroscopio*, que ilustra con bastante claridad el tema.



En general los sistemas tienden a mantenerse en equilibrio (mecánico, térmico, homeostático, etc.), y para que este equilibrio tenga lugar es necesario contar con mecanismos necesarios para modificar su comportamiento cuando las exigencias del medio lo requieran, los bucles de realimentación negativa son, en estos casos, los mecanismos idóneos.

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques es una de las herramientas importantes del enfoque sistémico, y una de las que nos interesa mucho desde la óptica de la educación tecnológica, porque nos permite visualizar las relaciones entre los elementos de un sistema a través de los flujos de materia, energía e información.

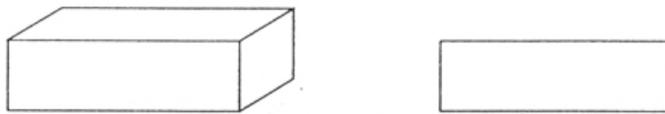
Los diagramas de bloques ilustran, mediante bloques, rectángulos o símbolos similares, los distintos elementos de un sistema (piezas de una máquina, fases de un proceso, etc.), los que a su vez pueden ser sistemas, y mediante flechas, las relaciones entre los mismos.

Los diagramas de bloques son modelos que representan, en lo esencial, los aspectos estructurales y funcionales de los sistemas, y permiten estudiar su comporta-

miento. Un modelo no es único y es función de los que se quiere estudiar, de los límites del sistema, etc.

En la construcción de los diagramas de bloques utilizaremos los siguientes símbolos:

- Bloques o rectángulos para representar los elementos de un sistema, o los subsistemas; estos elementos cumplen funciones determinadas (transformación, depósito, etc.)



- Flechas para representar los flujos de energía, materia e información.



- Dibujos que representan válvulas para identificar elementos de control.



- Nubes para representar fuentes o sumideros fuera de las fronteras del sistema.



El enfoque sistémico como elemento de estudio

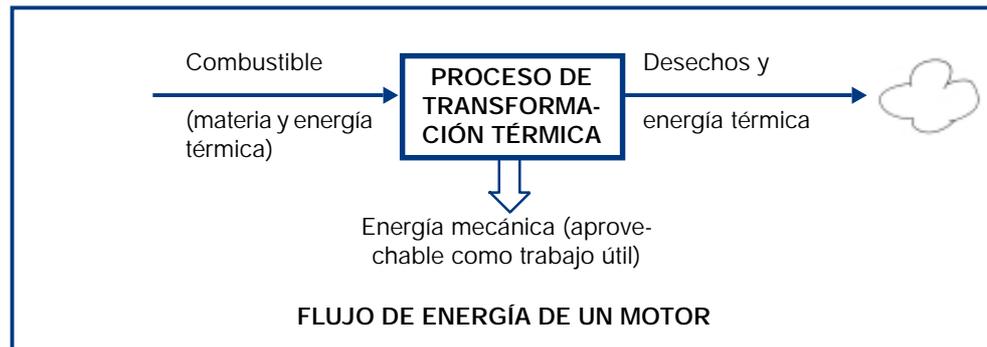
El enfoque sistémico es un poderoso instrumento de estudio que tiene múltiples posibilidades de utilización. Aplicado al funcionamiento de un sistema, permite obtener importantes conclusiones, sin profundizar en detalles técnicos que complicarían o dificultarían el análisis; en este caso se priorizan los aspectos más globales que posibilitan sacar conclusiones no solamente desde el punto de vista técnico, sino también desde el social, el ecológico, etc; además, se busca encontrar criterios que permitan efectuar comparaciones con otros sistemas.

Para la educación tecnológica, el enfoque sistémico (herramienta conceptual) interesa como contenido, en tanto pueda contribuir a una mejor comprensión y conocimiento del mundo construido. Su uso permite, entre otras cosas, interpretar y jerarquizar el papel de las interacciones, tanto entre los subsistemas que componen el sistema, como con el metasistema que integra. Evaluar su función como herra-

mienta, preguntándose, por ejemplo, qué aporta su uso, evita reducir su estudio a la mera descripción de la herramienta y sus “aplicaciones tipo”.

El enfoque sistémico, aplicado al análisis de los flujos en juego en un sistema, permite sacar conclusiones importantes sobre el comportamiento del sistema, estos flujos pueden ser de materia, de energía y/o de información.

Tomemos como ejemplo los flujos de energía; si comparamos la energía entrante y la efectivamente aprovechada para el fin propuesto, y analizamos las transformaciones energéticas, obtendremos informaciones que nos permitirán caracterizar el sistema y poder compararlo con otros; todo esto manejando unos pocos datos.



Como caso particular podemos analizar los “medios de transportes” concebidos como sistemas. El medio de transporte primigenio del hombre es su propio cuerpo; para autotransportarse utiliza parte de la energía química acumulada en su organismo como resultado del procesamiento de los alimentos ingeridos. La energía química puesta en juego por el sistema locomotor se degrada bajo forma de energía térmica, con una mínima generación de agentes contaminantes ambientales, que son biodegradables. Es un proceso con una relación “trabajo realizado/energía degradada” buena, de gran rendimiento si no se tiene en cuenta la energía que se degrada como consecuencia del metabolismo basal. Por otra parte el ejercicio físico que supone el autotransportarse va incrementando la posibilidad de acumular energía en el sistema locomotor y agiliza su funcionamiento.

Cuando el hombre transfiere a un animal la función de transportarlo, o de transportar cargas, traslada al animal el proceso de transformación energética que realizaba su cuerpo, y además se libera de la fatiga que también la transfiere al animal, por otra parte puede incrementar la velocidad de desplazamiento y el peso a transportar. Pero la multiplicación de los medios de transporte animal presentan, junto a sus ventajas, sus inconvenientes, algunos, como por ejemplo las excreciones de los animales, que acontecen en cualquier momento y lugar, llegaron a ser graves problemas en las ciudades del siglo XIX.

Otra forma de autotransporte es la bicicleta, que utiliza la energía del aparato locomotor, pero potenciando el trabajo muscular mediante artificios de construcción humana, la bicicleta permite obtener mayor velocidad de desplazamiento y trasladar cargas moderadas con menor esfuerzo, pero plantea el problema de requerir el desarrollo de nuevas habilidades y destrezas vinculadas al equilibrio y a la conducción del vehículo (esta última también está presente en los vehículos tirados por animales).

Un cambio substancial se produce con la aparición y multiplicación del automóvil; cambio en cuanto a la fuente de energía utilizada, a los rendimientos, y a los efluentes

y desechos que aparecen como consecuencia de las transformaciones energéticas puestas en juego. Las fuentes que proveen la energía que requieren estos nuevos medios de transporte son prácticamente no renovables (hablamos de fuentes no renovables, porque la velocidad del proceso de renovación es despreciable frente a la velocidad del proceso de consumo), lo que plantea límites en lo referente a su utilización. La explotación del petróleo tiene límites en el tiempo, al ritmo actual, posiblemente menos de un siglo; existen disparidades en las estimaciones. Además, hay un incremento de los factores de contaminación, por ejemplo del dióxido de carbono, que contribuye fuertemente a potenciar el efecto invernadero.

Como lógica extensión del automóvil aparecen el ómnibus y el camión, que amplían la capacidad, tanto en cuanto a la cantidad de personas como a la carga transportada; en términos energéticos significa un avance frente al automóvil, ya que el consumo de combustible no se incrementa en la misma medida que la carga transportada, en parte por un mayor rendimiento de los motores más grandes, y en parte por una menor incidencia de la carga fija propia del vehículo.

El enfoque sistémico permite, conociendo pocos datos, obtener en forma sintética los valores de magnitudes vinculadas a importantes conceptos como pueden ser: el rendimiento de los procesos de utilización de la energía, los límites económicos del sistema (en cuanto a costos), los límites ecológicos (vinculados a la contaminación y al uso de recursos naturales finitos), etc.

Con muy pocos datos se puede determinar, la eficiencia, los límites del ecosistema natural, la incidencia de la contaminación ambiental, la relación costo beneficio, el uso racional de la energía, etc. Todo esto nos autoriza a decir que, desde el punto de vista del conocimiento, el enfoque sistémico es una herramienta conceptual altamente eficiente.

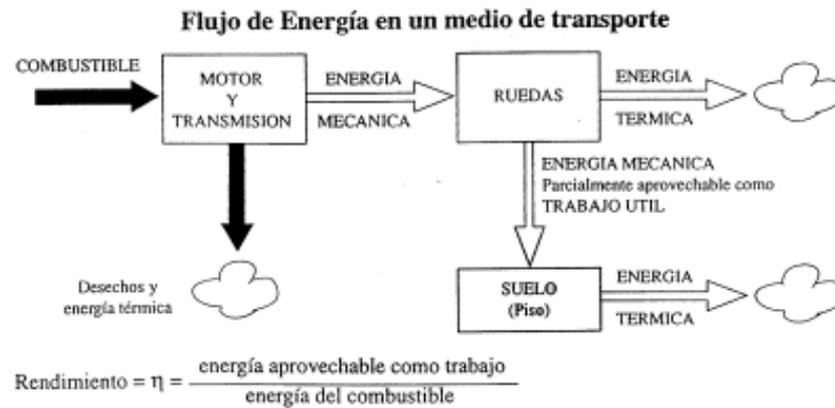
El análisis precedente nos permite comprender el inconveniente que, desde el punto de vista ecológico y del rendimiento energético, presenta el uso del automóvil por una sola persona.

El considerar la bicicleta, el automóvil, etc. como sistemas, permite analizar y comprender muchas de las interacciones entre los subsistemas que lo componen. Por ejemplo, en el caso del automóvil, las restricciones mutuas o los condicionamientos espaciales que se establecen entre el motor y el o los habitáculos destinados a los pasajeros y a las cargas, y las demandas recíprocas que se plantean (insonorización, aislamiento de las vibraciones, resistencia mecánica, pesos, tamaños, etc.), a las que habría que agregar el peso de la tradición, la imagen que tenemos de la forma de los artefactos (recordemos la similitud de algunos de los primeros automóviles, o de los primeros vagones de ferrocarril con las carrozas tiradas por animales).



Automóvil Benz, 1887

Pero, para analizar y comprender la bicicleta o el automóvil como medio de transporte es necesario introducir sus interacciones con el suelo y con el conductor. De la interacción vehículo-suelo surge la posibilidad de desplazamiento; y de la interacción vehículo-conductor surge la finalidad del desplazamiento (el transporte) y todas las alternativas que pueden presentarse (recorrido a efectuar, velocidad, etc.). Aisladamente, y sin contacto con el piso, la bicicleta o el automóvil solamente pueden imprimirle o a alguna de sus ruedas (o a todas), pero el desplazamiento surge cuando se produce un particular tipo de contacto entre la rueda y el piso (la fricción).



Hasta ahora hemos hablado de los medios de transporte considerados como sistemas; ahora, podemos pasar a sistemas de orden superior o macrosistemas como son los "sistemas de transporte", que son el resultado de agrupar una cierta cantidad de "medios de transporte" en interacción, teniendo en cuenta: los usuarios, la organización, las normas técnicas y legales, las infraestructuras que soportan sus desplazamientos y sus operaciones de carga y descarga, etc.

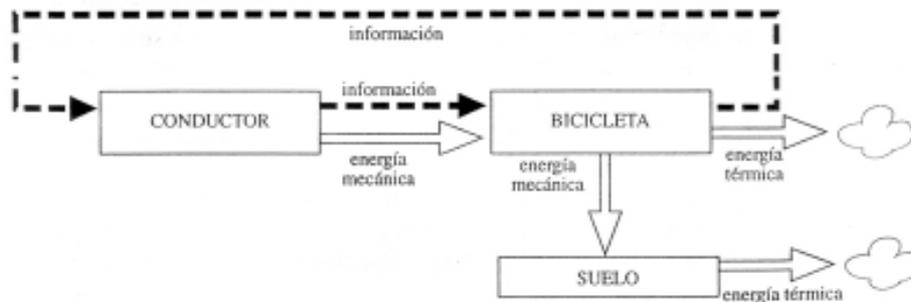
Con este criterio de clasificación vemos que podemos concebir una jerarquía de sistemas concatenados y contenidos unos en otros en una secuencia que tendría como límite el Cosmos en su totalidad.

Esta jerarquización puede servir de base para una secuenciación de contenidos en la educación tecnológica. Partiendo de un sistema que se considere pertinente para el abordaje de una temática dada, se pueden trabajar los subsistemas más especializados que lo constituyen, así como el sistema más complejo que integra.

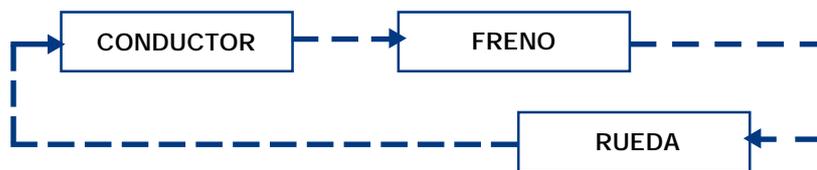
La relevancia y presencia social de las unidades vehiculares (bicicletas, autos, trenes, etc.) es un argumento importante para considerar estas unidades como sistemas iniciales, a partir de los cuales se puede ir profundizando el estudio y comprensión de los subsistemas que los integran (sistemas mecánicos, eléctrico, electrónicos, etc., lo que requerirá avanzar en contenidos técnicos específicos), así como analizar los metasistemas que integran (lo que plantea profundizar interacciones más complejas y variadas). El enfoque sistémico permite utilizar, en medios de transporte muy diversos, conceptos y representaciones comunes.

Hasta ahora hemos analizado los flujos de energía; si ahora centramos nuestra atención en los flujos de información, en nuestro caso en los medios de transporte, vemos que a los mismos ingresan datos proporcionados por el hombre: por ejemplo, la posición del manubrio de una bicicleta, la posición del acelerador de un automóvil, etc., todas estas son informaciones que el conductor aporta al vehículo para que las procese y actúe en consecuencia. El vehículo a su vez también entrega informa-

ción, ya sea en forma directa, indicación de la velocidad, ruidos, vibraciones, etc., como en forma indirecta, por ejemplo, la información proveniente de cambios del espacio físico (del paisaje) donde se desplaza el vehículo. Todas estas informaciones que suministra el vehículo pueden o no ser procesadas por el conductor. Los cementerios están poblados de conductores que no procesaron la información suministrada por el vehículo, la de los velocímetros, las provenientes de los cambios del espacio físico (del paisaje), etc.



El flujo concreto de información en una bicicleta podría ser:



Esta forma de concebir los flujos de información nos permite, tanto captar similitudes y diferencias de un vehículo a otro, y tendencias o características de la evolución histórica de los vehículos, como reconocer el papel y las responsabilidades que tiene el conductor en el procesamiento de la información que recibe, con relación a los fines que se propone. En todo vehículo hay siempre una información de entrada que determina la velocidad de desplazamiento, esta información puede ser, el movimiento más o menos rápido de las piernas de un ciclista, la selección de la relación de transmisión de la bicicleta, la posición del dispositivo que regula el ingreso de la mezcla aire-combustible en un motor de combustión interna, la tensión o la frecuencia de alimentación de un motor eléctrico, o en un vehículo de un futuro próximo, los datos que envía el sistema de reconocimiento de la voz del conductor actuando «inteligentemente» sobre los sensores de control, etc.

Si comparamos los intercambios de información en un Ford T y en un automóvil moderno, aparece en forma evidente una tendencia a vehículos progresivamente más "inteligentes", en el sentido que pueden generar información y tomar algunas decisiones por sí mismos (como ejemplo podemos mencionar el inflado de los *air bags* de los automóviles en caso de impacto, el aviso de fallas utilizando el lenguaje humano, etc.), esta tendencia es más evidente en los aviones o en las naves espaciales. Estas últimas nacen cuando se dispone de sistemas de control suficientemente autónomos como para reemplazar, en muchos casos con ventajas, la acción humana. Todo esto plantea, una vez más, la importancia de considerar al conductor como parte del sistema "medios de transporte", para poder analizarlos y comprenderlos como tales.

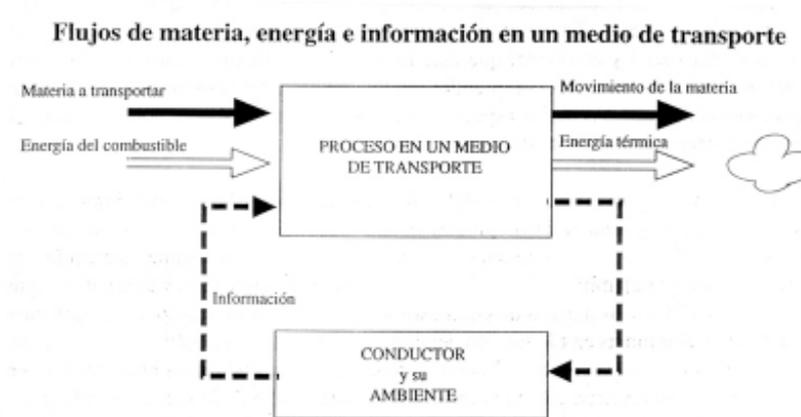
Es interesante destacar que la información, tanto la directa (ruido, vibraciones, etc.) como la indirecta (la proveniente de cambios del espacio físico –del paisaje– como

consecuencia del desplazamiento) que proporciona el vehículo, tienen gran importancia en la orientación de los cambios en los medios de transporte.

Del análisis del flujo de información en un medio de transporte (con su conductor), concebido como sistema, aparece claramente la responsabilidad del usuario o conductor del vehículo en relación a los fines de la acción (efectuar un traslado o prestar un servicio) y a la selección de los medios (recorrido, velocidad, respeto de las normas, etc.).

Finalmente si pasamos al estudio de los flujos de materia en un medio de transporte, concebido como sistema, obtenemos rápidamente los puntos clave de las especificaciones que caracterizan al medio de transporte como tal, como pueden ser, la cantidad de personas y/o el peso que puede transportar, las condiciones de seguridad y de confort, etc.

Desde el punto de vista de la educación tecnológica, puede ser interesante analizar el flujo de materia durante el proceso de producción de los medios de transporte, esto permitirá identificar las problemáticas vinculadas a este proceso productivo: residuos, reciclado de material, contaminación, etc. También es útil relacionarlo con la energía en juego, considerando el flujo de materia como trabajo útil deseado.



El enfoque sistémico es una herramienta para la comprensión global de acciones, procesos y artefactos, y no debe reducirse a la aplicación rutinaria de esquemas de representación, sino que debe explorarse en su potencialidad, analizando las interacciones que se producen en un sistema, de las cuales emergen propiedades no reconocibles en ninguno de sus elementos o partes (sinergia). Por ejemplo, el motor de un automóvil, puesto sobre una mesa, puede funcionar pero no puede cumplir funciones de transporte, tampoco el sistema de iluminación de un automóvil puede cumplir la función de fuente de luz transportable, si no está integrado al sistema automóvil. La pertenencia a un sistema implica también restricciones para los elementos o partes, ello explica por qué algunos accesorios de los vehículos de transporte han sido incorporados tiempo después de su creación, es decir cuando han sido adaptados para responder a las exigencias impuestas por las características del sistema, estas características pueden ser: tamaño, peso, precio, consumo de energía, resistencia a las vibraciones, etc. En este sentido podemos decir que la suma de las propiedades de las partes, tomadas aisladamente, puede ser superior a las propiedades del sistema.

Este doble juego, propiedades emergentes y restricciones de las partes, está presente en cualquier sistema y habilita para imaginar diálogos entre los elementos y el

sistema. Tomemos como ejemplo el diálogo que podría establecerse entre un moderno procesador catalítico de los gases de escape de un automóvil y el sistema automóvil. El catalizador interactúa con el sistema automóvil requiriendo e imponiéndole accesorios adicionales que faciliten y/o permitan su funcionamiento, lo que implica aumento del costo del automóvil, aumento de la complejidad y por ende de la posibilidad de fallas, uso de un combustible de características especiales, etc.; pero, por otro lado, le aporta una reducción de la emisión de gases contaminantes, un argumento de venta adicional, la adecuación a normas de protección ambiental, etc. El sistema automóvil interactúa con el catalizador requiriéndole tamaño y peso adecuado, resistencia a las vibraciones, adaptación a las condiciones de transporte, etc. y le aporta, transportabilidad, mayor difusión del proceso de catalización, etc. Por otra parte se puede imaginar un diálogo similar (vinculado también al procesador catalítico de gases) entre el sistema automóvil y el metasistema social y ambiental que éste integra. Una reflexión sobre todo esto nos pone en evidencia que para comprender totalmente un sistema de transporte hay que tener en cuenta, además de los aspectos técnicos, el sistema urbano, el económico, el científico-tecnológico, el ecosistema ambiental, etc.

Uno de los aspectos relevantes del enfoque sistémico es la capacidad que aporta como ordenador y generador de preguntas en relación con el sistema en estudio, con un esquema de abordaje que es generalizable a otros sistemas y a distintas jerarquías de sistemas. Así, por ejemplo, si deseáramos comprender las tendencias y alternativas que hoy están en juego en materia de combustibles para medios de transporte, podríamos plantearnos diagramas en bloque con detalles de los procesos energéticos en un motor, y veríamos que con pocos datos y pocos detalles técnicos, podríamos comprender por qué la inyección electrónica de combustible o el reemplazo de la nafta por hidrógeno son alternativas explorables desde la óptica de la problemática actual.

**7. LOS MÉTODOS
ESPECÍFICOS DE LA TECNOLOGÍA:
EL PROYECTO TECNOLÓGICO
Y EL ANÁLISIS DE PRODUCTOS**

Aquiles Gay

La tecnología convierte utopías en realidades.

A. G.

“La tecnología nace de necesidades, responde a demandas y, mediante el desarrollo de productos tecnológicos, se propone la solución de problemas concretos de las personas, empresas, instituciones, o del conjunto de la sociedad”⁶³, en otras palabras, los productos tecnológicos (bienes, procesos y servicios) son las respuestas que brinda la tecnología a las necesidades, deseos o demandas de la sociedad.

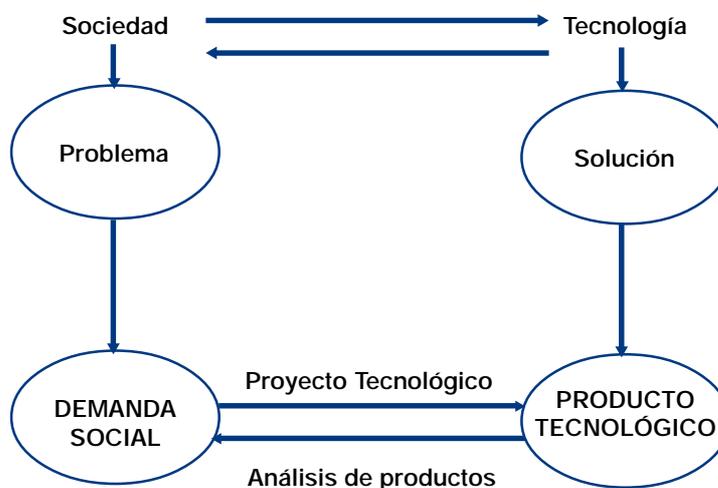
En este párrafo están presentes dos palabras clave del mundo contemporáneo **sociedad** y **Tecnología**, un par dialéctico inseparable. Decimos inseparable porque desde siempre, pero hoy más que nunca, la sociedad ha estado marcada por el desarrollo técnico-tecnológico, el que a su vez está generado e impulsado por la misma sociedad, es decir se realimentan mutuamente.

En el mismo párrafo, y relacionado con esas dos palabras, figuran un par de conceptos asociados:

- problema (problema social) y
- solución (solución tecnológica).

En el marco de la tecnología:

- los problemas, son las demandas sociales y
- la solución, los productos tecnológicos (bienes, procesos o servicios).



Estos dos factores **demanda social** y **producto tecnológico** son los núcleos referenciales del quehacer tecnológico y la relación entre ambos puede enfocarse desde la demanda, o desde el producto que la satisface.

- En el primer caso, partiendo de la demanda (necesidad o deseo), y mediante una sucesión de etapas (el proyecto tecnológico), se llega al producto que la satisface.
- En el segundo caso, partiendo del producto tecnológico, mediante el análisis del mismo (el análisis de productos), podemos llegar a determinar la deman-

⁶³ Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. Contenidos Básicos Comunes. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires. P. 216.

da que buscó satisfacer, la estructura sociocultural que enmarcó su nacimiento (el marco referencial), etc.

El proyecto tecnológico y el análisis de productos, se presentan como dos caminos inversos, pero interrelacionados, que unen estos núcleos referenciales. Decimos interrelacionados, porque en el proyecto tecnológico está implícito el análisis de soluciones existentes frente a problemas similares, en otras palabras el análisis de productos.

En ambos casos está subyacente un problema, y para resolver un problema (encontrar su solución) es conveniente aplicar un método. Un método es un procedimiento reflexivo, sistemático, explícito y repetible para lograr algo, ya sea material o conceptual; es esencialmente, una actitud, una estrategia, una filosofía, que frente a una situación problemática orienta en la búsqueda de una solución. Podemos decir que es una forma lógica de enfrentar un problema, de buscar su solución, para lo cual es necesario y fundamental, además de la observación y el razonamiento, el análisis de las relaciones entre los factores que entran en juego, y la creatividad. "El método es, sobre todo, un medio para resolver el conflicto entre el análisis lógico y el pensamiento creativo."⁶⁴ "Si el problema es de tipo práctico, las operaciones necesarias para resolverlo serán en su mayoría acciones concretas sobre cosas concretas, y el método constituirá una técnica en sentido estricto. Si el problema es puramente conceptual, las operaciones pueden ser también estrictamente conceptuales o abstractas."⁶⁵

El método por sí solo no garantiza el éxito del resultado, pues se requiere además contar con los conocimientos y la capacidad para poder enfrentar con solvencia la solución del problema; lo que sí garantiza es la repetibilidad y la verificabilidad del proceso.

Todo método implica una sucesión de etapas que conducen al fin propuesto; cada etapa, a su vez, plantea un problema.

Teniendo en cuenta que los problemas pueden tener características muy diversas, y que se los puede enfocar con distintas ópticas, no podemos hablar de un único método de resolución de problemas, lo que sí podemos plantear son métodos generales que pueden ajustarse en función del tipo de problema, de las metas a alcanzar, de las prioridades, de los criterios a tener en cuenta, etc.

Como modelo general para la resolución de problemas, podemos plantear un método de seis etapas:

1. Reconocimiento y definición del problema.
2. Análisis del problema y de sus causas.
3. Búsqueda de alternativas de solución.
4. Selección de la solución.
5. Presentación de la solución y plan de acción (¿qué hacer?, ¿cómo?, ¿cuándo?).
6. Puesta en práctica de la solución, seguimiento y evaluación.

⁶⁴ Roselli, A. 1973. I metodi del design. Clup. Milano. P. 16-17.

⁶⁵ Quintanilla, M. A. 1991. Tecnología, un enfoque filosófico. EUDEBA. Buenos Aires. P. 35.

Como hemos planteado, este método no es excluyente y puede haber muchos otros; además en la práctica, la secuenciación de las etapas no será estrictamente lineal, sino que habrá idas y vueltas, en muchos casos el proceso será recursivo y se planteará la necesidad de reconsiderar etapas ya tratadas; en algunos casos puede surgir la necesidad de volver atrás hasta llegar a redefinir el problema; en otros puede no estar presente alguna de estas etapas, por ejemplo, la puesta en práctica de la solución (como en algunos proyectos tecnológicos).

En todos los casos, y cualquiera sea el problema pueden distinguirse tres fases:

- Fase de estudio (fase de reconocimiento y análisis del problema).
- Fase de creación (fase de síntesis).
- Fase de ejecución (fase de conclusión).

En el modelo planteado, las etapas que abarca cada fase, son:

Fase de estudio:

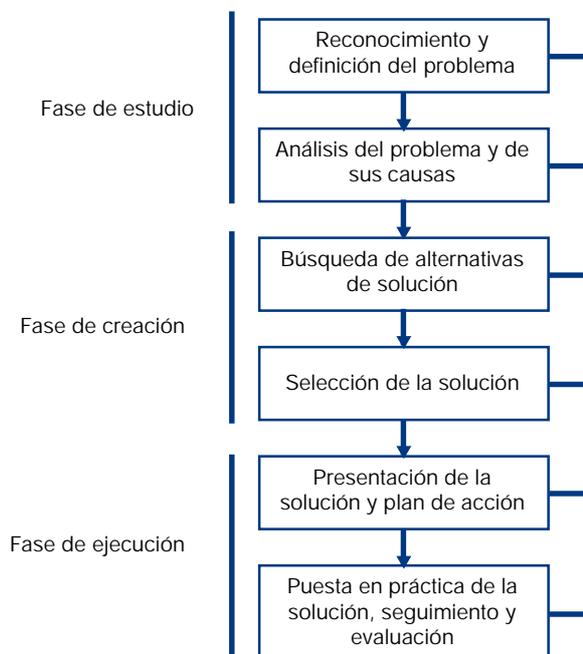
1. Reconocimiento y definición del problema.
2. Análisis del problema y de sus causas.

Fase de creación

3. Búsqueda de alternativas de solución.
4. Selección de la solución.

Fase de ejecución:

5. Presentación de la solución y plan de acción (¿qué hacer?, ¿cómo?, ¿cuándo?).
6. Puesta en práctica de la solución, seguimiento y evaluación.



Otra formulación más detallada del método del método de resolución de problemas es la siguiente:

1. Percepción de una situación problemática.
2. Reconocimiento del problema (Individualización de la causa que provoca la situación problemática).

3. Formulación del problema (Planteo del problema a resolver).
4. Búsqueda de información (Datos, conocimientos u otros elementos vinculados al problema).
5. Selección de los medios materiales y/o conceptuales (Aparatos, técnicas de cálculo, teorías, etc.) que permitan encarar la solución del problema.
6. Búsqueda de alternativas de solución (Planteo de hipótesis, teorías, técnicas, alternativas, etc.) que posibiliten la solución.
7. Propuesta de solución (Selección de la solución).
8. Verificación (por la experiencia y/o el razonamiento) de la solución propuesta. Comprobación de la hipótesis. Si el resultado es favorable, continuar; si no, volver a 6-7.
9. Puesta a prueba, confrontación de la solución con otras teorías y planteos, y con la realidad. Análisis de las consecuencias de la solución. Si el resultado es satisfactorio, finalización del ciclo. Si no, volver a 6-7; nuevo análisis y replanteo de la solución.
10. Presentación de la solución.
11. Puesta en práctica de la solución.

Podemos considerar el método de resolución de problemas como una variante del método científico.

El proyecto tecnológico⁶⁶

El proyecto tecnológico surge como la búsqueda de una solución, metódica y racional, a un problema del mundo material (problema tecnológico). El objetivo de un proyecto tecnológico es satisfacer una necesidad, deseo o demanda concreta (la necesidad de vivienda, de medios de transporte, de organizar los servicios de una ciudad, etc.).

Si bien el proyecto tecnológico es un proceso creativo, las informaciones y los antecedentes normalmente puestos en juego, así como los problemas que se presentan en su desarrollo son demasiado complejos como para tratar el tema en forma puramente intuitiva, por lo que es necesario aplicar un método (un método de resolución de problemas).

"La intuición no excluye el método, sino que lo reclama. La imaginación es la contrapartida dialéctica del método que representa la aplicación racional de determinadas técnicas en el proceso creativo. Los métodos son generales y pueden aplicarse a más de un caso. La intuición está ligada a la personalidad, a la experiencia, al carácter del individuo (...) Cuando la mente se habitúa a observar no sólo las cosas, sino y sobre todo, las relaciones entre las cosas, se requiere un camino o un procedimiento para pasar de una cosa a otra en forma relacionada. La relación entre las cosas son nuestro objetivo, el material del método."⁶⁷

El método es el eje vertebrador del proyecto tecnológico en el que se deben compatibilizar aspectos como forma, función, materiales, estructuras, costos, etc.; operando no sólo en el ámbito de las ciencias físicas, sino también en el de las ciencias sociales.

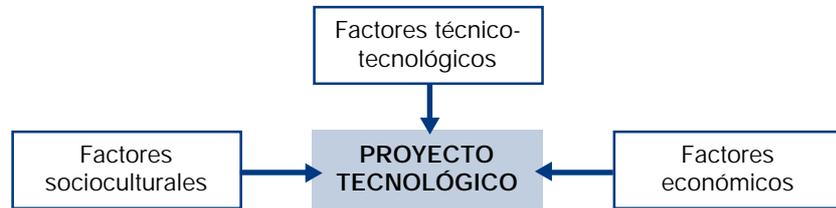
Proyecto tecnológico

Se entiende por proyecto tecnológico el proceso y el producto resultante (escritos, cálculos y dibujos), que tienen como objetivo la creación, modificación y/o concreción de un producto, o la organización y/o planificación de un proceso o de un servicio.

⁶⁶ Aquiles Gay y Miguel Ángel Ferreras.

⁶⁷ Rosselli, A. 1973. *Op. Cit.* P 16-17.

En las diferentes etapas del proyecto tecnológico hay que tener en cuenta todos los factores que puedan intervenir en su desarrollo o que puedan condicionar el comportamiento del producto; estos factores pueden ser técnico-tecnológicos, socioculturales o económicos. Recordemos además, que cualquier problema que se presente hay que enfrentarlo con la máxima objetividad y la mínima ambigüedad.



Los factores a tener en cuenta en un proyecto tecnológico son:

Factores técnico-tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> Energía Materiales Estructuras Información Procesos productivos Conocimientos científicos, técnicos, etc. Técnicas (mecánica, electricidad, etc.) Sistemas de representación Interfase hombre-máquina Funcionalidad Factibilidad Ergonomía Metrología Viabilidad Riesgos Etc.
Factores socioculturales	<ul style="list-style-type: none"> Rol social del producto Expectativas del usuario Impacto sociocultural Comunicabilidad Valor de signo Estética Etc.
Factores económicos	<ul style="list-style-type: none"> Costos Mercados Distribución Relación costo-beneficio Financiación Rentabilidad Etc.

Las etapas de un proyecto tecnológico

En los proyectos tecnológicos, las etapas que conducen a la solución del problema son función de múltiples factores, que van desde las características del problema,

los criterios a tener en cuenta, cómo encarar la solución, etc., hasta cómo subdividir las etapas y cómo denominarlas.

Existen diversas formas de planificar y presentar estas etapas; a título de ejemplo, mencionaremos algunas.

Comenzaremos con los CBC⁶⁸ que plantean cinco etapas:

1. Identificación de oportunidades
2. Diseño
3. Organización y gestión
4. Planificación y ejecución
5. Evaluación y perfeccionamiento

- **Identificación de oportunidades:** Se trata de identificar y formular el problema cuya solución será el tema del proyecto tecnológico.
- **Diseño:** El diseño consiste en plantear creativamente la solución del problema propuesto, teniendo en cuenta no solamente los aspectos técnicos y económicos, sino también los socioculturales, los estéticos y los psicológicos vinculados al tema. En esta etapa se manejan croquis, planos, cálculo de costos, planes de acción, selección de materiales, etc.
- **Organización y gestión:** Esta etapa tiene como propósito la organización del grupo humano que se ocupará de la planificación y ejecución del proyecto, de establecer el sistema administrativo, y de organizar y sistematizar los contactos de la organización con proveedores de insumos (bienes o servicios) y con los potenciales clientes o beneficiarios del proyecto.
- **Planificación y ejecución:** Durante esta etapa se construye un prototipo del producto diseñado, o se lleva a cabo la operación programada. Si se trata de un aparato se lo hace funcionar en condiciones normales de operación y se levanta un acta con los resultados obtenidos.
- **Evaluación y perfeccionamiento:** En la evaluación y el perfeccionamiento se examinan críticamente los resultados obtenidos y se comparan con los objetivos buscados. Se hace una evaluación económica, se analiza su impacto ambiental y se estudian las posibilidades de mejorar el producto.

Otro esquema, planteado por Edward V. Krick en su libro *Introducción a la ingeniería y al diseño en la ingeniería*⁶⁹, consta de las siguientes etapas:

1. Reconocimiento y formulación del problema
2. Análisis del problema
3. Búsqueda de alternativas de solución (investigación)
4. Selección de la solución (decisión)
5. Presentación de la solución (especificaciones)

- **Reconocimiento y formulación del problema:** Se parte de reconocer el problema, para luego definirlo; en una primera etapa lo más ampliamente posible y sin detalles. La formulación del problema puede ser verbal o esquemática, en muchos casos puede ser suficiente la palabra, en otros es preferible un esquema. Es importante tener en cuenta que la solución del problema no es el problema, esto que parece obvio no siempre lo es pues muchas veces se enfoca una solución ya existente y no el problema mismo.

⁶⁸ Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. Contenidos Básicos Comunes. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires. P. 231.

⁶⁹ Krick, E., V. 1979. Introducción a la ingeniería y al diseño en la ingeniería. Limusa. México. P. 121.

Sobre el tema Krick plantea un ejemplo interesante:

Una empresa distribuidora de alimentos para ganado, que está preocupada por el costo relativamente alto de distribución del producto, encargó a un tecnólogo el estudio del problema y la búsqueda de una posible solución. .

El procedimiento vigente en ese momento consistía en utilizar bolsas para llevar el producto al cliente. Las bolsas había que llenarlas, pesarlas, coserlas, almacenarlas, transportarlas, etc.

Una tendencia común es la de tratar inmediatamente de hallar posibles mejoras a la solución existente, buscando las que puedan hacer más económico el proceso. La persona que haga esto, tendría que considerar temas como: el equipo para llenar y coser las bolsas, la disposición de las instalaciones, la forma de transportar las pesadas bolsas, la forma de combinar las operaciones, etc.

Krick dice: "Lo anterior es exactamente lo que no se debe hacer al atacar un problema: entrar inmediatamente en el proceso de producir soluciones. Al proceder así se está tratando de buscar soluciones a un problema que no se ha definido todavía. La solución de un problema no es el problema mismo. Si el embolsado del producto se trata como un problema, el transporte y el apilamiento en el almacenamiento como otro, el traslado hasta el consumidor como otro y la descarga de los camiones como otro, el sistema de distribución del producto es probable que esté muy lejos de ser el óptimo."

El problema hay que enfrentarlo con la mayor amplitud posible, en nuestro caso el problema es llevar el producto del depósito de la empresa al consumidor con el menor costo posible. El tecnólogo encargado de buscar la solución eliminó la limitación de utilizar bolsas y planteó la posibilidad de manejar el producto a granel, utilizando para el transporte un "depósito sobre ruedas", un camión-cisterna que se carga y descarga a través de una manguera, impulsando el producto con aire. En esta forma el producto pasa, sin necesidad de embolsarlo, del depósito del distribuidor a los depósitos de almacenamiento de los usuarios (granjeros en este caso). Este sistema se asemeja mucho al procedimiento usual de entrega a domicilio del gas u otro combustible, descargándolo en tanques estacionarios.

Este planteo es válido para muchos campos; por ejemplo, para la ingeniería, los negocios, la enseñanza, la medicina, etc.

El autor recomienda con particular insistencia la formulación amplia de los problemas para tener mayor probabilidad de obtener mejores soluciones.

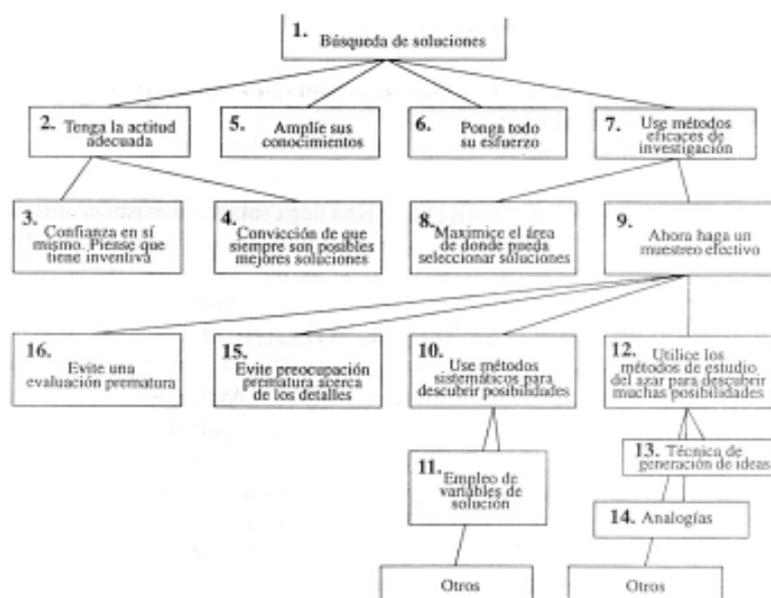
- **Análisis del problema:** En esta etapa hay que determinar la raíz del problema y, por otra parte, definirlo detalladamente. «Un problema bien definido es un problema semirresuelto». Además hay que determinar las restricciones, que pueden ser consecuencia de la naturaleza del problema, de requisitos legales, de condiciones impuestas, etc. Muchas veces las restricciones pueden ser ficticias, entendiéndose por ficticias las que sin estar establecidas, uno se las autoimpone injustificada e inadvertidamente por no haber definido y analizado correctamente el problema. Un caso típico de restricción ficticia suele surgir cuando se le pide a una persona que construya cuatro triángulos con seis fósforos, en general la mayoría buscan la solución en un plano, plan-

teándose ellos mismos una restricción que no se les había fijado; la solución de este problema es tridimensional (el tetraedro).

Otro tema importante en esta etapa es la fijación de los criterios a tener en cuenta en la selección de la solución, los que en general no cambian mucho de problema a problema (costos, relación beneficio-costos, seguridad personal, seguridad de funcionamiento; confiabilidad, operabilidad, facilidad de mantenimiento, etc.), lo que sí cambia significativamente es la importancia relativa de cada uno.

- **Búsqueda de alternativas de solución:** En esta etapa se requiere un gran nivel de creatividad. Es interesante plantear una lista de soluciones posibles, teniendo en cuenta que en tecnología nunca hay una sola solución. Los métodos de búsqueda de solución pueden ser sistemáticos (organizar las ideas o pensamientos y las investigaciones sistemáticamente, en forma tal que se evidencien la mayor cantidad de soluciones posibles) o aleatorios (técnica del torbellino de ideas, o de generación de ideas –*brainstorming*–). Se deben evitar las evaluaciones prematuras, así como la suspensión en la búsqueda de soluciones antes de que sea necesario o deseable hacerlo. A continuación se presenta una tabla en la que se esquematizan factores a tener en cuenta en la búsqueda de soluciones.

Del libro de Krick:



- **Selección de la solución (decisión):** Las diversas soluciones se evalúan, se comparan y se efectúa una selección buscando obtener la solución óptima. "Aunque el proceso general de toma de decisiones varía de un caso a otro, en casi todo problema hay que dar los cuatro pasos siguientes antes de poder llegar a una inteligente decisión de diseño: 1) seleccionar los criterios y determinar su importancia relativa⁷⁰; 2) predecir el funcionamiento de las soluciones alternativas con respecto a tales criterios; 3) comparar las alternativas sobre la base de los funcionamientos predichos; 4) hacer una elección. Por lo general, un criterio predominante es la razón beneficio-costos."

⁷⁰ Ver "Análisis del problema".

- **Presentación de la solución (especificaciones):** La solución elegida se expone por escrito (el informe técnico), con el auxilio de dibujos y gráficos cuidadosamente realizados, detallados y acotados. A veces, y de ser posible, se complementan los planos y el informe con un modelo físico (maqueta). En el informe técnico se deben especificar los tipos y propiedades de los materiales, los métodos constructivos, así como todo otro detalle que se considere importante.

Otra forma de plantear las etapas de un proyecto tecnológico puede ser:

1. Detección de una situación problemática
2. Reconocimiento y definición del problema
3. Análisis del problema y de sus causas
4. Búsqueda y estudio de antecedentes
5. Generación de alternativas de solución
6. Construcción de modelos físicos
7. Diseño de la solución
8. Presentación de la solución y plan de acción (¿qué hacer, cómo, cuándo?)
9. Evaluación de la solución
10. Fabricación del producto

Destacamos que en algunos casos el proyecto llega sólo a la presentación de la solución; en otros, abarca también la fabricación.

Las fases del proyecto tecnológico

Si analizamos las diversas etapas de un proyecto tecnológico constatamos que derivan secuencialmente de haber enfocado el tema desde tres puntos de vista: el del problema, el de la búsqueda de su solución y el de la puesta en práctica de la solución. En función de esto podemos hablar, como ya lo hemos planteado en la resolución de problemas, de tres fases en el desarrollo de un proyecto: una fase de estudio (fase de reconocimiento y análisis del problema), una fase de creación (fase de síntesis) y una fase de ejecución (fase de conclusión).

Fase de estudio (fase de reconocimiento y análisis del problema)

Esta fase abarca: la detección, identificación y formulación de la necesidad que se desea satisfacer, es decir el problema (la correcta identificación y formulación del problema es tan importante como su solución y exige un enfoque globalizador); la determinación de los aspectos fundamentales (de qué ocuparse y de qué no); la búsqueda y el estudio de informaciones y datos vinculados al tema; el estudio y análisis crítico de soluciones preexistentes; la definición de las condiciones que deben cumplirse y los límites que enmarcan el proyecto; el análisis de los aspectos técnicos, científicos, culturales, económicos y sociales asociados al caso; etc.

Fase de creación (fase de síntesis)

Esta fase abarca: la generación de alternativas de solución, el análisis de las implicancias y la evaluación de estas alternativas; la formulación de hipótesis o soluciones posibles; la construcción de modelos para verificación y demostración; la

selección de la solución que mejor se adapte a los objetivos planteados, teniendo en cuenta los aspectos tecnológicos, estéticos y económicos, además del marco social en el cual está inserto el problema; el análisis y la verificación de todo lo vinculado a 1a solución propuesta; y finalmente la confección de los planos y la definición de los materiales a utilizar. Podemos decir que es la fase del diseño propiamente dicho, es decir de la materialización de la idea en el papel. El diseño es un proceso de creación con un propósito; a diferencia de la pintura y de la escultura que son las realizaciones de las visiones personales y los sueños de un artista, el diseño cubre exigencias prácticas. Por ejemplo: un producto industrial debe cubrir las necesidades de un consumidor; un diseño gráfico transportar un mensaje prefijado; etc.

Fase de ejecución (fase de conclusión)

En esta fase se hace una valoración crítica de la solución y se analiza su comportamiento en un contexto global; se controla y optimiza su funcionamiento; se examina críticamente el producto en relación con los objetivos propuestos, es decir la adecuación de la respuesta al problema tecnológico y la eficiencia del resultado; eventualmente se construye un prototipo; se planifica la ejecución del proyecto; se establece el sistema administrativo y organizacional de la producción; etc.

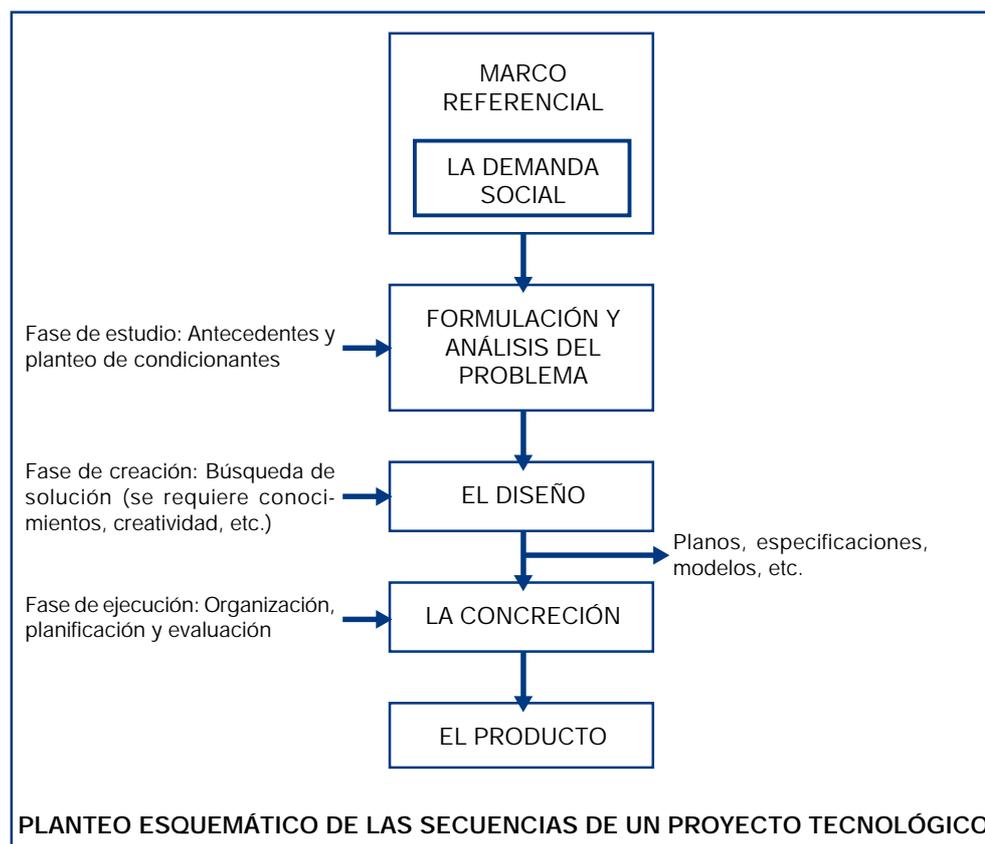
Partiendo de estas tres fases, y teniendo en cuenta los ítems que entran en juego en cada caso, se pueden planificar y estructurar las diferentes etapas en función de los requerimientos planteados.

El análisis de los problemas presentes en cada una de estas fases nos muestra que las aptitudes y actitudes requeridas para encarar con solvencia su solución son, en cada caso, diferentes:

- En la fase de estudio se requiere, entre otras cosas, amplitud de visión, capacidad de análisis, enfoque globalizador, observación objetiva y razonamiento inductivo.
- En la fase creativa, mucha creatividad, poder de síntesis, juicio subjetivo y razonamiento deductivo.
- En la fase ejecutiva

Todo esto nos muestra la importancia de trabajar interdisciplinariamente para obtener los mejores resultados posibles.

FASES	ETAPAS DE UN PROYECTO TECNOLÓGICO		
Fase de estudio	Identificación de oportunidades	Reconocimiento y formulación del problema Análisis del problema	Detección de la situación problemática Reconocimiento y definición del problema Análisis del problema Búsqueda y estudio de antecedentes
Fase de creación	Diseño	Búsqueda de alternativas de solución (investigación) Selección de la solución (decisión)	Generación de alternativas de solución Construcción de modelos físicos
Fase de ejecución	Organización y gestión Planificación y evaluación Evaluación y perfeccionamiento	Presentación de la solución (especificaciones)	Diseño de la solución Presentación de la solución y plan de acción (¿qué hacer, cómo, cuándo?) Evaluación de la solución Fabricación del producto



El análisis de productos⁷¹

El análisis de productos es un procedimiento de aproximación a los productos tecnológicos y una fuente de conocimientos que nos ayuda a conocer y entender mejor el entorno más artificial que natural que enmarca nuestra vida y así poder actuar con más idoneidad frente a los problemas del quehacer cotidiano. "Este procedimiento tiene especial relevancia en el logro de competencias vinculadas con el consumo y el uso inteligente de productos tecnológicos y la adopción de tecnologías convenientes, considerando una pluralidad de factores y superando, en consecuencia, el pragmatismo."⁷² Por otra parte, puede ayudar al proceso de diseño, analizando cómo se solucionaron determinados problemas.

Dado que los productos de la tecnología pueden ser bienes (objetos), procesos o servicios, el análisis de productos revestirá diversas formas según sea el tipo de producto a analizar; muchos de los pasos de este análisis serán comunes a todos los productos, mientras que otros estarán vinculados solamente a algunos (por ejemplo a los objetos).

Para que el análisis sea lo más exhaustivo posible hay que plantear un método permita tener en cuenta la mayor cantidad de las variables en juego.

En lo referente al método, sabemos que no hay un modelo único; pero, cualquiera sea el método aplicado, siempre podemos distinguir tres fases:

⁷¹ Aquiles Gay.

⁷² Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. Contenidos Básicos Comunes. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires. P. 229.

- fase de reconocimiento y análisis del problema,
 - fase de síntesis,
 - fase de conclusión.
- La **primera fase** abarca la primera etapa del proceso de análisis, “el análisis del problema”, que se centra en determinar los interrogantes cuyas respuestas se buscarán a lo largo del proceso de análisis. A continuación mencionamos algunos de los interrogantes que se pueden (o no) plantear, teniendo en cuenta las características del producto (que puede ser tangible o intangible), los objetivos buscados, lo que interesa priorizar, etc.

¿Cómo se presenta el producto?
 ¿Qué forma tiene?
 ¿Cómo es?
 ¿Satisface estéticamente?
 ¿Qué función cumple?
 ¿Para qué sirve?
 ¿Cuáles son sus elementos y cómo se relacionan?
 ¿Cómo funciona?
 ¿Cómo está hecho?
 ¿De qué material?
 ¿Se puede reciclar?
 ¿Qué valor tiene?
 ¿Cuál es su costo?
 ¿En qué se diferencia de objetos equivalentes?
 ¿Cómo está relacionado con su entorno?
 ¿Cómo está vinculado a la estructura sociocultural?
 ¿A qué demanda social responde?
 Etc.

La segunda y la tercera fases abarcan las etapas que surgen como búsqueda de respuesta a los interrogantes planteados en la primera fase.

- La **segunda fase** abarca las vinculadas al análisis del producto en sí, ¿Cómo es?, ¿Qué función cumple?, ¿Cómo funciona?, ¿Cuál es su costo?, etc.
- La **tercera fase** abarca las vinculadas al análisis de las relaciones del producto con su entorno, con la estructura sociocultural, etc.

Recordemos, una vez más, que en la práctica, la secuenciación de las etapas no será estrictamente lineal, sino que habrá idas y vueltas, en muchos casos el proceso será recursivo y se planteará la necesidad de reconsiderar etapas ya tratadas.

Cuando el método de análisis se aplica a productos tangibles (objetos) lo llamamos lectura del objeto. La adopción del término “lectura” se fundamenta en el hecho de considerar a cada objeto como un sistema de signos que soportan un significado que se puede interpretar. Los objetos además de responder a una función son portadores de una significación; la significación implica información. Podemos considerar la lectura de un objeto como un acto de interpretación de signos.

En este caso se parte de la percepción de una materialidad (el objeto) para llegar a una conceptualización⁷³.

⁷³ Para ampliar el tema, véase el Anexo 3, Párrafos del libro La lectura del objeto.

La lectura del objeto

El camino que seguimos en este análisis o lectura del objeto es el mismo que el que transitaría un usuario u hombre corriente: de lo perceptual e intuitivo a lo conceptual (marco referencial, necesidad que satisface, impacto, desarrollo histórico, etc.).

Las diversas etapas del método de análisis o lectura surgen como respuesta a interrogantes que normalmente un observador crítico se plantearía frente a los objetos en general y a un objeto en particular: ¿Qué forma tiene?, ¿Qué función cumple?, ¿Cuáles son sus elementos y cómo se relacionan?, ¿Cómo funciona?, ¿Cómo está hecho y de qué material?, ¿Qué valor tiene?, ¿Cómo está relacionado con su entorno?, ¿Cómo está vinculado a la estructura sociocultural y a las demandas sociales?

INTERROGANTES	BÚSQUEDA DE RESPUESTAS (ETAPAS DEL ANÁLISIS)
¿Qué forma tiene?	Análisis morfológico
¿Qué función cumple?	Análisis funcional
¿Cuáles son sus elementos y cómo se relacionan?	Análisis estructural
¿Cómo funciona?	Análisis del funcionamiento
¿Cómo está hecho y de qué materiales?	Análisis tecnológico
¿Qué valor tiene?	Análisis económico
¿En qué se diferencia de objetos equivalentes?	Análisis comparativo
¿Cómo está relacionado con su entorno?	Análisis relacional
¿Cómo está vinculado a la estructura sociocultural y a las demandas sociales?	Análisis del surgimiento y evolución histórica del producto

Desde la óptica del análisis o lectura, cualquier objeto puede considerarse como una materialidad estructurada que mediante progresivos niveles de aprehensión sensible y conceptualizaciones se desarticula en sus partes significativas, para analizar tanto los principios que lo estructuran como los que optimizan su uso. La lectura permitirá determinar, el aspecto morfológico, el funcional, el estructural, el de funcionamiento, el tecnológico y el comercial propios del objeto, así como otros valores que posibilitarán relacionarlo con su entorno y vincularlo con la estructura sociocultural.

¿Qué forma tiene? **Análisis morfológico**

Todo objeto, como hecho material, tiene una forma que se aprehende perceptualmente y normalmente permite su identificación. El fenómeno de aprehensión de la forma es complejo y función de múltiples condicionantes tanto físicas como psicológicas. Frente a un objeto el observador estructura la imagen de la forma de manera instantánea sobre la base de los impulsos que recibe y que impactan sus órganos sensoriales. Estos impulsos los filtra y articula de acuerdo a los esquemas que elaboró a partir de su contacto con el medio, y de las pautas culturales que haya internalizado.

La forma es una totalidad y su percepción suele ser bastante intuitiva.

La percepción de la forma es la primera etapa en todo proceso de análisis de objetos, luego se pasa al análisis de la forma. Se observa al objeto desde distintos ángulos y se analizan los aspectos morfológicos, se buscan las analogías con otras formas, sean éstas naturales, artesanales o industriales y se establecen escalas. Se analiza tanto lo visual como lo táctil, lo sinestésico, evaluando las contradicciones que eventualmente puedan surgir.

Mediante un proceso de abstracción, producto de la reflexión sobre lo que se está observando, podemos llegar a otro nivel de lectura y plantear lo que llamamos la estructura formal. La estructura formal (relaciones-descripciones vinculada a la forma del objeto) no es un dato que se obtiene de la simple captación sensorial, sino que es una construcción intelectual del observador, resultado de un análisis y de una búsqueda de las relaciones entre las partes de ese todo que es el objeto.

En esta etapa se descompone el objeto en unidades significativas, buscando establecer las formas básicas elementales (desde el punto de vista geométrico) y cómo se combinan; las soluciones de transición; las relaciones proporcionales de cada parte; las leyes geométricas generativas; la existencia o no de un módulo y, de existir, cómo se posiciona en el espacio; las soluciones de apoyo; la existencia de un bastidor portante y un revestimiento (carrocería, piel, etc.), o de una estructura autoportante (monocasco); el tamaño y el peso; las relaciones morfológicas entre el objeto, o sus partes, y la ergonomía; etc. Es importante registrar el nivel de acorde entre la estructura morfológica total y la de cada una de las partes. Es interesante recordar que las características morfológicas, son, en gran parte, consecuencia de aspectos funcionales, estructurales y tecnológicos.

Conviene dejar constancia de los resultados de este análisis en un informe escrito y gráfico. El registro de los resultados obtenidos deberá involucrar a todos los sistemas de representación, simbólicos y analógicos. En un informe escrito se dejarán sentados todos los datos pertinentes al objeto. En cuanto al material gráfico, podrá consistir en dibujos a escala, proyecciones ortogonales, plantas, cortes y vistas, croquis, perspectivas, etc. eventualmente también maquetas.

¿Qué función cumple? Análisis funcional

El análisis funcional está centrado en la función que cumple el objeto (no debe confundirse análisis funcional con análisis de funcionamiento). Se llama función la manera en que el objeto cumple el propósito para el cual fue concebido y construido. El concepto de función es polisémico, pudiéndose hablar de función práctica, función estética, y función de significación (esta última asociada al valor de signo: connotador de status, definidor de gustos, de actitud frente a la vida, etc.).

La función y la forma son dos cualidades de un producto íntimamente vinculadas; podemos decir que, en general, la forma denota la función.

Corresponde a esta etapa analizar el repertorio de funciones elementales que el objeto debe cumplir para satisfacer los requerimientos que motivaron su creación; cabe recordar que la tecnología se propone la solución de problemas de tipo práctico. Se incluye en este análisis lo operativo, el reconocimiento de su modo de uso, de su ergonomía y de su relación con el usuario, con el entorno, etc. Se deberá

analizar la secuencia de todas las manipulaciones a efectuar con el objeto conforme a la misión para la que fue proyectado. La cronología operativa puede presentar variaciones y es interesante cotejar diversas alternativas buscando la óptima.

Es interesante analizar en esta etapa el criterio de confort. El nivel de confort visual puede ser disímil al que se manifiesta en el plano operativo y esto influye en el grado de aceptación o de rechazo de un objeto. El criterio de confort está íntimamente relacionado con la escala de valores culturales vigentes.

¿Cuáles son sus elementos y cómo se relacionan? ***Análisis estructural***

Aquí se plantea un reconocimiento de la estructura del objeto (modo en que están dispuestas las partes) y de ser necesario, un despiece del mismo, la confección de un listado de componentes, el análisis de éstos, la determinación de la misión de cada uno y las relaciones entre ellos. Si el objeto es complejo eventualmente conviene ampliar el material gráfico con nuevas plantas, cortes y vistas.

¿Cómo funciona? ***Análisis de funcionamiento***

Con este análisis se busca determinar los principios de funcionamiento, la explicación de cómo funciona, el tipo de energía y el consumo que requiere su operación, el costo operativo, el rendimiento del producto, etc.

Teniendo en cuenta la relación que existe entre estructura y funcionamiento se puede plantear globalmente el Análisis estructural y de funcionamiento partiendo de establecer la relación entre la estructura y el funcionamiento del producto, es decir la identificación de cómo cada uno de los elementos «contribuye al funcionamiento del producto y, a su vez, la explicación de la función y los principios de funcionamiento de cada elemento y cómo contribuye cada uno de ellos al del conjunto. Se puede efectuar una graficación con símbolos y diagramas adecuados.”

¿Cómo está hecho y de qué material? ***Análisis tecnológico***

Este análisis se centra en la identificación de las ramas de la tecnología que entran en juego en el diseño y la construcción de un determinado producto. Esto es, los conocimientos que participaron en el diseño del producto y los materiales, las herramientas y las técnicas empleadas para su producción, abarca además los procedimientos de fabricación. El análisis de lo relevado permitirá determinar los requerimientos que condicionaron la elección de los materiales.

Se buscará establecer una correspondencia entre las posibilidades que ofrece el material y su aprovechamiento, buscando determinar qué valores se han tenido en cuenta y en qué grado, y cuáles han sido minimizados, tanto desde el punto de vista estructural como del perceptual.

Se determinará si la forma es pertinente a la tecnología utilizada o corresponde a propuestas típicas en otros materiales.

¿Qué valor tiene? Análisis económico

“Consiste en establecer las relaciones entre el costo o el precio de un producto y la conveniencia de su adopción. Involucra variables tales como la duración, su costo de operación, las posibilidades y la forma de amortización y las relaciones costo-beneficio para la aplicación en cuestión.”

¿En qué se diferencia de objetos equivalentes? Análisis comparativo

El análisis comparativo del objeto se efectúa entre éste y otros que cumplen la misma función.

Los análisis desarrollados en los pasos anteriores involucran lo intrínseco del objeto; estos análisis configuran lo que llamaremos la etapa objetual. El próximo paso es vincular el objeto al entorno global, lo que implica analizar todos los objetos vinculables al que es motivo de lectura.

Se busca establecer las diferencias y similitudes del producto con relación a otros que cumplen la misma función; de acuerdo a los criterios que surgen de los análisis anteriores y ayudado por la construcción de esquemas clasificatorios o tipológicos.

Se comparará el objeto con otros equivalentes (análisis paradigmático; análisis de una serie de objetos similares), pero que presentan diferencias en lo morfológico o en lo tecnológico, incluyendo los de distintos periodos históricos. El relevamiento de las diferentes respuestas morfológicas o tecnológicas para satisfacer una necesidad derivará en un planteo tipológico. El o los elencos tipológicos resultantes serán sometidos a una evaluación comparativa buscando registrar coincidencias, oposiciones, conflictos, niveles de integración, aspectos formales, operativos, funcionales, estructurales, tecnológicos, etc.

¿Cómo está relacionado con su entorno? Análisis relacional

Es el análisis de las relaciones del objeto con su entorno.

Se busca analizar la vinculación del producto con otros, asociados a él –o de la misma familia–, destinados a satisfacer una función o un conjunto de necesidades. Por ejemplo, la cuchara permite satisfacer una necesidad (comer); la olla, la sartén, el cuchillo, el tenedor, el plato, etc. Permiten satisfacer un conjunto de necesidades (cocinar, comer, etc.) o una función (alimentarse).

En el análisis de objetos de una misma familia (análisis sintagmático) deben relevarse las variables que los hacen reconocibles como integrantes de un elenco.

El objeto y estos elencos deben, a su vez, someterse a un análisis relacional con el entorno y con otras manifestaciones de la producción humana de la época (arte, arquitectura, mobiliario, vestimenta, orfebrería, objetos en general, etc.).

¿Cómo está vinculado a la estructura sociocultural y a las demandas sociales?

Análisis del surgimiento y evolución histórica del producto

La confrontación entre forma, función, estructura y tecnología permite aproximarnos a los orígenes del producto, analizar las posibles causas de su surgimiento, así como su evolución histórica.

Si el objeto pertenece a épocas pasadas, se deberán establecer los niveles de obsolescencia, vale decir, determinar las variables que conservan su vigencia, o las pautas culturales que han cambiado o desaparecido.

Los objetos no responden solamente a los imperativos que consciente y racionalmente debían satisfacer sino que tienen también una carga expresiva que podemos llamar el "espíritu de la época". A través de la lectura del objeto se puede sacar a luz ese espíritu de la época.

A esta altura del análisis contamos con los datos básicos que permiten reconstruir el programa de diseño (listado, ordenamiento, caracterización y cuantificación de los requerimientos planteados), el marco teórico de referencia, el momento histórico, etc.

El análisis aquí propuesto es bastante exhaustivo; pero, muchas veces, por cuestiones pedagógicas, conviene simplificarlo hasta llegar (en el caso de alumnos de corta edad) a plantear, simplemente, algunos interrogantes como: ¿para qué sirve?, ¿qué forma tiene?, ¿de qué material está hecho?, entre otros.

A continuación se presenta una propuesta explicitada y simplificada de lectura de un objeto.⁷⁴

Propuesta de lectura de un objeto

Nombre del objeto:

Dibujar el objeto indicando sus dimensiones y, de ser factible, vinculado gráficamente con elementos de dimensiones conocidas (la mano, por ejemplo).

Análisis morfológico. La forma:

Identificar la forma y describirla de manera clara y sucinta, planteando sus características [por ejemplo, filar, laminar o volumétrico; simple o muy complejo; etc.]; además, buscar su analogía con otras formas conocidas. El análisis debe abarcar tanto lo visual (configuración, color, brillo, textura, etc.) como lo táctil (textura) y lo sinestésico.

Análisis morfológico. La estructura formal:

Distinguir, desde un punto de vista morfológico, las partes significativas, señalando sus relaciones y en lo posible asociándolas a formas básicas elementales [por ejemplo: cuerpo cilíndrico unido mediante un elemento troncocónico a...; o cuerpo piramidal de cantos redondeados (agudos); mango plano (o cilíndrico) unido a...; etc.]; eventualmente, señalar si la estructura es autoportante o si hay un bastidor y un revestimiento (piel o carcaza). En lo posible, esquematizar esta etapa.

⁷⁴ Estos comentarios sobre la lectura del objeto están extraídos del libro *La lectura del objeto*, de Aquiles Gay y Roberto Bulla (1990. TEC. Córdoba).

Análisis funcional:

Definir la función; precisar para qué sirve (por ejemplo: una lapicera está hecha para escribir; pero, en muchos casos, también para lucir; si esto último, desde el punto de vista técnico-tecnológico puede no tener mucha importancia, social y psicológicamente sí la tiene, al cumplir una función de uso-signo). Analizar cómo cumple la función; si la forma denota (manifiesta) la función; cómo se usa (análisis operacional); si se adapta a las características anatómicas del hombre (análisis ergonómico); etc. Buscar, si la hubiera, otra forma distinta de cumplir la función que realiza este objeto. Establecer los lazos entre forma y función, y analizar los valores que consideramos agregados y de los cuales pensamos que se puede prescindir. Valorar la relación utilidad-costos, teniendo en cuenta que la utilidad puede ser no tan sólo operativa, sino también significativa [por ejemplo: como planteo general no podemos decir que un florero contenga mejor que otro].

Análisis estructural y de funcionamiento:

Reconocer la estructura del objeto, es decir las relaciones (desde el punto de vista organizacional, de funcionamiento, etc.) entre los elementos componentes. Si el objeto es complejo, eventualmente efectuar proyecciones planas (planta, cortes, etc.) y/o tridimensionales y un despiece. Hacer un listado de componentes y un análisis de los mismos. Analizar los aspectos técnico-funcionales y los principios de funcionamiento.

Análisis tecnológico:

Identificar el (o los) material (es) y las técnicas constructivas. Determinar la vinculación entre forma, función y material (el material y la técnica constructiva condicionan la forma, que depende de la función). Identificar la lógica de la forma del objeto y del material empleado en relación a la función que debe cumplir.

Análisis comparativo:

Comparar el objeto con otros equivalentes (análisis paradigmático; análisis de una serie de objetos similares), incluyendo los de distintos periodos históricos, detectar las similitudes y las diferencias, analizarlas razones que las justifican y hacer un análisis de la evolución del objeto en el tiempo. Ilustrar esta etapa.

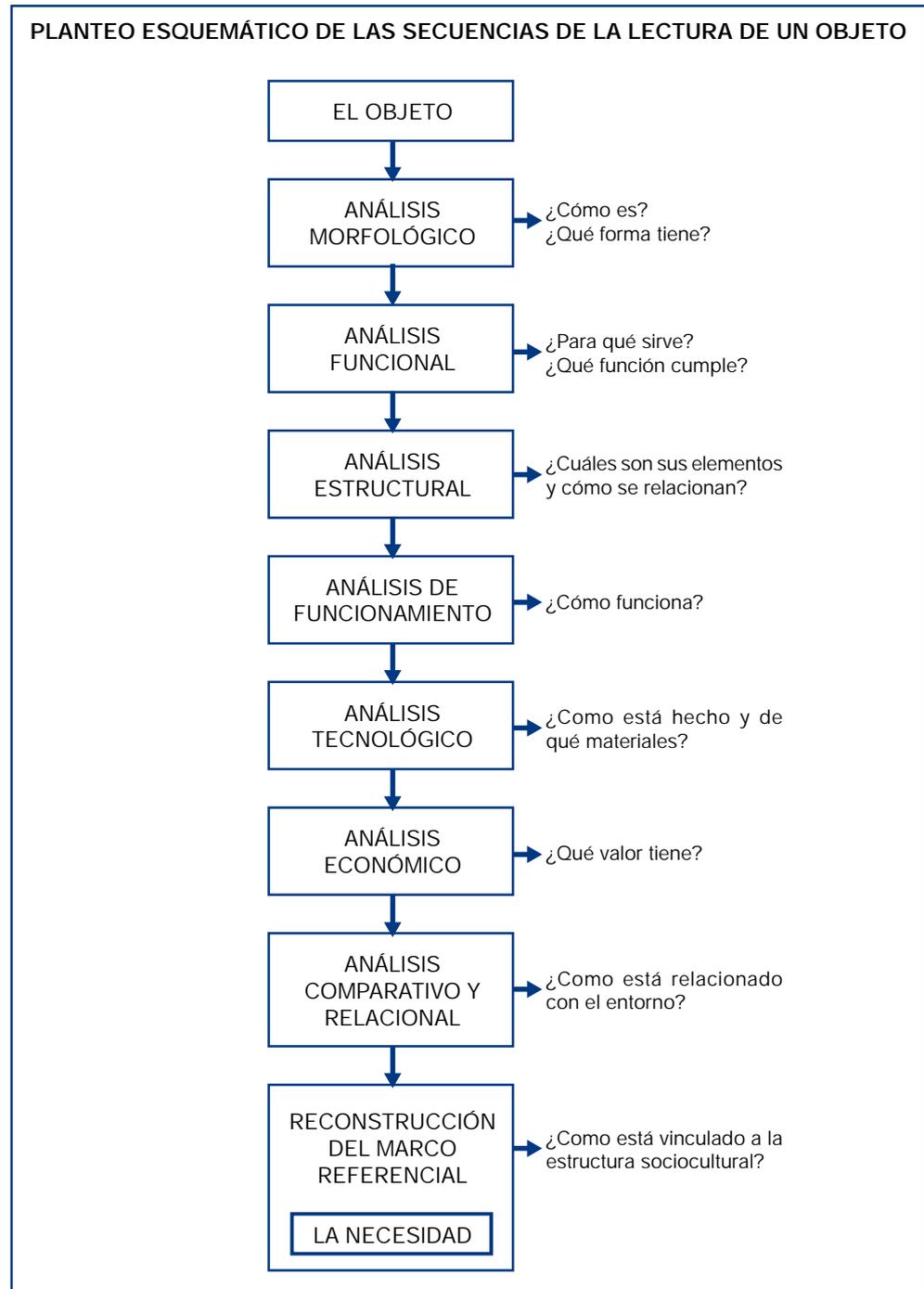
Análisis relacional:

Análisis de las relaciones del objeto con su entorno. Confrontar críticamente el objeto con otros objetos que tienen funciones análogas pero que presentan diferencias en lo morfológico o en lo tecnológico. Vincular el objeto con otros pertenecientes a la misma familia (análisis sintagmático), en otras palabras con otros objetos asociados a la misma necesidad o función (por ejemplo: la cuchara, el tenedor, el cuchillo, el plato, etc., asociados a una necesidad: el comer). Compararlo con otras manifestaciones de la producción humana de la época (arte, arquitectura, mobiliario, orfebrería, etc.).

Reconstrucción del momento histórico y evolución del objeto en el tiempo:

Los objetos no responden solamente a los imperativos que consciente y racionalmente debían satisfacer, sino que tienen también una carga expresiva que podemos llamar "el espíritu de la época". El objetivo de esta etapa es precisamente, a través de la lectura del objeto, sacar a la luz ese espíritu de la época. En la reconstrucción del momento histórico se deberán tener en cuenta los lenguajes significativos de la época, vinculados a las diversas manifestaciones de la producción humana (arte, arquitectura, ingeniería, ciencia, etc.), así como también los valores institucionalizados jerárquicamente de la época, que presidieron las preferencias de la sociedad y se encuentran materializados en los objetos. Cada objeto representa una etapa en el

proceso continuo que es la búsqueda de satisfacer una necesidad; la «lectura» de los objetos nos permite revivir sus historias y proyectarnos en el futuro, en la posible evolución de los mismos. Confrontar, a lo largo de la historia, en una serie tipológica de objetos “las constantes” y “las variables” constituye un valioso aporte para la formulación de hipótesis en un programa de diseño.

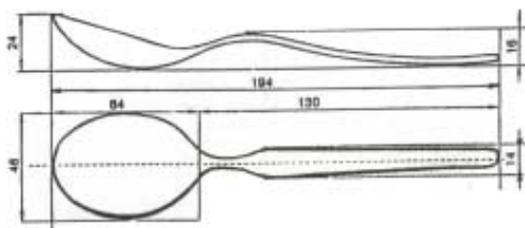


Ejemplos

Cuchara sopera

- Objeto laminar que tiene la forma de una paleta oval cóncava, con un mango ligeramente curvo.

- El mango o empuñadura para asirlo está unido –a través del mismo material– a la paleta cóncava.
- Sirve para llevar a la boca comida líquida o semilíquida que se recoge del plato en la paleta oval que oficia de contenedor.
- El contenedor se lleva a la boca para suministrar, en forma gradual la comida, por lo que tiene una forma y dimensión tales que contiene, cuanto más, la máxima cantidad de alimento que puede recibir la cavidad bucal. La empuñadura se toma con la mano, que cumple la función de transportar la comida a la boca.
- La forma y las dimensiones se adaptan a las partes del cuerpo humano interesadas en el uso del objeto; o sea, a la mano y a la boca.
- La forma del objeto tiene en cuenta, además, el hecho de que el alimento normalmente está en un plato; de que, en la posición de reposo, la cuchara está apoyada en dos puntos; y de que, en la posición de transporte del alimento, debe mantenerse horizontal para que éste no se caiga.
- Es de acero inoxidable, material que se caracteriza por su resistencia a los golpes, a la rayadura, al desgaste, a la corrosión, a la oxidación y, además, por su brillo y su higiene.
- Está hecha mediante el estampado de una chapa de acero.
- Confrontando la cuchara en examen, moderna, de un diseño estudiado, que se adapta perfectamente a su uso, con otras, también modernas, provistas de decoraciones agregadas, se observa una diferencia en el plano estético-formal, pero no funcional; en muchos casos, tampoco constructivo.
- Comparándola con otras de distintos periodos históricos, notamos diferencias en cuanto a su tamaño; en general antes eran más grandes, en algunos casos decoradas en la parte interior y exterior de la paleta oval cóncava que oficia de contenedor. Pero, en todos los casos, se da una constancia en cuanto a la estructura: un contenedor cóncavo de forma oval y un mango. En nuestro caso, el diseño y el material (acero inoxidable) coadyuvan en ubicarla históricamente. Efectuando un análisis comparativo con los otros cubiertos del mismo juego, observamos analogías estilísticas entre ellos. En el orden histórico de aparición de los cubiertos, tenemos primero el cuchillo, después la cuchara y por último el tenedor.
- Podemos destacar también que la estructura de la cuchara puede variar en relación con la función que tiene que cumplir; por ejemplo: cucharón, paleta para revolver dulces, elemento para servir ensaladas, etc., o en algunos casos elemento puramente decorativo.



Rodamiento⁷⁵



¿Qué forma tiene? Análisis morfológico:

Objeto volumétrico, de forma cilíndrica, anular (de sección rectangular), de textura lisa y brillante.

¿Qué función cumple Análisis funcional:

Dispositivo que, interpuesto entre un eje y una pieza o elemento mecánico asociado al mismo, permite la rotación de uno con respecto al otro, con mínima fricción.

¿Cuáles son sus elementos y cómo se relacionan? Análisis estructural:

El rodamiento en análisis consta de cuatro partes diferentes:

- Un anillo exterior, con una ranura de perfil esférico en su parte interior.
- Un anillo interior, con una ranura de perfil esférico en su parte exterior.
- Elementos rodantes, bolas ubicadas entre los dos anillos, alojadas en las ranuras y contenidas por una jaula;
- Una jaula, ubicada entre los dos anillos, cuya función es mantener separados y equidistantes los elementos rodantes.

¿Cómo funciona? Análisis de funcionamiento:

Para operar, este dispositivo requiere estar montado en alguna máquina o dispositivo mecánico. Normalmente, un anillo se fija al elemento que rota, y el otro al elemento fijo respecto al primero. Al rotar uno de los anillos con respecto al otro, las bolas que lo separan hacen que el rozamiento entre ambos se reduzca a una rodadura y no al frotamiento de superficies en contacto.

¿Cómo está hecho y de qué materiales? Análisis tecnológico:

La jaula es de chapa de acero y los anillos y las bolas de acero; en algunos casos, la jaula suele ser de bronce o de plástico. Las herramientas que han intervenido en su construcción son: torno, rectificadoras, cizallas, estampadoras, hornos para tratamiento térmico, instrumentos de medición, prensas, procesos electrolíticos; en consecuencia, las técnicas empleadas son: torneado, rectificación, corte, estampado, tratamientos térmicos, prensado, marcado electrolítico, lavado.

¿Qué valor tiene? Análisis económico:

Debido a su durabilidad y fiabilidad, reduce los costos de mantenimiento y las horas de inactividad de la máquina en la que se lo utiliza; podemos decir que su rendimiento es alto con respecto a su costo. La duración de un rodamiento depende de su correcto montaje y lubricación.

¿Cómo está relacionado con su entorno Análisis comparativo y relacional:

En nuestro caso, los elementos rodantes son bolas; éstas tienen un solo punto de contacto con la superficie sobre la que se desplazan. Cuando el rodamiento tiene que soportar esfuerzos muy grandes, se reemplazan las bolas por rodillos cuyo contacto es lineal y, por consiguiente, mayor que el contacto puntual de las bolas. Los rodillos pueden ser cilíndricos o cónicos; algunas veces los rodillos cilíndricos son de diámetro tan pequeño que se los llama agujas. En cuanto a las partes componentes, también existen variantes: algunos rodamientos, por razones de dimensión o de optimización, carecen de alguno de los elementos que hemos señalado en el rodamiento en estudio; por ejemplo: ausencia de la jaula que separa los cuerpos

⁷⁵ Análisis realizado por Gisela Rautenberg, alumna de segundo año del tercer ciclo de la EGB, del Instituto Técnico "General Deheza", de General Deheza, provincia de Córdoba.

rodantes, en rodamientos de agujas, o ausencia del anillo interior o del exterior, en rodamiento con rodillos cilíndricos o con agujas. Los rodamientos –comparándolos con otros elementos que cumplen la misma función, como por ejemplo los bujes– son muy superiores, entre otras cosas por la menor pérdida de energía por frotamiento, por su mayor durabilidad y por su mayor límite de velocidad admisible. Tengamos presente que mediante el rodamiento se reduce la resistencia y el calentamiento engendrado por el roce, debido a la substitución de la superficie cilíndrica del buje por los puntos de tangencia de una serie de bolas que pueden girar libremente.

¿Cómo está vinculado a la estructura sociocultural? Análisis histórico:

El concepto de buje surge con la invención de la rueda, utilizada por primera vez hace más de 3 000 años en la Mesopotamia para reducir el rozamiento entre una carga móvil y el suelo. Con la rueda se transforma el rozamiento contra el suelo, en el rodamiento de la rueda sobre el suelo; pero, subsiste el rozamiento de la rueda con el eje que, en principio, se elimina con este dispositivo llamado rodamiento, cuyos antecedentes hay que buscarlos en los molinos de la edad media, pero cuya concepción actual no se remonta más que al siglo pasado.

8. LA TECNOLOGÍA EN LA HISTORIA

Aquiles Gay

La historia de las civilizaciones es la historia de sus técnicas.
Miguel Angel Quintanilla

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

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

La técnica se remonta a los orígenes mismos del hombre, podemos decir que es tan antigua como el hombre, la presencia del instrumental paleolítico en los tiempos prehistóricos señala la aparición del hombre y simultáneamente de la técnica. La gran importancia que ésta ha tenido en la prehistoria de la humanidad se pone de manifiesto en el hecho que épocas enteras tales como la Edad de la piedra pulida, la Edad de la piedra tallada, la Edad del bronce y la Edad del hierro se las designa de acuerdo a los materiales y procedimientos técnicos en ellas utilizados.

Es imposible concebir el desarrollo y la evolución del hombre sin el auxilio de la técnica, es un ser demasiado débil y desprotegido frente a las fieras o a las inclemencias de la naturaleza; imaginémoslo defendiéndose solamente con las manos y los dientes, o en un medio ambiente natural sin los elementos de protección y de confort de que dispone actualmente. Si ha podido progresar es debido a que por medio de la técnica ha logrado munirse de las herramientas que le han permitido defenderse y cambiar su hábitat.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

dano. La actividad artesanal o manual no era honrosa y deformaba tanto el alma como el cuerpo.

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

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

Refiriéndose a los inventores alejandrinos Giedion dice: "La idea de poner sus grandes talentos de inventiva al servicio de la producción fue ajena a su visión."⁸⁵

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

Con el cristianismo cambió esta concepción esclavista del trabajo pero se lo siguió presentando como un mal, un mal necesario que recuerda al hombre la maldición divina: *Ganarás el pan con el sudor de tu frente* (Antiguo Testamento). Esta concepción va cambiando en la Edad Media, muchas veces sobre la base de algunos elementos del Nuevo Testamento; por ejemplo: *El que no trabaja no come* (San Pablo); el trabajo va adquiriendo así, poco a poco, un sentido de redención. Pero hay que llegar a la época de la Reforma para poder hablar de una verdadera valoración del trabajo como actividad de dimensión social (La vida activa pasa a tener más significación que la vida contemplativa).

Según algunos autores la esclavitud, que fue la base de las relaciones de producción durante muchos siglos, bloqueó el progreso técnico, en la medida que al disponerse de una mano de obra servil no había necesidad de técnicas perfeccionadas para economizar el trabajo; pero según otros, "sería una solución muy simplista decir que el mundo grecorromano fracasó en su desarrollo técnico porque tenía abundancia de esclavos, y que en la Europa medieval y del Renacimiento se produjo un notable desarrollo técnico como consecuencia de la escasez de fuerza de

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

trabajo a causa de las epidemias”, pues los factores en juego fueron ciertamente mucho más numerosos y complejos, más adelante haremos un breve comentario sobre este tema.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

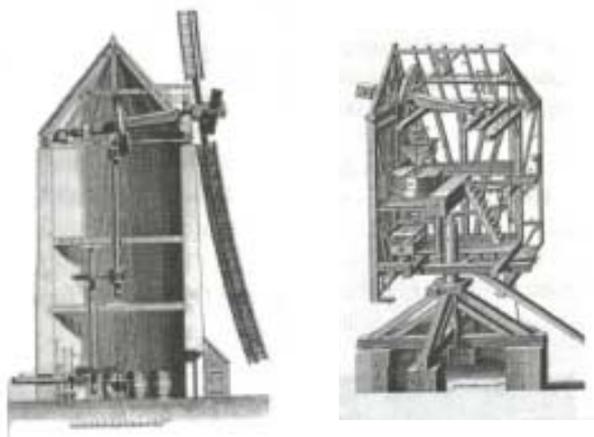
Los molinos de agua se conocían en Europa ya en la época de los romanos, pero su uso no estaba muy generalizado y prácticamente se reducía a la molienda de granos. En un principio eran de eje vertical y requerían cursos de agua



rápidos y grandes desniveles, por lo que se usaron sobre todo en zonas montañosas, se pueden considerar los precursores de las turbinas hidráulicas, los de eje horizontal (ruedas hidráulicas) parecen ser posteriores y su uso se generalizó en el medievo, primero en la molienda del trigo y luego en otras actividades entre las que podemos mencionar el abatanado de la lana (proceso consistente en golpear la tela en agua para encogerla y compactarla y aumentar así su resistencia). En el siglo XIII y XIV se los utilizó también para accionar fuelles y martinetes de forja, para mover sierras, etc. y más adelante, a partir del siglo XV en el accionamiento de bombas para el drenado de minas, de máquinas de trefilar, etc. y como fuente de energía en las industrias textil y papelera. Cabe destacar que en el mundo musulmán el uso de los molinos de agua estaba casi exclusivamente restringido a la irrigación.



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



Los hombres de la Edad Media y del Renacimiento construyeron molinos de agua y de viento donde pudieron, lo que les permitió disponer de energía para incrementar el proceso productivo; esto no sucedió en otras partes del mundo. Estos molinos fueron la primera fuente de energía basada en las fuerzas de la naturaleza y para su época representaron lo que hoy puede ser el carbón, el petróleo o el uranio, pero la diferencia substancial es que la energía del viento o del agua debía ser utilizada *in*

situ 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 marcó el comienzo de la ruptura con el mundo tradicional y un lejano preanuncio de la Revolución Industrial.

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



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

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

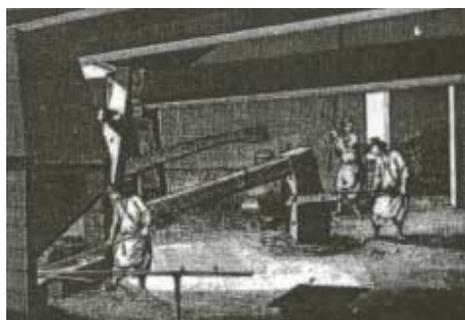
Como hemos dicho, el medievo marca el comienzo de la mecanización en el mundo pues si bien la antigüedad conoció las máquinas no las utilizó sistemáticamente para simplificar el trabajo humano e hizo un uso restringido de las mismas.



Obsérvese el "árbol" de levas

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

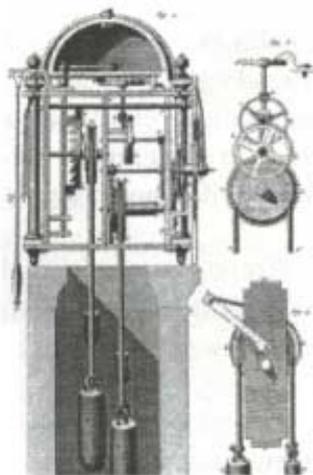
El proceso de mecanización de las actividades productivas promovió una importante evolución de la técnica, por ejemplo: el desarrollo de las ruedas y molinos hidráulicos y eólicos trajo aparejado el desarrollo de muchísimos mecanismos conexos (ruedas dentadas, bielas, etc.). Es interesante destacar que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



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

Refiriéndose a la técnica de los chinos Gimpel comenta que "sus grandes inventos no desempeñaron jamás un papel determinante en la evolución histórica del país."⁸⁷

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



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

⁸⁷ Gimpel, J. 1981. La revolución industrial en la edad media. *Taurus. Madrid. P. 18*

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

Son también de origen medieval la rueca, el timón de codaste, las tuercas y las llaves para tuerca, el movimiento pedal-manivela, así como la aplicación del árbol de levas en el trabajo mecanizado (accionamiento de martinets de forja, etc.).

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

El desarrollo técnico de la Edad Media generó una cultura técnica que influyó en la evolución de la sociedad europea y contribuyó de manera decisiva al nacimiento del mundo actual; fue un factor importante en el surgimiento del Renacimiento y una pieza clave de la Revolución Industrial, partida de nacimiento de la sociedad industrial.

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

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

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

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

Este Hombre Nuevo está ya presente en todas las manifestaciones de ese fenómeno monumental de la humanidad que se llamó Renacimiento, período de gran-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La revolución industrial

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

Desde hacía siglos, el hombre buscaba reemplazar la energía muscular por otras formas de energía que lo fueran liberando de realizar esfuerzos físicos, primero fueron los animales (buey, caballo, etc.), más tarde el agua y el viento (energía hidráulica y eólica), pero éstas tenían sus límites, no sólo en cuanto a energía disponible sino también en cuanto a la localización geográfica (los molinos de agua requieren contar con una corriente de agua y los de viento con condiciones climáticas particulares).

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

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

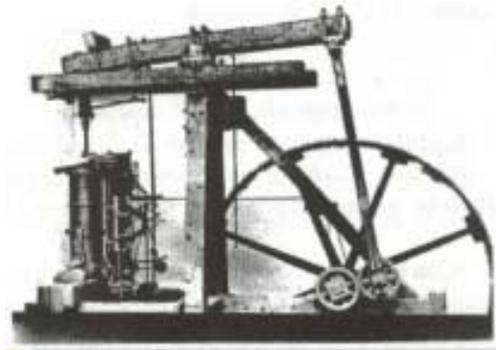
El invento de la máquina de hilar y del telar mecánico por un lado, y de la máquina de vapor por otro, marcan el inicio de lo que más tarde se llamó la Revolución Industrial (1760-1830).

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

Revolución industrial

Se entiende por tal, no sólo los cambios en las condiciones de producción en diversas ramas de la industria como consecuencia de una serie de invenciones que tuvieron lugar en Gran Bretaña, sino, y sobre todo, las transformaciones que en la estructura social provocaron estos cambios en el esquema productivo.

⁸⁸ Bairoch, P. 1967. Revolución industrial y subdesarrollo. Siglo XXI. México. P. 12.



Máquina de vapor de Watt

Las invenciones que desencadenaron la revolución industrial y otras 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 permitió el nacimiento de la gran industria, que se consolidó 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 XVIII. En el plano económico merece destacarse el surgimiento de una economía de mercado; de una economía cerrada de consumo se pasó a una economía abierta de producción.

La Revolución Industrial si bien no fue una revolución en el sentido tradicional del término, es decir un acontecimiento violento destinado a cambiar el orden existente (un cambio revolucionario del que son autores conscientes los protagonistas del mismo) tuvo consecuencias más trascendentes que las de muchas revoluciones y realmente cambió la sociedad dando lugar al mundo contemporáneo.

La expresión Revolución Industrial fue acuñada muchos años más tarde –presumiblemente, en 1839⁸⁹– cuando la magnitud de las transformaciones producidas había, prácticamente, cambiado la vida del hombre en los países que habían vivido esta revolución. “La revolución industrial tuvo, para Inglaterra, el significado que para Francia tuvo la revolución política y para Alemania la revolución filosófica.”⁹⁰

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

La revolución industrial es la mayor transformación de la sociedad desde el descubrimiento de la agricultura y marcó el paso de la sociedad agraria a la moderna

⁸⁹ Fohlen, C. 1971. ¿Qu'est-ce que la révolution industrielle? Robert Laffont. Paris. P. 18. “Probablemente sea Natalis Briavoine, en su obra De l'industrie en Belgique, publicada en 1839, quien primeramente agregó el apíteto ‘industrial’ a la palabra ‘revolución’”.

⁹⁰ Fohlen, C. 1971. Op. Cit. P. 21.

sociedad industrial. La sedentarización y la revolución industrial son los dos únicos cambios cualitativos en la vida social, que el hombre ha conocido hasta ahora.

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

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

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

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

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

La revolución tecnológica

Si la introducción del vapor marca el comienzo de la sociedad industrial, el progreso tecnológico no se detuvo y la humanidad asistió a la introducción de nuevas fuentes de energía. A finales del siglo XIX irrumpe la electricidad, primero destinada sobre

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

todo a la v: iluminación, más tarde para uso industrial; luego el petróleo y los motores de combustión interna, y ya en la segunda mitad del siglo XX la energía atómica; habrá que ver lo que nos depara el futuro. Tengamos presente que la energía solar aún no está industrialmente aprovechada, y que el sol es la principal fuente de energía de la cual depende toda forma de vida en la tierra; no olvidemos que el carbón y el petróleo son energía solar acumulada, y que la energía de los rayos solares al evaporar el agua, fundamentalmente la de los océanos, forma las nubes que a su vez provocan las lluvias que alimentan los ríos, los que se aprovechan muchas veces para generar corriente eléctrica.

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

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

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

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

Sin embargo faltaba un paso, incorporar esta organización científica del trabajo en un sistema de máquinas que progresara automáticamente y dictase su ritmo al obrero. Fue Henry Ford quien lo hizo al introducir la línea de montaje. Ahora bien, un cambio en las técnicas de producción implicaba un cambio paralelo en los modos de vida. Para producir mucho hacía falta un mercado que consumiera mucho, y como lo decía Henry Ford, no se podía contar solamente con los ricos: ellos no eran lo suficientemente numerosos; la producción en masa que planteaba Ford sólo podía imaginarse en una gran sociedad de consumo. Para eso había que hacer de los obreros consumidores, integrarlos psicológica y financieramente al funcionamiento del capitalismo, como trabajadores y como clientes, he allí la solución. Para esto Henry Ford decide pagar más a sus asalariados y anuncia en todo EEUU ofertas de empleo prometiendo más del doble que en el resto del país. Pero, lógicamente, a condición de plegarse a la disciplina de la fábrica moderna, al rutinario trabajo en cadena, al ritmo impuesto por el taylorismo. Ford basa su sistema en la idea de la prosperidad general, como garantía de una producción masiva y altos salarios. Este sistema, el fordismo, es fundamentalmente una experiencia práctica, un fenómeno social.

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

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

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

Taylorismo

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

Fordismo

En el fordismo, la productividad deja de ser el resultado de la sumatoria de esfuerzos individuales y pasa a depender de la planificación y correcta utilización de la capacidad de producción.

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

comunicación tan densos; por eso solicitan constantemente las sugerencias de todos; y por eso, sobre todo, reclaman, fuera de ellas, al sistema educativo nacional, la preparación de un número cada día creciente de bachilleres, de ingenieros, de generalistas esclarecidos y cultos, tierra de cultivo indispensable para una industria que debe alimentarse de inteligencia permanente.”⁹³

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

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

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

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

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

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

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

fenómeno polifacético y multidisciplinario para adaptarlo a las necesidades de la humanidad.

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

La revolución científico-tecnológica

En la época actual han surgido nuevas tecnologías, sobre todo dentro de los campos de la microelectrónica, la informática y la biotecnología, que plantean cambios revolucionarios, algunos de los cuales ya hemos comenzado a vivir, y que anuncian una nueva revolución en el campo social y productivo.

Si la revolución industrial logró que la máquina reemplazara en gran medida el trabajo físico y muscular del hombre, esta nueva revolución a la que ya estamos asistiendo, y que podemos llamar Revolución Científico-Tecnológica o Tercera Revolución Industrial, está logrando que la máquina reemplace no sólo el trabajo físico o manual, sino también algunos aspectos del trabajo intelectual del hombre, sobre todo lo rutinario y repetitivo, dejando más tiempo para el trabajo intelectual creativo; tomemos por ejemplo la computadora, con la que se pueden realizar en pocos segundos operaciones que con los métodos tradicionales llevarían días de trabajo, por otro lado es posible elaborar diseños complejos, transmitirlos de una punta a otra del globo, programar la fabricación de productos, etc. El control numérico de máquinas-herramientas y los robots son hoy moneda corriente en los esquemas avanzados de producción industrial. Con la computadora el hombre puede independizarse del ritmo de la máquina, es suficiente programarla, su trabajo se intelectualiza. Hoy, prácticamente todos los sistemas operan intercambiando información; además, ésta se ha convertido en el factor clave del mundo actual.

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

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

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

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

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

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

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

En nuestro análisis hemos vinculado los grandes cambios socioculturales que se han producido a partir del 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.

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

Sobre el tema, Lewis Mumford, en su libro *Técnica y civilización* (1934), escribe:

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

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

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

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

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

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

9. LA TECNOLOGÍA Y LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA

Aquiles Gay

Ningún hecho social, humano, espiritual, tiene tanta importancia en el mundo de hoy como el hecho técnico.
Sin embargo, ningún dominio es peor conocido.
 Jacques Ellul. *El siglo XX y la técnica*.

La estructura productiva ha experimentado a lo largo de los dos últimos siglos transformaciones radicales que han contribuido, en gran medida, a cambiar el ritmo de evolución de la sociedad.

Estas transformaciones fueron consecuencia del desarrollo tecnológico y de cambios en la estructura económica. El desarrollo tecnológico fue un factor clave de estas transformaciones; y, en cuanto a la estructura económica, hubo modificaciones en las relaciones comerciales que incentivaron cambios en la estructura productiva. Veamos la génesis de esas modificaciones.

A lo largo de la historia la actividad humana se desarrolló fundamentalmente en tres áreas, la agricultura, el comercio y la fabricación de bienes tangibles; pero, esta última desempeñó, durante siglos, un papel secundario, desde el punto de vista económico, frente a la agricultura y al comercio, pues la producción era artesanal y limitada; todo comenzó a cambiar cuando se amplió el campo de las transacciones comerciales, aumentó la demanda, y consecuentemente surgió un sistema de mercado que posibilitó la producción en una escala mucho mayor.

El sistema de mercado promovió una sociedad de mercado que progresivamente suplantó la sociedad medieval, esta última, una sociedad tradicional, fuertemente aferrada al concepto de autoridad, en la que el trabajo, tenía un status social (era un deber que la sociedad exigía a los integrantes de determinados grupos, por ejemplo los vasallos o los esclavos, a quienes no se les pagaba por las tareas realizadas); en la que el trabajador rural era un siervo al servicio de su señor; en la que los artesanos estaban atados a sus actividades de por vida; en la que las corporaciones imponían reglas que limitaban la posibilidad de realizar actividades artesanales; en otras palabras una sociedad rígida, en la que los intereses que prevalecían eran sobre todo militares, políticos o religiosos y en general no orientados directamente al lucro, sino más bien a la fama y el poder; el afán de ganar dinero no era la preocupación central: la idea del dinero como factor de poder no había tomado cuerpo en la sociedad.

Con la sociedad de mercado, cambió el sistema de relaciones sociales, el concepto de mercancía tomó otra dimensión, lo económico se integró sólidamente en la vida social, que se caracterizó por una monetización general; las reglas de la oferta y la demanda se generalizaron alcanzando múltiples actividades; «el trabajo» dejó de ser parte de una relación social para convertirse en una «mercancía» más, destinada a ser vendida en el mercado; se liberó al trabajo de las ataduras que le imponía la sociedad.

La aparición de la sociedad de mercado está muy vinculada, entre otras razones, al fenómeno de la urbanización que tuvo lugar a lo largo de la Edad Media, y al mejoramiento de las comunicaciones y del transporte, (si bien el mercado como institución de transacciones comerciales se remonta muy lejos en el tiempo, su alcance era muy limitado) el crecimiento de las ciudades y su afianzamiento como núcleo central de las actividades artesanales y del comercio amplió el campo de las transacciones comerciales y llevó al fortalecimiento de una economía de mercado que dio pie al surgimiento de esta nueva sociedad.

El sistema de mercado abrió las puertas al capitalismo. Sobre el tema, Robert L. Heilbroner y Lester C. Thurow en el libro *La economía explicada* dicen:

“Es así que en un sistema de mercado la mayoría de los individuos no sólo son libres de buscar trabajo donde quieran sino que además deben esforzarse por encontrarlo; a modo de contraste, los siervos y los artesanos, atados a la tradición, nacían con un empleo y sólo con gran dificultad podían cambiarlo por otro.”⁹⁸

En otro párrafo del libro comentan:

“El aspecto revolucionario del capitalismo consisten en que un viejo modo de vida feudal tuvo que ser desmantelado antes que el sistema de mercado pudiese aparecer. Esto nos lleva a pensar nuevamente acerca del elemento de libertad económica que juega un papel tan importante en nuestra definición del capitalismo. Como vimos, la libertad económica no surgió simplemente porque los hombres y mujeres cortaron directamente con los lazos de las costumbres y la autoridad. También fue arrojada sobre ellos, a veces como un cambio muy penoso y desagradable.

Con todas sus crueldades e injusticias el feudalismo europeo proveía cierta seguridad económica. Por muy humilde que fuera la vida de un siervo al menos él sabía que en las malas épocas tenía garantizada una pequeña ración del granero de su patrón. Por muy explotado que estuviera un jornalero él sabía que, bajo las reglas del gremio de su maestro, no podía ser despedido de su trabajo.

(...) El surgimiento del sistema de mercado destruyó esa seguridad social. De esa manera, la libertad económica del capitalismo aparecía como una espada de doble filo (...) El sistema de mercado se convirtió así en causa de intranquilidad, inseguridad y sufrimiento individual, pero también fue la fuente de progreso, oportunidad y logros. Esta contienda entre los costos y beneficios de la libertad económica es un tema aún crucial para el capitalismo.”⁹⁹

“En una sociedad de mercado, los servicios del trabajo, la tierra y el capital son contratados o rescindidos, reciben el nombre de factores de la producción.”¹⁰⁰

La consolidación de la sociedad de mercado y del capitalismo (en sus comienzos capitalismo comercial) se produce aproximadamente en el siglo XVI (luego con la revolución industrial aparece el capitalismo industrial). El acelerado desarrollo tecnológico del último siglo está íntimamente asociado al ascenso del capitalismo, que por razones económicas estimuló una tecnología de producción. Con el capitalismo nace una nueva clase social, la burguesía, que desplaza a la nobleza y va a desempeñar un papel fundamental en la evolución de la sociedad.

Donde primero se comienza a plantear una producción en gran escala fue en el ámbito de la fabricación de telas. Recordemos que ya en el siglo XIII había importantes manufacturas textiles en Flandes y en el norte de Italia, y más tarde en Gran Bretaña, en donde llegó a adquirir gran importancia; sin embargo hay que llegar a la revolución industrial, con las correspondientes transformaciones en el esquema productivo, para que esta fabricación pase a desempeñar un papel protagónico en el desarrollo económico y por ende en el desarrollo social.

Con la revolución industrial, que nace al introducir la máquina en el proceso productivo, comienza la mecanización del trabajo, es decir el reemplazo sistemático del trabajo manual por el trabajo de la máquina, y como consecuencia, la fabricación en

⁹⁸ Heilbroner, R.; Thurow, L. 1985. La economía explicada. Aquilar. Buenos Aires. P. 20.

⁹⁹ Heilbroner, R.; Thurow, L. 1985. Op. cit. P. 23.

¹⁰⁰ Heilbroner, R.; Thurow, L. 1985. Op. cit. P. 20.

gran escala. Es precisamente en el ámbito de la industria textil, que ya existía, y cuya producción no alcanzaba a satisfacer los requerimientos del mercado, donde se inicia este proceso. Este ejemplo nos permite ratificar lo que hemos planteado: la realidad económica y social es la que condiciona e impulsa los cambios técnico-tecnológicos, los que a su vez suelen provocar grandes transformaciones socioculturales; el hecho técnico en sí no es suficiente si no están dadas las condicionantes socioeconómicas. Schumpeter dice “la realización de la invención y la elaboración de la innovación correspondiente son económica y sociológicamente son dos cosas por entero diferentes.”¹⁰¹

La fabricación en gran escala plantea una nueva lógica de la producción, al respecto, Miguel Angel Quintanilla dice: “La nueva ‘lógica de la producción’ radica en la separación del capital y el trabajo, y en el sometimiento consiguiente de todo el proceso productivo al principio de la maximización del beneficio en un mercado competitivo.”¹⁰²

La característica más importante de ese nuevo esquema productivo es la separación de las tareas de concepción, de las de fabricación. Estas dos operaciones estuvieron durante siglos a cargo de la misma persona, el artesano, que concebía y construía él mismo el producto. Si bien las tendencias a separar estas actividades ya se habían manifestado en la especialización planteada en la manufactura, fue la revolución industrial la que rompió definitivamente el esquema vigente y planteó la necesidad de proyectar el producto en todos sus detalles antes de producirlo industrialmente. Se establece así una nueva etapa en la división técnica del trabajo consistente en la separación de las actividades de concepción de las de fabricación, actividades hasta ese momento, en general, en manos de una sola persona (el artesano) responsable de todo el proceso productivo, y en el cual muchas veces el arte y la artesanía formaban una sola unidad. El artesano, y también el artista, en general diseñan y construyen simultáneamente. En otras palabras, en la producción artesanal no se plantea un trabajo de preconcepción sistematizada, mientras que en la producción industrial sí, pues es imposible fabricar industrialmente un objeto sin antes haber definido con precisión los aspectos, formales, estructurales, tecnológicos, etc., para optimizar los resultados con el mínimo de costos. Esta actividad de preconcepción de la forma y de los aspectos estructurales, tecnológicos, etc. es lo que llamamos “Diseño” y forma parte de lo que corrientemente se denomina “El proyecto”. Cabe recordar que la palabra diseño abarca no sólo la concepción de objetos, sino en general la de bienes, procesos y servicios. En el contexto del diseño de bienes, el dibujo técnico desempeña un papel fundamental.

Como consecuencia de esta separación se produce una fragmentación y descalificación de las actividades del trabajador que no puede más sentirse autor totalmente responsable y orgulloso de su obra. La máquina comienza a marcar en forma indeleble al producto que pasa a ser impersonal en su producción. En los comienzos de la producción industrial esto provocó encendidas críticas y se acusó a la máquina de destruir la alegría del trabajo.

“La división del trabajo también alteró de otras maneras la vida social. El trabajo se volvió más fragmentario, monótono, tedioso, alienante y la autosuficiencia de los individuos se restringió notablemente.”¹⁰³

⁴ Schumpeter, J. A. *Business Cycles. Vol 1. P. 85.*

⁵ Quintanilla, M. A. 1991. *Tecnología: un enfoque filosófico. EUDEBA. Buenos Aires. P. 16.*

⁶ Heilbroner, R.; Thurow, L. 1985. *Op. cit. P. 29.*

La revolución industrial abrió el camino a un acelerado desarrollo tecnológico cuyas implicancias en el campo de la estructura productiva, a partir de mediados del siglo XIX y sobre todo en lo que va de este siglo, han modificado todo el campo de las actividades humanas y planteado un nuevo mundo caracterizado, entre otras cosas por la consolidación de una sociedad de mercado, por la mecanización no sólo de las actividades productivas sino también de las actividades cotidianas (con todas las consecuencias que la misma implica) y por una reducción del grado de independencia económica de los miembros de la comunidad, el «hombre múltiple» del siglo pasado, que en muchos aspectos llegaba a bastarse a sí mismo, desapareció, la complejidad de la vida moderna exige una especialización que ha incrementado enormemente la interdependencia económica de la comunidad. El progreso tecnológico pasó a ser en sí una actividad social.

La tecnología se ha convertido en una fuerza productiva, algunos la califican como un factor de la producción asimilándola a los factores clásicos que son: trabajo, capital y recursos naturales (tierra, yacimientos minerales, reservas de agua, etc.); se la puede considerar como una mercancía que se produce, se comercializa y se incorpora a los medios de producción con “la característica fundamental de que es inmaterial.”¹⁰⁴

La revolución científico-tecnológica y la estructura productiva

Los modos de producción están en constante evolución; cuando las sacudidas socioculturales, consecuencia de la Revolución Industrial, todavía siguen recorriendo el mundo, estamos asistiendo a otro impacto, el de la Revolución Científico-tecnológica, con ella se marcha hacia una nueva sociedad, una sociedad de creación, en la que la productividad no tendrá más como eje la cantidad de personas que producen y su mecanización, sino el conocimiento tecnológico y la creatividad de la sociedad y de cada uno de sus integrantes. En esta nueva etapa de la historia de la humanidad, el desarrollo tecnológico y la producción de tecnología son aspectos muy importantes que deben ser tenidos en cuenta porque afectan no sólo la estructura productiva, sino también nuestra cultura y nuestra forma de vida. Para hacer frente a estos cambios y poder integrarse en este nuevo mundo en gestación, es necesario analizar en detalle los diferentes aspectos, tanto técnicos, como económicos y sociales de la tecnología.

Sobre este tema, en los Contenidos Básicos Comunes para la Educación Básica del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, leemos:

“Desde fines del siglo XIX y especialmente desde mediados de la década de los setenta, el acelerado incremento en la producción científica, el creciente desarrollo tecnológico y el correspondiente cambio en las relaciones sociales de producción y de consumo han determinado lo que la UNESCO denomina ‘revolución científico-tecnológica’. (...) Esta revolución determina un cambio en las competencias requeridas para el desempeño de los habitantes en los diferentes sectores del mundo social, económico, productivo, científico, cultural y político. Entre los cambios más significativos en los diferentes órdenes, en relación con el impacto del desarrollo tecnológico, se destacan los siguientes:

- Cambios en los métodos de producción, que determinan que, en el período de su vida laboral, cada generación de trabajadores y trabajadoras presencia

¹⁰⁴ Martínez, E. 1978. Introducción al estudio del papel de la tecnología en el desarrollo argentino. *Quiipo. Buenos Aires. P. 22.*

entre cinco y seis cambios cualitativos en las características de sus profesiones y habilidades. Los perfiles laborales se desplazan hacia niveles superiores de conceptualización, con mayores requerimientos de habilidades intelectuales en detrimento de las destrezas psicomotrices. Actualmente, estos cambios están caracterizados fundamentalmente por la incorporación de la informática, las máquina-herramientas de control numérico y los sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora).

- Cambios en los hábitos de consumo, ya que los bienes tienen una vida más efímera y los medios masivos de publicidad influyen fuertemente sobre dichos hábitos.
- Cambios en el campo científico, que suponen una superespecialización por parte de los productores de conocimiento, y una división entre el trabajo de producción y de aplicación tecnológica de los conocimientos científicos. Esta división del trabajo tiene como propósito la rápida utilización de los conocimientos, ya sea con fines humanitarios, bélicos o económicos.
- Cambios en el campo político, que se manifiestan en la implementación de políticas que establecen nuevas relaciones entre trabajo producción y consumo, con un menor nivel de intervención del Estado.
- Cambios en el campo cultural, ya que se observa un protagonismo de los conocimientos científico-tecnológicos, en un marco de revalorización del humanismo y de los derechos individuales y, por lo tanto, afecta las formas de valoración, apropiación y producción de la cultura.
- Cambios en las relaciones con el ambiente natural: la explotación indiscriminada de los recursos naturales renovables y no renovables, sumada al desarrollo urbano de las sociedades modernas ha determinado un impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas locales, regionales y globales que alcanza actualmente extrema gravedad. Esto exige un replanteo de las relaciones que la humanidad mantiene con el ambiente natural.
- Cambios en el concepto de riqueza de las naciones: en la actualidad, son ricos los países que poseen conocimientos científico-tecnológicos o experiencia industrial. Ya no basta con poseer recursos naturales, alimentos y energía. La formación de personas altamente calificadas, capaces de hacer un uso inteligente de las nuevas tecnologías, se ha convertido en el gran condicionante para la transformación de las empresas, e incluso, para las decisiones acerca de en qué país invertir."

La dependencia tecnológica

La imposibilidad de producir toda la tecnología que requiere la estructura productiva de bienes y servicios de un país, plantea la necesidad de importar lo que no se puede producir. La complejidad de los desarrollos tecnológicos ha llegado a un grado tal que hoy prácticamente ningún país puede hablar de una autarquía tecnológica. La tecnología que fluye en su estructura productiva es una mezcla de tecnología nacional y de tecnología importada. El problema es regular ese flujo para evitar caer en una dependencia tecnológica, sobre todo teniendo en cuenta "que la tecnología es uno de los elementos más importantes para la independencia y el desarrollo económico de los países"¹⁰⁵, y además "la tecnología es uno de los principales instrumentos de poder"¹⁰⁶. La solución está en desarrollar una capacidad tecnológica propia a fin de poder manejar con autonomía la mezcla "tecnología nacional-tecnológica".

¹⁰⁵ Sabato, J.; Mackenzie, M. 1982. La producción de tecnología. *Nueva Imagen. México. P. 13.*

¹⁰⁶ Sabato, J.; Mackenzie, M. 1982. *Op. Cit. P. 171.*

logía importada". Para lograr esto, es necesario establecer una política tecnológica que posibilite el desarrollo de una capacidad tecnológica autónoma.

El costo que los países en desarrollo pagan en concepto de regalías por la tecnología que reciben representa sumas muy significativas en su balanza de pagos, y muchas veces lo más grave suele ser: la falta de adaptación de esas tecnologías a los requerimientos locales, la adquisición de tecnologías obsoletas, la sobrefacturación de insumos clave, etc.; todo esto agrava el problema de la dependencia tecnológica.

El problema de la dependencia tecnológica es complejo, multifacético y tiene alcances más vastos que lo estrictamente económico, además está muy vinculado a la política tecnológica, la que a su vez está integrada dentro de una política económica global.

A continuación transcribimos un párrafo del artículo "El costo de la dependencia tecnológica", pues define bien lo que se debe entender cuando se habla de independencia tecnológica:

"La independencia en este terreno no debe confundirse con el estrecho concepto de autarquía. La entendemos aquí como la facultad de tomar las decisiones que convengan cuando convengan, y de realizarlas en el momento apropiado, lo cual lleva implícita la facultad de decidir las técnicas que hay que importar del extranjero; de los términos y condiciones en que deben aceptarse; de cómo ajustarlas y adaptarlas a las necesidades de un determinado país, asimilarlas y difundirlas, obtener los máximos beneficios en función de la capacidad técnica del país, y de cómo establecer el equilibrio entre las técnicas importadas y las del país. En pocas palabras, se trata de la diferencia crucial que existe entre depender completamente del extranjero o poder tomar y ejecutar decisiones de interés nacional."¹⁰⁷

Valor de uso, valor de cambio y valor de signo

Considerada como mercancía, la tecnología tiene valor de uso y valor de cambio; a los objetos tecnológicos de uso corriente se les puede agregar, en muchos casos, el valor de signo.

- El **valor de uso** está referido a la capacidad para satisfacer determinadas necesidades o requerimientos. El concepto de valor de uso está asociado a la utilidad práctica, a la función que cumple, al valor que la tecnología posee para quien la utiliza.
- El **valor de cambio** es el valor que cualquier cosa (material o no) tiene como mercancía y en general depende en gran medida de su valor de uso; expresa la cantidad de mercancía que se puede intercambiar por otra, pero en una economía monetaria estas relaciones se expresan en términos de dinero. La tecnología se puede vender a quien la necesite y como consecuencia tiene un valor de cambio.

Los conceptos de valor de uso y de valor de cambio plantean algunas veces ciertas paradojas como ser: mercancías de gran utilidad con bajos valores de cambio y

¹⁰⁷ Patel, S.J. 1973. "El costo de la dependencia tecnológica". En Revista Ceres. FAO -Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-. N° 32. P. 16.

mercancías mucho menos útiles pero con altos valores de cambio; el agua y los diamantes son ejemplos clásicos.

- El **valor de signo** (planteado por Jean Baudrillard¹⁰⁸), aplicable a los objetos tecnológicos, es el valor incorporado que tiene un objeto cuando además de su valor de uso tiene un valor de significación (connotador de status, definidor de gustos, de actitud frente a la vida. etc.); de un orden distinto del valor de uso, pero tan funcional como éste.

Como ejemplo podemos plantar el caso de un automóvil de lujo (objeto tecnológico) al que habría que agregarle a su valor de uso lo que representa como eventual símbolo de status.

Todo objeto, por más bien hecho que esté tiene un cierto valor de cambio, vinculado al valor de uso, que es difícil superar, a menos que se le confiera un valor artificial, un valor de significación, el valor de signo –a veces denominado por Baudrillard **valor de cambio-signo**–.

Esto no quiere decir que el valor de signo esté necesariamente asociado a un muy alto valor de cambio, pues en muchos casos hay objetos de uso corriente, de venta en gran escala, que sin ser de muy alto precio pueden tener un valor de signo y marcar actitudes frente a la vida (juventud, desprejuicio, etc.).

Conviene no confundir valor de signo con valor simbólico; el valor de signo es un producto social, función del medio sociocultural e independiente de motivaciones particulares, mientras que el valor simbólico es función de una relación de simbolización motivada; la causa de la motivación en general es de tipo afectiva. Un regalo, por ejemplo, puede tener para quien lo recibe un valor simbólico muy grande independientemente de otras consideraciones (precio, elegancia, moda, valor de signo, etc.); como otro ejemplo podemos imaginarnos una flor seca en las páginas de un libro, que para quien la guarda puede llegar a tener un gran valor simbólico, independientemente de no ser más que una flor seca.

Si bien las palabras signo y símbolo, en algunos casos, se las llega a considerar como sinónimos, desde nuestra óptica representan realidades distintas. El valor de signo lo fija convencionalmente el sistema de relaciones sociales, mientras que el valor simbólico es un elemento afectivo de participación, más que una forma codificada de comunicación; el valor simbólico es un agregado; es un plus de significación.

El valor de signo es, desde el punto de vista económico, un factor en cuenta en el planteo previo a una producción industrial.

¹⁰⁸ Baudrillard, J. 1974. Crítica de la economía política del signo. *Siglo XXI. México. P. 263.*

10. LA TECNOLOGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE

Aquiles Gay

“Hay muchos que, cuando se refieren al medio ambiente, lo hacen desde un punto de vista exclusivamente naturalista; más aún, conservacionista. Ponen, por lo tanto, mucho énfasis en los recursos vivos del ambiente, invirtiendo en ello cierta dosis de sentimentalismo. Olvidan que con esta concepción ambiental dejan fuera las variables sociales, psicológicas, económicas, políticas y culturales que el hombre ha introducido en el concepto de medio ambiente.”¹⁰⁹

Vivimos en un mundo en el que el desarrollo social está muy vinculado al progreso tecnológico y como resultado al desarrollo de la actividad industrial y a todos los problemas ambientales consecuencia de esta actividad. La actividad industrial, “la explotación indiscriminada de los recursos naturales renovables y no renovables, sumadas al desarrollo urbano de las sociedades modernas ha determinado un impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas locales, regionales y globales que alcanzan actualmente una gravedad que reclama un replanteo de las relaciones que la humanidad mantiene con el medio ambiente.”¹¹⁰

Todos estos problemas plantean situaciones de riesgo tanto para el medio ambiente como para ciertos hábitat (El riesgo ha pasado a ser un componente más de la cotidianidad; vivimos la civilización del riesgo).

Cuando decimos situaciones de riesgo para el medio ambiente nos referimos, sobre todo, a la contaminación, ya sea de los recursos hídricos como de la atmósfera consecuencia del accionar humano.

Cuando decimos situaciones de riesgo para ciertos hábitat, nos referimos específicamente a la degradación de la calidad de vida en determinadas zonas urbanas debido al acelerado y descontrolado crecimiento habitacional resultado del desarrollo industrial de la zona o de zonas aledañas; la falta de planificación urbanística y la especulación financiera son ingredientes que agravan el problema, cuyas consecuencias son, entre otras, la falta de agua potable en cantidad y calidad suficientes, la carencia de sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas, la escasez de espacios verdes para disminuir la contaminación, etc., a estos problemas se le suman el hacinamiento y la precariedad habitacional, todo lo que compromete seriamente la salud de la población.

Hemos planteado que vivimos la civilización del riesgo; y no podemos decir otra cosa si nos atenemos a los riesgos permanentes que representan: la contaminación del medio ambiente; las lluvias ácidas; el deterioro de la capa de ozono; el efecto invernadero; las tecnologías nucleares; etc. Somos conscientes que el riesgo acompañó siempre el devenir del hombre, pero en el pasado estos riesgos eran exógenos, no dependían de su accionar (por ejemplo, las catástrofes naturales), pero hoy los riesgos mayores son endógenos y como consecuencia de nuestro propio accionar. La situación es grave y atañe a la supervivencia misma del hombre en el planeta tierra, por lo que se impone una solución, pero cualquier solución pasa primero por la toma de conciencia del problema por todos los integrantes de la comunidad.

Los problemas ambientales son muy complejos y obedecen a múltiples factores, entre los cuales podemos mencionar, además de los citados, otros como los vincu-

¹⁰⁹ Capurro, L. F. 1987. “Un marco de referencia conceptual para elaborar un modelo holístico del Medio Ambiente”. Conferencia dada en la Primera Reunión Internacional Interdisciplinaria sobre Medio Ambiente. Fundación FUNDARE. Córdoba.

¹¹⁰ Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. Contenidos Básicos Comunes. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires. P. 233.

lados a la actividad agropecuaria (erosión del suelo; uso de fertilizantes y plaguicidas; falta de una estrategia racional de siembras; sobrepastoreo; etc.), a la forestal, a la explotación en gran escala de la naturaleza sin tener en cuenta las consecuencias de dicha explotación, etc.

Reconocemos, sin embargo, que modificaciones y eventuales alteraciones, consecuencias del accionar humano, son inevitables y representan parte del costo que debemos pagar en aras de un aumento del confort material, pero esto no exime de evaluar cuidadosamente los problemas que puedan generarse y tomar todas las medidas necesarias para evitar que las modificaciones del medio tengan una magnitud tal que lo hagan inhabitable.

Seamos realistas, los ecosistemas naturales nunca se han mantenido en un equilibrio estático, los cambios están en la esencia misma de la vida (del hombre, de los animales, de los vegetales, así como del planeta Tierra), el problema es la magnitud y el alcance de estos cambios que de ninguna manera tienen que llegar a degradar de modo irreversible la biosfera ni destruir los elementos esenciales a la vida de los seres vivos.

La relación hombre-naturaleza

La relación hombre-naturaleza está en constante cambio desde los orígenes del hombre, quien a lo largo de su existencia fue adquiriendo la capacidad de adaptar el medio a sus necesidades, a sus deseos, podemos decir a sus exigencias, en vez de adaptarse al mismo.

Tengamos presente que la actividad humana, tal cual la desarrollamos hoy, al no responder al ciclo biofísico natural, es el factor más importante en el proceso de alteración del medio ambiente y nos interesa por la magnitud de las modificaciones que puede provocar y por la generación de subproductos o residuos potencialmente peligrosos para el hombre y para el medio ambiente que está sufriendo un proceso de degradación cada vez más importante.

El acelerado desarrollo tecnológico de los últimos tiempos está planteando situaciones de riesgos que pueden llegar a poner en peligro la propia existencia del hombre. Este acelerado desarrollo tecnológico provocó la ruptura del equilibrio bio-socio-ecológico de siglos entre el hombre, la sociedad y el mundo circundante.

No debemos olvidar que el desarrollo tecnológico tiene que ser un medio para lograr el bienestar general y no un fin en sí mismo, y para que esto se cumpla es fundamental tener en cuenta no solamente los aspectos vinculados a la rentabilidad, sino, y sobre todo, los vinculados al deterioro del medio ambiente y a la vida social en general; es decir se deben tener presente los problemas ecológicos y sociales que pueden plantear la aplicación indiscriminada de nuevas tecnologías.

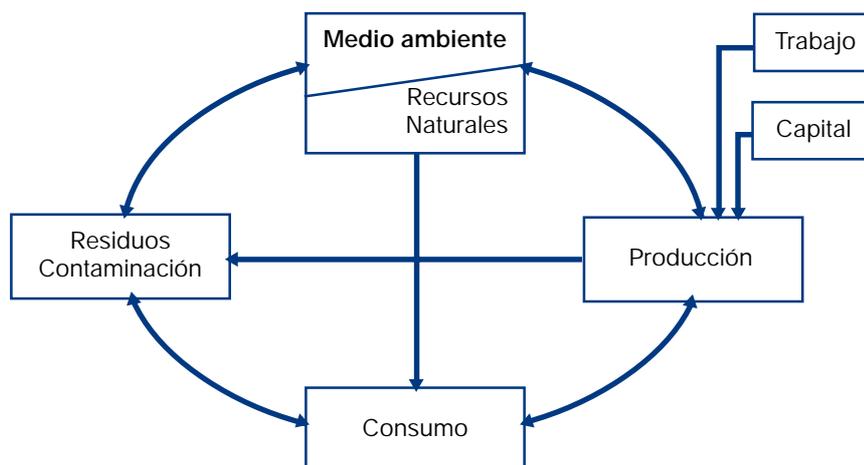
El ciclo recursos-producción-consumo-residuos-contaminación es un ciclo cerrado y el eslabón de cierre es El Medio Ambiente, cuya preservación es fundamental para la continuidad del ciclo.

Cuando los residuos y contaminaciones superan la capacidad depuradora de la naturaleza perturban y pueden llegar hasta destruir el ecosistema, con el consiguiente riesgo de subsistencia de los seres vivos.

Problema ambiental

El problema ambiental (problema ecológico) es el resultado de la acción del hombre sobre su medio, cuando buscando resolver problemas aplica indiscriminadamente los adelantos científicos y tecnológicos, sin tener en cuenta las consecuencias de su accionar.

En la figura siguiente buscamos esquematizar el funcionamiento del ciclo:



- La flecha vertical descendente representa los recursos que no pasan por el ciclo productivo; fundamentalmente, el consumo consecuencia del metabolismo humano.
- La flecha horizontal de derecha a izquierda representa los residuos directos de la producción que no pasan por el circuito del consumo.
- Una línea vertical divide al gráfico en dos partes; la de la derecha representa el ciclo tal como se lo ha concebido desde el punto de vista técnico-económico clásico, sin tener en cuenta los residuos, la contaminación y todos los problemas ambientales conexos.

El planteo que hoy se impone es holístico; hay que tener en cuenta todos los factores presentes en el ciclo, sin olvidar además que los recursos no renovables son agotables.

Ecología

La ecología es la ciencia que estudia las condiciones de existencia de los seres vivos y sus interrelaciones con el medio. Cobra cada día más importancia, habida cuenta que el hombre –al superponer al mundo natural un mundo artificial– ha cambiado sus condiciones de existencia. El hombre, ser biológico y cultural, es un integrante más del medio ambiente natural, normalmente en equilibrio ecológico; pero, poseedor de un gran poder tecnológico ha creado un medio ambiente humano que tiende a romper ese equilibrio.

De los tres factores de la producción (recursos naturales, trabajo, capital), la economía clásica centró sus análisis en los problemas vinculados al trabajo y al capital, considerando los recursos como de oferta ilimitada y particularmente los de propiedad común (aire y agua) como bienes libres, y es precisamente en éstos donde hoy se plantean los problemas más graves del deterioro ambiental.

Esta relación hombre-naturaleza es parte de un espectro mucho más amplio que abarca la interrelación entre los seres vivos y el medio que los rodea, que es el objeto de estudio de la **ecología**, ciencia que bajo este nombre se la conoce recién a partir de 1866, fecha en la que el biólogo alemán E. Haeckel utiliza por primera vez el nombre en su obra *Morfología general de los organismos*, pero cuyos antecedentes se remontan al siglo XVIII, cuando filósofos y naturalistas empezaron a interesarse en las modificaciones que el hombre introducía en su medio; planteo que toma cuerpo en el siglo XIX por obra de los grandes naturalistas de la época, Lamarck, Cuvier y, fundamentalmente, Darwin con la publicación de su obra *El origen de las especies*.

El costo social del desarrollo tecnológico

Toda nueva aplicación tecnológica requiere una evaluación del costo social que misma implica, sobre todo en el campo de la degradación del medio ambiente o de alteración del ciclo ecológico natural.

La relación costo/beneficio no puede manejarse más con los esquemas económicos clásicos; en el análisis del costo hay que tener en cuenta efectivamente el costo social (contaminación; degradación del medio ambiente; etc.), que lo paga, o lo sufre, la sociedad toda.

El concepto de racionalidad económica requiere una revisión teniendo en cuenta la contraproduktividad del actual esquema y los efectos "extraeconómicos" del mismo, fundamentalmente los no deseados de la actividad industrial, que abarcan la contaminación y degradación ambiental, consecuencia del uso irracional e intensivo de los recursos naturales, sin tener en cuenta, además, que son un bien social que hay que preservar para garantizar la supervivencia del hombre.

Es necesario buscar nuevos modos de producción basados en un consumo decreciente de energía y un ahorro de recursos, renovables y no renovables, y no centrarse solamente en remediar o aliviar las consecuencias de la contaminación y la degradación ambiental, pues esto no es ir al fondo del problema.

"No existe una fórmula simple para la creación de tecnologías y procesos de producción ambientalmente sanos. No obstante, los siguientes criterios deben incluirse en cualquier ecuación de este tipo:

- producción limpia;
- uso sostenido de los recursos;
- mantenimiento de la diversidad cultural;
- participación ciudadana en las decisiones relativas a la adopción de tecnologías."¹¹¹

Estos criterios son clave y plantean la necesidad de una toma de conciencia, por parte de todos los integrantes de la comunidad, de la temática ambiental y su vinculación con la tecnología, para que cualquier decisión que se tome en este campo sea razonablemente consensuada y que todos asuman su cuota de responsabilidad en el mantenimiento de este mundo.

Las consecuencias del acelerado desarrollo tecnológico nos están llevando a una crisis ecológica que, para Bateson, tiene sus raíces en tres causas básicas:

- a) el progreso tecnológico;
- b) el incremento de la población;
- c) ciertos errores en el pensamiento y en las actitudes de la cultura occidental: nuestros "valores" son erróneos.

"Creemos que estos tres factores fundamentales son condiciones necesarias para la destrucción de nuestro mundo. En otras palabras: creemos optimistamente que la corrección de cualquiera de ellos nos salvará. Estos factores fundamentales ciertamente interactúan. El incremento demográfico acicatea el progreso tecnológico y crea esa angustia que nos enfrenta con nuestro ambiente como si fuera un enemigo, en tanto que la tecnología facilita el incremento de la población y conjuntamente refuerza nuestra arrogancia frente al ambiente natural."¹¹²

"La tarea más importante de hoy día, es tal vez, aprender a pensar de una nueva manera."¹¹³

¹¹¹ Greenpeace. 1992. Más allá de ECO-92. P. 233.

¹¹² Bateson, G. 1991. Pasos hacia una ecología de la mente. *Planeta-Carlos Lohlé*. Buenos Aires. P. 523-524.

¹¹³ Bateson, G. 1991. *Op. Cit.* P. 493.

Estas palabras de Bateson merecen un análisis profundo y detrás de las mismas subyace un concepto clave para la supervivencia del hombre, el concepto de solidaridad:

- Solidaridad entre los hombres.
- Solidaridad para con las generaciones futuras.
- Solidaridad para con la naturaleza (animal y vegetal).
- Solidaridad para con este mundo que nos permite vivir

Esto implica anteponer lo social a lo individual y que “aprender a pensar de una nueva manera”.

El desarrollo tecnológico debe y puede ser la salvación del hombre y no su condena, pero para esto no se debe ver el mundo como una abstracción numérica, sino como un organismo, como un todo biológico que merece nuestro respeto. La contaminación del medio ambiente es la Espada de Damocles que pende sobre el presente y el devenir de la humanidad. Para que esta Espada de Damocles desaparezca el hombre debe abandonar su posición de dominador y dueño del mundo y dejar paso a otro hombre, más solidario no sólo con sus congéneres, sino con todo lo que le rodea, más respetuoso de la naturaleza, menos pagado de sí mismo y que se asuma como una parte más del sistema ecológico que integra.

Sólo y únicamente así podremos enfrentar con éxito los riesgos que presupone la degradación del medio ambiente.

Glosario

Medio ambiente:

Marco, animado o inanimado, en el que se desarrolla la vida de un organismo. Son las condiciones y factores exteriores que rodean e influyen la vida y actividades de un organismo.

Medio ambiente humano:

Al hablar de medio ambiente humano hay que tener en cuenta que el hombre, si bien está condicionado por el medio ambiente, a su vez, es capaz de transformarlo, para bien o para mal, según los casos. Desde siempre los hombres han modificado su medio ambiente, pero como consecuencia de los cambios que en la estructura social y productiva provocó la revolución industrial, estas modificaciones comenzaron a tomar características preocupantes, sobre todo en lo referente a la contaminación del aire y del agua potable, y la ecología pasó a ser un eje importante en el análisis del tema.

Ecología:

Ciencia que estudia las condiciones de existencia de los seres vivos y sus interacciones con su medio.

Ecología, ciencia de la complejidad:

Edgar Morin (filósofo francés) plantea que hay ciencias de la complejidad, en el sentido que ponen de manifiesto interacciones que permiten entender los fenómenos como una totalidad y no como una porción aislada de la realidad, y que “La primera es la ecología que ‘encontró’ poco antes del fin de la Segunda Guerra Mundial la idea de ecosistema. Supone que todas las interacciones entre los seres vivos y su medio geofísico constituyen en los hechos un sistema que se autoregula,

se autoproduce, se autodefende, se automodifica. Entonces, una vez que se tiene el concepto de autosistema, es posible concebir el vínculo entre los vegetales, los humanos, las bacterias, etc. He aquí una ciencia de nuevo tipo. En una ciencia tal es necesario utilizar las competencias del botánico, del bacteriólogo, del geólogo, pero es evidente que el ecologista es policompetente y al mismo tiempo va a abreviar en las competencias más especializadas”.

Ecología humana:

Estudio del crecimiento, distribución y organización de comunidades humanas, considerando sus interacciones (tales como competición y cooperación) y sus relaciones con una base de recursos.

Sistema:

Conjunto de elementos en interacción dinámica que forman un todo.

Ecosistema:

Sistema compuesto de: aire, agua, tierra y vida; en otras palabras de: atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera.

Los ecosistemas son relativamente estables en el tiempo y abiertos; abiertos por hay un continuo intercambio de materia y energía con su medio ambiente; los sistemas vivos son fundamentalmente sistemas abiertos. Los ecosistemas están compuestos de una parte viva u orgánica, la biocenosis, y parte inorgánica (no viva) el biótomo. Una simple botella conteniendo agua, aire, piedras y algo de vida es un ecosistema; expuesta a los rayos de sol se convierte en un lugar de intensa actividad: las diferencias de temperatura provocan corrientes de convección y, consecuentemente, movimiento de aire y de agua. Es un modelo analógico, si bien rudimentario, de la Tierra.

Biocenosis:

Comunidad de seres vivos dentro de un determinado biótomo.

Biótomo:

Espacio vital determinado que permite la vida de determinada especie.

Biósfera:

Espacio que la vida orgánica ocupa sobre la corteza terrestre.

Biótica:

Conjunto de funciones y cualidades propias de los organismos vivientes.

Efecto invernadero:

Efecto que caracteriza a los invernaderos (invernáculos), en donde los rayos luminosos de la radiación solar (ondas cortas) que penetran a través del vidrio, calientan las superficies interiores las que, una vez calientes, emiten radiaciones calóricas bajo la forma de rayos infrarrojos (de onda larga) que no pueden atravesar el vidrio, mal conductor del calor, y en consecuencia, en gran parte quedan encerradas en el invernadero, que aumenta su temperatura. El vidrio es permeable a la luz pero no al calor. Con la Tierra sucede algo similar; el Sol calienta la Tierra y ésta, a su vez, como todo cuerpo caliente, emite calor bajo la forma de rayos infrarrojos; si no hubiera atmósfera, todo este calor emitido volvería al espacio infinito y en condiciones de equilibrio (calor recibido=calor emitido) la temperatura se estabilizaría en unos -23 grados. Pero, la atmósfera, que rodea completamente a la Tierra, altera el proceso; los gases atmosféricos, como el anhídrido carbónico (dióxido de carbono), el ozono, y también el vapor de agua, son relativamente opacos a los rayos infrarrojos, no

así a los rayos luminosos del Sol, los que atraviesan la atmósfera con relativa facilidad y al incidir sobre la tierra en su mayor parte se transforman en calor, calentando la superficie terrestre, la que a su vez emite calor bajo forma de rayos infrarrojos que son en gran parte bloqueados por la atmósfera, que los absorbe calentándose; esta capa caliente a su vez emite calor, parte hacia el espacio, pero parte también hacia la Tierra, cuya temperatura sobre la superficie se estabiliza alrededor de los 16 grados, permitiendo el mantenimiento de la vida tal como la conocemos. Toda vida en la Tierra debe su existencia al efecto invernadero. Ahora bien, el aumento del anhídrido carbónico en la atmósfera (capa de protección terrestre) puede tener efectos peligrosos pues haría que aumente la absorción de calor y, consecuentemente, la temperatura de la atmósfera, y lógicamente sobre la superficie de la Tierra, con sus problemas. La generación de anhídrido carbónico antropógeno (producido por el hombre) es un tema preocupante.

Efecto albedo:

Cantidad de luz solar que refleja un objeto.

Aerosol:

Masa constituida por partículas sólidas o líquidas dispersas en el aire.

Radiación ionizante:

Energía radiante que tiene la capacidad de disociar un electrón de un átomo.

Ruido:

Sonido que perturba una captación sonora deseada, o que es sentido como molesto; con frecuencia, daña al organismo a través del sistema nervioso (puede incluso llegar a provocar, en mayor o menor grado, sordera). Normalmente el ruido se mide en decibelios (dB). Existen numerosas fuentes de ruido, podemos mencionar el tráfico automotor, el producido por los aviones, el de la construcción con sus compresores, martillos neumáticos, hormigoneras, etc.

Existen, por otra parte, fuentes de antirruído que interfieren las fuentes de ruido de forma tal que en determinados lugares (cuando la diferencia de fase entre los dos trenes de onda es de 180°) la presión sonora se hace igual a cero; en general este no es el medio más adecuado para la lucha contra el ruido. La lucha contra el ruido se realiza en dos frentes: mediante medidas activas, impidiendo su génesis o su expansión (por ejemplo, haciendo motores menos ruidosos o instalando en ellos amortiguadores del ruido), o mediante medidas pasivas (empleo de protectores, mejoramiento de los sistemas de aislamiento acústico de los edificios, etc.).

11. LA ENERGÍA

Aquiles Gay

La evolución de la sociedad a lo largo de la historia ha estado siempre vinculada al desarrollo técnico-tecnológico, el que se sustenta en dos columnas, materias primas y energía; respecto a esta última, merece destacar que en los últimos siglos la evolución de la sociedad estuvo fuertemente marcada por la evolución en el aprovechamiento de los recursos energéticos que ofrece la naturaleza (el carbón y las máquinas de vapor, el petróleo y los motores de combustión interna, etc.), recordemos los cambios en la estructura social y productiva y en los transportes a lo largo de los siglos XIX y XX. De allí la importancia que, desde la óptica de la tecnología, tiene el estudio de la energía.

La disponibilidad de energía es vital en la vida y en la economía de toda sociedad y es uno de los factores esenciales del desarrollo tecnológico.

Comenzaremos nuestro análisis buscando aclarar lo que es la energía, pero teniendo en cuenta que no es fácil definirla. En el lenguaje cotidiano, la asociamos a características, propiedades, actitudes, comportamientos, actividades, etc.; por ejemplo, decimos: un producto alimenticio de gran valor energético, una persona muy enérgica, desplegó gran energía, etc. Toda actividad entraña una energía que la sustenta, desde un esfuerzo muscular hasta el funcionamiento de un robot; además recordemos que para la producción de cualquier bien o servicio se requiere «energía», entendiendo en este caso el término energía como capacidad para producir trabajo.

En términos físicos podemos decir que energía es todo lo que directa o indirectamente se puede convertir en trabajo mecánico¹¹⁴.

El término energía abarca un conjunto de magnitudes, aparentemente diferentes pero íntimamente relacionadas entre sí.

Las diferentes formas en que se presenta la energía pueden enmarcarse en la siguiente clasificación:

- mecánica (potencial o cinética),
- térmica,
- química,
- eléctrica,
- radiante (electromagnética) y
- nuclear.

También se puede hablar, en función de las fuentes de donde provienen o de sus características, de energía:

- eólica,
- hidráulica,
- mareomotriz,
- muscular,
- geotérmica,
- luminosa, etc.

¹¹⁴ Con este enfoque parcializamos un poco el tema ya que hacemos abstracción de la esencia de la energía y la vinculamos fundamentalmente a su manifestación como generadora de trabajo; pero, por razones de simplicidad y facilidad de comprensión, aceptamos en principio este planteo, dejando asentado que en el concepto de energía subyace un contenido más abstracto.

Pero, teniendo en cuenta que no son otra cosa que variantes o aspectos parciales de las seis formas que llamamos fundamentales y que son:

- **La energía mecánica**, que corrientemente se pone de tos, desplazamientos, etc., puede ser potencial o cinética. La energía potencial es la capacidad para efectuar trabajo que posee un cuerpo debido a su posición o configuración (por ejemplo un cuerpo que puede caer o un resorte comprimido). La energía cinética es la capacidad de trabajo que posee un cuerpo debido a su estado de movimiento.
- **La energía térmica** está presente en la combustión, en el calentamiento por frotamiento, etc.; en muchos casos es una energía de transición.
- **La energía química** tiene las características de una energía de reserva que posibilita otras formas de energía. Como ejemplo de elementos depositarios de energía química podemos mencionar las pilas y los acumuladores, los combustibles, los músculos, etc.
- **La energía eléctrica** es una de las más versátiles (como lo analizaremos más adelante), su utilización generalizada en todos los campos del quehacer humano se remonta a poco más de un siglo y está íntimamente asociada al desarrollo del mundo de hoy. La circulación de corriente es una manifestación de la energía eléctrica.
- **La energía radiante** se presenta bajo la forma de radiaciones electromagnéticas: rayos X, rayos gamma, rayos ultravioletas, rayos infrarrojos, luz visible, etc. La zona visible de la energía radiante corresponde a la energía luminosa.
- **La energía nuclear** se pone de manifiesto bajo forma de energía térmica, cuando se produce la fisión de núcleos de elementos químicos pesados como el uranio, o la fusión entre sí de núcleos de elementos de peso atómico bajo. Actualmente tiene aplicaciones prácticas solamente la fisión nuclear.

Las energías térmica, química, eléctrica, radiante y nuclear, directa o indirectamente se pueden transformar en energía mecánica.

Habiendo planteado la energía como la capacidad para producir trabajo, veamos que es el trabajo. Desde el punto de vista de la física, trabajo es el producto de una fuerza por el desplazamiento del punto de aplicación de la misma; se realiza un trabajo cuando al aplicar una fuerza se produce un desplazamiento; por ejemplo si aplicamos una fuerza (F) a un móvil, cuando el móvil se mueve una distancia (d), efectuamos un trabajo (T); el trabajo es energía puesta en acción.

La relación entre el trabajo (T), la fuerza (F) y el desplazamiento en el sentido de la fuerza, es decir la distancia recorrida (d), se expresa por la siguiente fórmula:

$$T = F \times d$$

El trabajo y la energía se miden con la misma unidad: Kilovatios-hora (kWh), kilogramo (kgm), joule (j), caloría (cal), etc.

Energía y trabajo son dos conceptos asociados al hombre, a su desarrollo y a su evolución.

El trabajo que se lleva a cabo en la unidad de tiempo es lo que se llama potencia. La potencia es el ritmo del trabajo. Existen varias unidades de potencia, podemos mencionar el caballo vapor (HP), el vatio (W), etc.

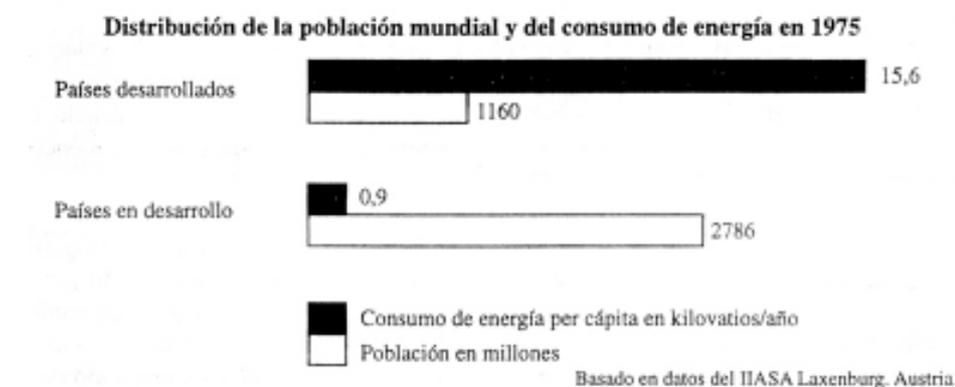
La historia de la energía corre paralela a la historia del hombre, desde sus orígenes cuando usaba el fuego como fuente de energía calórica y luminosa, pasando por el aprovechamiento de la energía hidráulica y eólica en los molinos de agua y de viento, hasta el moderno aprovechamiento de la energía de los combustibles fósiles o de la energía del átomo (se llaman combustibles fósiles, aquellos productos resultado de la fosilización de sustancias orgánicas de origen vegetal y animal, como por ejemplo: el carbón mineral, el petróleo, etc.).

El desarrollo humano está vinculado a la disponibilidad y consumo de ese factor clave, la energía. El tema de la energía y de su disponibilidad es importantísimo porque está en el núcleo de toda actividad productiva y es uno de los ejes alrededor de los cuales giran los grandes problemas del mundo de hoy; hay que tener en cuenta que la energía es el motor de la economía y como consecuencia puede llegar a imponer graves limitaciones al desarrollo económico.

En la revista *El correo de la UNESCO* N° 7, de julio de 1981, se presenta el siguiente cuadro:

Consumo individual expresado en miles de kilocalorías diarias	Alimentación	Trabajo Doméstico y Servicios	Industria y Agricultura	Transporte	Total
Hombre primitivo	2	—	—	—	2
Cazador	3	2	—	—	8
Agricultor primitivo	4	4	4	—	12
Agricultor desarrollado	6	12	7	1	26
Hombre industrial	7	32	24	14	77
Hombre tecnológico	10	66	91	63	230

En cuanto a la población mundial y al consumo de energía, el siguiente cuadro merece una profunda reflexión.



No debemos perder de vista que la energía de que disponemos proviene:

- Del Sol (combustibles fósiles, vientos, corrientes de agua, biomasa).
- Del proceso cósmico que dio nacimiento al sistema solar (energía nuclear y energía geotérmica).

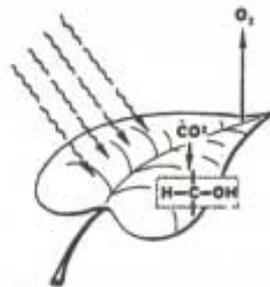
- De la atracción gravitatoria Sol-Tierra-Luna (energía de las mareas), esta relativamente mucho menos importante que las otras dos.

La fuente más importante de energía de que dispone el ser humano es el sol, tengamos en cuenta que, como todas las estrellas, es un gigantesco reactor termonuclear que transforma una parte de su materia en energía, que la emite bajo la forma de radiaciones (luz visible, calor, rayos gama, etc.).

Los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo y gas natural), representan energía solar acumulada a través de siglos.

El viento y los ríos (también fuentes proveedoras de energía), son consecuencia del calor del Sol, que llega a la Tierra (calentando su superficie, lo que provoca movimientos de aire y consecuentemente los vientos; o evaporando el agua, que luego precipita bajo forma de lluvia y alimenta los ríos y mares, cerrando el ciclo meteorológico).

La madera, otra fuente de energía, es consecuencia de un proceso de fotosíntesis debido a la radiación solar. La fotosíntesis es el proceso por el cual la clorofila de las plantas convierte parte de la energía luminosa que recibe en energía química; durante este proceso transforma el anhídrido carbónico (CO_2) y el agua, en glúcidos (H-C-OH), glucosa, almidón, celulosa, etc., y en oxígeno, es decir convierte materia inorgánica en materia orgánica. La fotosíntesis, única fuente disponible de materia orgánica, es el proceso fundamental que hace que se conserve la vida en la Tierra, pues permite que las plantas elaboren las sustancias que necesitan para su desarrollo, y como a su vez las plantas sirven de alimento a los animales herbívoros, los que a su vez son el alimento de los carnívoros, la vida continúa; podemos decir que la fotosíntesis es el fenómeno vital de nuestro planeta.



De la energía que la tierra recibe del sol el 30% se refleja, el 50% la absorbe transformándose en calor que a su vez es irradiado, el 20% da origen al ciclo del agua y el 0,06% provoca el proceso de fotosíntesis del que deriva toda forma de vida. Un simple análisis de estos datos nos muestra que gran parte de la energía solar que llega a la tierra no es aprovechada y vuelve al espacio infinito, sin lugar a dudas la búsqueda de un mejor aprovechamiento de esta energía que nos llega gratis es un factor muy importante a tener en cuenta, pues muchas de las fuentes energéticas que actualmente explotamos tienen su límite en el tiempo.

Energías renovables y no renovables

En un primer enfoque podemos clasificar las fuentes de energía en renovables y no renovables.

- Son **fuentes renovables** las que se pueden reconstituir con relativa facilidad (biomasas), o que por su naturaleza están destinadas a renovarse en forma permanente o a durar en el tiempo. Entre las fuentes renovables de energía podemos mencionar el sol, el viento, los ríos, las mareas, la madera y el carbón vegetal, etc.
- Entendemos por **fuentes no renovables** aquellas cuya renovación es tan lenta que están destinadas a agotarse en el tiempo (los recursos provenientes de estas fuentes son utilizados por el hombre con una velocidad mayor que la que emplea la naturaleza para renovarlos). Entre las fuentes no renovables podemos mencionar el petróleo, el carbón mineral, el gas natural, el uranio, etc., es decir los combustibles fósiles y los nucleares.

Los combustibles nucleares –si bien no renovables– suelen ser considerados como inagotables.

FUENTES DE ENERGÍA	No renovables	Combustibles fósiles Combustibles nucleares
	Renovables	Radiación solar Vientos Ríos Mareas Maderas Calor endógeno. Etc.

Los combustibles fósiles (carbón e hidrocarburos) son hoy la principal fuente de energía natural. El incremento de su consumo es causa de gran preocupación, por una parte por la aceleración de su extinción y por otra por los efectos contaminantes consecuencia de su combustión; se los conoce como combustibles sucios por la alta contaminación ambiental que producen.

Transformaciones de energía

Una característica fundamental de la energía es que no puede ser creada ni destruida, pero sí transformada de un tipo de energía en otra (ley de conservación de la energía).

A título de ejemplo, en cuanto a transformación de energía, podemos mencionar:

- La energía eólica (energía cinética del aire en movimiento) que, en el molino de viento, se transforma en energía mecánica presente en un eje que gira.
- La energía química del carbón mineral que, en el proceso de combustión, se transforma en energía térmica; esta energía térmica puede generar vapor de agua que, aplicado a una turbina de vapor, genera energía mecánica.
- La energía hidráulica (fuerza viva de una corriente o de un salto de agua) que en molinos de agua o en las turbinas hidráulicas se transforma en energía mecánica.
- La energía mecánica que en una dinamo o en un alternador se transforma en energía eléctrica. La dinamo entrega corriente continua mientras que el alternador corriente alterna, es decir corriente cuyo sentido se invierte periódicamente.

- La energía química de las pilas que, por una reacción química, se transforma en energía eléctrica.
- La energía nuclear que mantiene unida las partículas en el núcleo de cada átomo y que puede ser liberada bajo la forma de energía térmica y radiante;
- La energía eléctrica que en motor se transforma en energía mecánica o en un calefactor en energía térmica.
- La energía mecánica que con la fricción se transforma en energía térmica. Etc.

Estos ejemplos nos muestran que no siempre la energía se encuentra en la forma más adaptada para cumplir la función requerida, por lo que suele ser necesario transformarla de una forma en otra.

El concepto de transformación de la energía es amplio y no implica necesariamente la conversión de la misma; para aclarar el tema veamos algunos ejemplos: los molinos de viento o de agua transforman la energía mecánica del viento o del agua (energía eólica e hidráulica respectivamente) en energía mecánica presente en un eje que gira, pero no hay conversión de energía, antes y después de la transformación tenemos energía mecánica, si bien bajo distintas características; mientras que en muchos casos la transformación implica conversión, por ejemplo en un motor eléctrico hay conversión de energía eléctrica en energía mecánica y en una plancha, de energía eléctrica en energía térmica, es decir que la energía que alimenta el dispositivo es de una forma o tipo distinta de la que entrega.

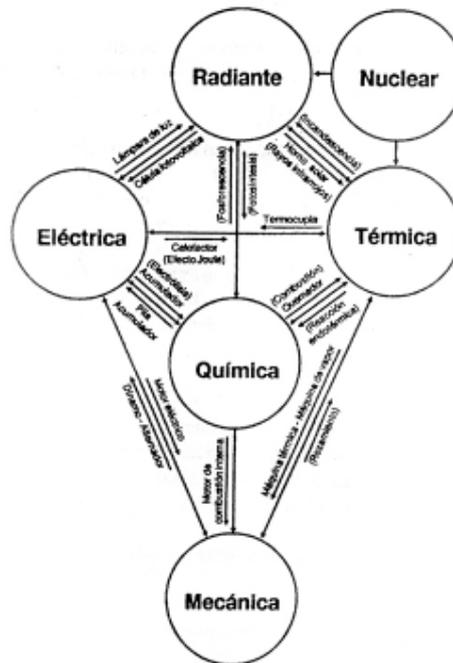
Otro ejemplo interesante de destacar es el organismo humano que transforma gran parte de la energía química de los alimentos en energía mecánica (que se pone de manifiesto en el trabajo muscular) y en energía calórica. La mayor parte de la energía contenida en los alimentos sirve para producir calor y no trabajo muscular. Tengamos en cuenta que el calor del cuerpo es esencial para la supervivencia.

El hombre, como todo ser viviente, convierte energía.

Los dispositivos o máquinas que convierten un tipo de energía en otro se llaman conversores de energía. A continuación mencionamos algunos conversores y las correspondientes energías de entrada y de salida.

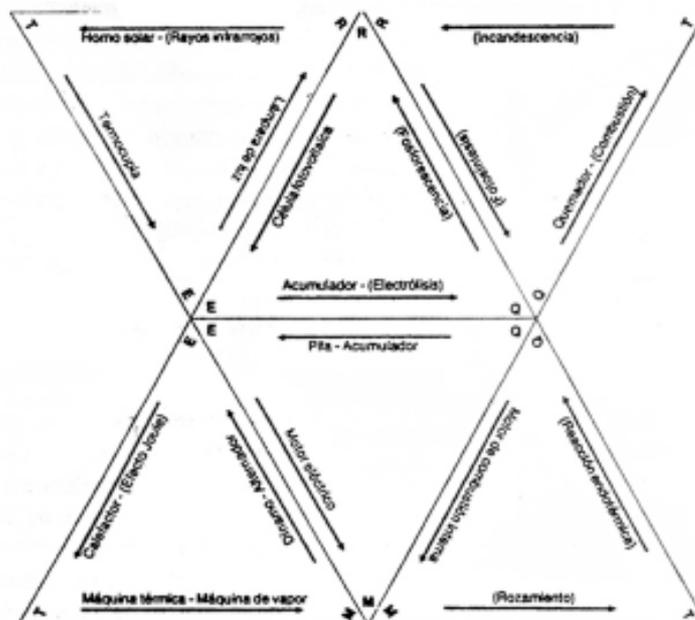
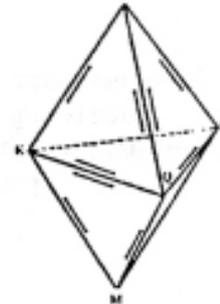
CONVERSORES DE ENERGÍA		
Conversores de energía	Energía de entrada	Energía de salida
Motor eléctrico	Energía eléctrica	Energía mecánica
Dinamo y alternador	Energía mecánica	Energía eléctrica
Resistencia	Energía eléctrica	Energía térmica
Pila	Energía química	Energía eléctrica
Quemador	Energía química	Energía calórica
Célula fotovoltaica	Energía radiante	Energía eléctrica
Reactor nuclear	Energía nuclear	Energía térmica
Lámpara de luz	Energía eléctrica	Energía radiante
Motor de combustión interna	Energía química	Energía mecánica
Cuerpo humano	Energía química	Energía térmica
Cuerpo humano	Energía química	Energía mecánica
Micrófono	Energía mecánica	Energía eléctrica
Altavoz	Energía eléctrica	Energía mecánica

En el siguiente esquema se pueden observar las transformaciones mutuas de energía.



Para visualizar más fácilmente las diversas formas de transformación de energía se puede construir un modelo físico como el que se describe a continuación; el mismo consiste en una bipirámide triangular en el que los cinco vértices representan las cinco formas más corrientes en que se presenta la energía.

- Energía:
- Radiante R
 - Térmica T
 - Eléctrica E
 - Química Q
 - Mecánica M



En algunos casos también se suele hablar de energía primaria, energía secundaria y energía final.

Se entiende por energía primaria la obtenida directamente de la naturaleza –por ejemplo, el carbón mineral, el petróleo, el gas natural, los rayos solares, una caída de agua–. Algunas veces la energía primaria puede transformarse directamente en energía final como en el caso del gas cuando se lo utiliza como fuente de energía calórica para cocinar o para calefaccionar; pero, no es lo más corriente. Generalmente la energía primaria se convierte en secundaria y ésta es la que se utiliza para obtener la energía final; un ejemplo clásico es la electricidad, energía secundaria que se puede convertir en luz, calor, movimiento, etc.

Rendimiento

En todo proceso de transformación de energía, una parte de la energía se disipa bajo forma de calor. Para evaluar la relación entre la energía que entrega un dispositivo y la que absorbe, se utiliza el concepto de rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Energía que entrega}}{\text{Energía que recibe}}$$

A continuación indicamos el rendimiento aproximado de algunas máquinas:

Motor eléctrico	80-90%
Motor a explosión	25-30%
Motor diesel	35-40%
Turbina a vapor	35-45%
Turbina hidráulica	75-90%
Alternador	85-95%
Transformador eléctrico	99%

La energía en la historia

Volviendo al hombre y a su evolución, tengamos presente que, en sus orígenes, no contaba más que con su fuerza muscular y la habilidad de sus manos; en su proceso evolutivo, cuando pudo domesticar animales, utilizó la fuerza muscular de éstos, convertida en trabajo, para aliviar sus tareas (en esta época inventó el arco, un dispositivo que acumula energía para entregarla en el momento del disparo). Durante siglos, el hombre y los animales fueron la única fuente de energía disponible (energía muscular), los únicos conversores de energía que permitían obtener energía mecánica a partir de la energía química de los combustibles y, como consecuencia, la vida en su época resultaba dura y sacrificada. Asociada a la necesidad de disponer de la única energía con que se contaba para efectuar trabajo (la energía muscular), se desarrolló la esclavitud.

Buscando ampliar su capacidad operativa y poder aprovechar mejor la fuerza de sus brazos –es decir de la energía de que disponía–, el hombre inventó la palanca, más tarde la polea y, luego, el torno (cabrestante), los que le permitieron manejar pesos con más comodidad y menos esfuerzo.

Pero, el gran cambio se produjo en el medievo, cuando se comienzan a explotar en forma sistemática otras fuentes de energía, como la hidráulica y la eólica, utilizando los molinos de agua y de viento que –si bien se conocían desde los primeros siglos de nuestra era– su uso generalizado no se remonta a mucho más atrás del siglo XII. Con la difusión de los molinos de agua y de viento, y su utilización como fuente de energía, no sólo para moler grano, sino también para otras actividades productivas como accionar martillos pilón, fuelles de fragua, etc., comienza la mecanización en el mundo, pues en la antigüedad no se utilizaron sistemáticamente las máquinas para simplificar el trabajo humano y más bien hubo un uso restringido de las mismas.

Podemos decir que en el medievo comienza a gestarse el mundo de hoy, que en su desarrollo va a tener tres jalones paradigmáticos vinculados al tema energético que son la invención y utilización de:

- La máquina de vapor.
- El generador eléctrico.
- Los motores de combustión interna.

La **máquina de vapor** (motor de combustión externa), la primera fuente de energía mecánica creada por el hombre, que se agregó a las fuentes naturales como el viento, y las corrientes y caídas de agua, convierte la energía química de un combustible (normalmente el carbón) en energía térmica y ésta en energía mecánica.

El **generador eléctrico** transforma energía mecánica en energía eléctrica.

Los **motores de combustión interna** (motor a explosión y motor diesel) transforman energía química en energía mecánica.

Estos tres acontecimientos, vinculados a las llamadas Primera y Segunda Revolución Industrial, están íntimamente asociados al surgimiento de la tecnología moderna, o simplemente tecnología, y lógicamente al nacimiento del mundo de hoy.

El primer acontecimiento, la invención de la máquina de vapor, permitió al hombre liberarse definitivamente de la servidumbre del músculo o de las fuentes naturales de energía, y surgió la producción industrial. Si bien contaba con los molinos de agua y de viento, su utilización estaba condicionada por factores climáticos y de localización geográfica (donde había ríos o en zonas con viento); la máquina de vapor estaba libre de estas limitaciones, pero apareció un nuevo problema, la contaminación.

En el ciclo biológico humano, sencillo y cerrado, hay producción de residuos pero éstos se integran en la tierra y el ciclo se cierra sin problemas; con la producción industrial la situación cambió, los residuos y la contaminación en muchos casos llegan a superar la capacidad depuradora de la naturaleza y consecuentemente se produce una degradación del medio ambiente que puede incluso llegar a alterar la vida del hombre.

Si la introducción del vapor como proveedor de energía mecánica marca el comienzo de la sociedad industrial, el progreso tecnológico no se detuvo y la humanidad asistió a la introducción de nuevas fuentes de energía. A finales del siglo XIX irrumpe la electricidad, primero destinada sobre todo a la iluminación, más tarde para uso industrial; luego el petróleo y los motores de combustión interna, y ya en la segunda mitad del siglo XX la energía atómica; habrá que ver lo que nos depara el futuro en materia de energías más limpias y renovables.

Primera revolución industrial

El nuevo esquema productivo, consecuencia de la utilización la máquina de vapor está vinculado a lo que se llamó la Revolución Industrial.

La segunda revolución industrial, basada en la electricidad y el petróleo representó el triunfo de la energía eléctrica y dio lugar al nacimiento del mundo de hoy, en el que el problema energético tiene una doble lectura, por un lado tenemos que la energía está íntimamente asociada a lo que entendemos por calidad de vida, desde la necesaria para producir bienes -que en esta sociedad de consumo han adquirido una magnitud jamás imaginada en el pasado- hasta la requerida para satisfacer los requerimientos del quehacer cotidiano como cocinar, calefaccionarnos, iluminarnos, desplazarnos, etc.; pero por otro lado las transformaciones necesarias para poder utilizar la energía que nos ofrece la naturaleza (fundamentalmente la química y la nuclear), sumado a su uso, son factores desestabilizadores y destructivos del medio ambiente: contaminación del aire, del agua y de la tierra, aumento del efecto invernadero, etc.

A continuación nos centraremos en la energía eléctrica, uno de los pilares de las grandes transformaciones que se desarrollaron a lo largo del siglo XX.

La energía eléctrica

De las diferentes formas en que se presenta la energía, la eléctrica es actualmente, y posiblemente por mucho tiempo, la que tiene un espectro más amplio de aplicaciones, tanto familiares, como comerciales e industriales. Sólo en los transportes no se ha generalizado su uso debido a que todavía no se ha desarrollado un sistema de almacenamiento con una alta relación capacidad-peso.

En cuanto a las características de la energía eléctrica merecen destacarse dos aspectos claves, la facilidad de transporte y la comodidad con que pueden transformarse en otra forma de energía.

La facilidad de transporte (de transmisión) con relativamente poca pérdida a través de cables conductores (la red eléctrica) es un hecho muy importante. Podemos efectuar la comparación con el transporte de otras formas de energía, por ejemplo los combustibles (portadores de energía química), evidentemente su transporte es mucho más complicado; otro ejemplo: la energía mecánica de un eje motor que gira y que puede transmitir su movimiento a una máquina, tiene también sus limitaciones en cuanto al alcance de transmisión del movimiento.

El otro aspecto clave de la energía eléctrica es la facilidad y comodidad con que puede transformarse en otras formas de energía: luminosa, mecánica, calórica o química. En nuestra casa, por ejemplo, nos permite iluminar y disponer a voluntad de nuestra jornada activa, pensemos un momento las limitaciones que tendríamos si tuviéramos que atenernos solamente a otras fuentes de luz; nos permite también simplificar nuestras actividades cotidianas cuando recurrimos a los electrodomésticos (aspiradora, refrigerador, licuadora, etc.); y nos permite también calefaccionarnos cuando las inclemencias del clima así lo requieren. Como campo de aplicación de la transformación de la energía eléctrica en energía química podemos mencionar la carga del acumulador del automóvil, ya sea a través de un cargador de baterías o del mismo generador del automóvil que restituye la energía que consume el sistema eléctrico de iluminación, el motor de arranque, etc.

La energía eléctrica está vinculada al desplazamiento de cargas eléctricas a través de conductores; este desplazamiento toma el nombre de corriente eléctrica y normalmente es consecuencia de la diferencia de tensión (eléctrica) que produce un gene-

Segunda revolución industrial

La irrupción de la electricidad, y del petróleo y los motores de combustión interna, preanuncian el comienzo de lo que podemos llamar Revolución Tecnológica o Segunda Revolución Industrial.

rador eléctrico. Como veremos más adelante, la corriente eléctrica está vinculada al valor de la diferencia de tensión aplicada al circuito y a la resistencia del mismo (cuando tomamos como punto cero de referencia uno de los dos polos del generador hablamos simplemente de tensión aplicada).

Es interesante destacar que existen dos variantes de la corriente eléctrica, la llamada corriente continua y la llamada corriente alterna, en el primer caso la corriente circula en los conductores en un solo sentido, y podemos hablar de un polo positivo y un polo negativo, para nosotros el caso más común de generadores de este tipo de corriente son las pilas y los acumuladores; en el segundo caso, la llamada corriente alterna, el sentido de circulación cambia constantemente (en la red pública de energía eléctrica, a un ritmo de 50 veces por segundo; corriente de 50 ciclos), en este caso no podemos más hablar de polo positivo y polo negativo, pero cuando uno de los conductores está conectado a tierra, como normalmente sucede con la red de distribución eléctrica que llega a nuestras casas, podemos hablar de polo vivo y polo neutro (este último el que está conectado a tierra). Actualmente toda la energía que se distribuye por la red pública es de corriente alterna (de 220 Volts para uso familiar) por las ventajas que presenta su transporte y distribución frente a la corriente continua.

De las diversas formas de energía con que contamos para mejorar la calidad de vida, la energía eléctrica es la más limpia, la más cómoda, la más fácilmente transportable, la que más servicios nos brinda por su ductilidad para transformarla en otras formas de energía y la de más futuro. Normalmente se la obtiene como consecuencia de la conversión de energía mecánica, química o radiante; si bien la energía mecánica puede ser de origen térmico, hidráulico, eólico, químico, nuclear, etc.

Cuando hablamos de conversión de energía mecánica en eléctrica nos referimos a las dinamos o a los alternadores, en los que la corriente eléctrica tiene su origen en fenómenos electromagnéticos.

Cuando hablamos de la conversión de energía química en energía eléctrica, nos referimos a las pilas y los acumuladores, en los que una reacción química provoca una diferencia de potencial eléctrico en sus bornes y consecuentemente, cuando se cierra el circuito, una corriente eléctrica.

En cuanto a la energía eléctrica proveniente de la transformación de la energía radiante, es la que generan los llamados paneles solares compuestos de células fotovoltaicas que en presencia de la luz transforman la energía radiante proveniente del sol, en energía eléctrica (fenómeno fotoeléctrico).

De estas tres fuentes proveedoras de energía eléctrica (mecánica, química, radiante) la mecánica es sin duda la más importante; el aprovechamiento de la energía solar, motor de la vida en la tierra, todavía no ha alcanzado la importancia que posiblemente le depara el futuro porque el costo de los paneles solares es todavía muy elevado, pero es muy importante tenerla en cuenta en lugares alejados en donde no se dispone de otras fuentes de energía.

Los lugares en donde se efectúa la transformación de energía mecánica en eléctrica se llaman usinas o centrales de generación; si bien el nombre "centrales de generación" merece un comentario, pues la energía no se genera ni se destruye, sino que se transforma y lo que tiene lugar en estas usinas o centrales es la transformación de energía térmica, hidráulica, nuclear, etc., en energía mecánica y luego en energía eléctrica.

Según sea el tipo de energía que alimenta la central hablamos de central térmica, central hidráulica, central nuclear, etc.

Las centrales térmicas son aquellas que usan combustibles fósiles (energía química que durante el proceso de combustión se transforma en energía térmica) para alimentar, ya sea un motor de combustión interna (normalmente un motor diesel), o un generador de vapor que actúa sobre una turbina; solidario al eje del motor o de la turbina se encuentra el alternador que cuando gira entrega energía eléctrica.

En las centrales hidráulicas la fuerza que mueve el alternador proviene de una turbina hidráulica; en las centrales eólicas de paletas movidas por la fuerza del viento, y en las centrales nucleares, del calor producto de la fisión nuclear que genera vapor que alimenta una turbina que mueve el alternador.

Hablamos de alternador porque la corriente que genera es alterna, su sentido se invierte a un ritmo de 50 veces por segundo (50 ciclos). La corriente alterna tiene la ventaja que puede modificarse la tensión, elevándola o bajándola, mediante el simple uso de un transformador.

La energía eléctrica (de alta y media tensión) proveniente de la central se distribuye mediante una red eléctrica (red de distribución) cuyas ramas terminan en las llamadas subestaciones de transformación que rebajan la tensión de la red antes de distribuirla a los usuarios. Para uso familiar se utiliza 220 volts (monofásica) y para uso industrial 380 volts (trifásica).

Las redes de distribución pueden ser aéreas o subterráneas; actualmente, en las ciudades se trata que sean subterráneas (por razones de seguridad y además estéticas), normalmente están tendidas debajo de las veredas y calles (si imaginamos un corte vertical de las veredas de nuestra ciudad nos encontraríamos con una interesante variedad de circuitos conductores de electricidad, de gas, de telefonía, de agua, de residuos cloacales, etc.).

De las subestaciones de transformación surgen redes de distribución secundarias a las cuales está conectado cada usuario a través de un medidor y un interruptor general; en el caso de instalaciones familiares conviene, por razones de seguridad, colocar luego del medidor y el interruptor general, un interruptor diferencial que actúa y corta la corriente cuando por uno de los dos conductores del circuito eléctrico circula más corriente que por el otro debido a una accidental derivación a tierra.

El medidor mide el consumo de electricidad, la unidad de medida es el kilovatiohora (un kilovatio = 1000 vatios). Al medidor está conectada la red eléctrica interna que distribuye la energía eléctrica a los potenciales puntos de consumo, portalámparas, tomacorrientes, etc., en algunos casos, previo paso por un circuito interruptor (la llave interruptora o llave de luz).

El circuito eléctrico de una casa de familia normalmente está embutido en las paredes y su presencia física se pone de manifiesto en las llaves interruptoras, los tomacorrientes, las cajas de conexión, los portalámparas con sus correspondientes cables y lámparas, etc. En algunos casos particulares, y sobre todo cuando se amplía una instalación, parte de los cables suelen correr por la parte exterior de las paredes, pero esto no debería ser lo normal.

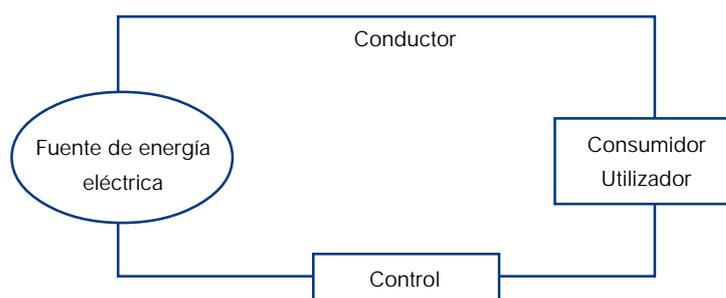
Los conductores que conforman el circuito eléctrico (la red eléctrica) son de cobre, con una cubierta aislante de plástico (se usa el cobre por ser un metal muy buen

conductor de la corriente eléctrica) y están alojados en caños embutidos en la mampostería, la corriente circula por dos conductores uno de los cuales, el neutro, está prácticamente al potencial de tierra y el otro, el polo vivo, al potencial de 220 volts; además hay un tercer conductor conectado directamente a tierra que sirve como protección ya que al mismo pueden derivarse todas las eventuales pérdidas en los artefactos conectados a la red; normalmente el conductor de tierra debería ser de color verde-amarillo rayado.

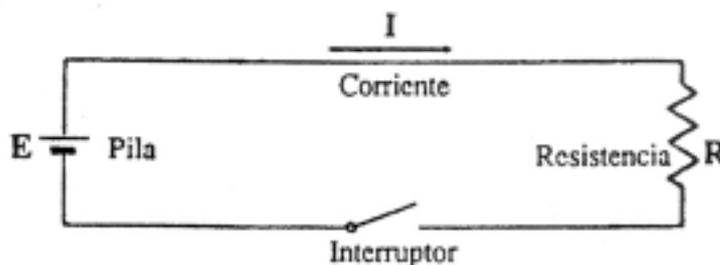
Existen dos tipos de conductores; el formado por un dolo alambre de cobre, dentro de una vaina aislante y el formado por una serie de cables de menor diámetro retorcidos; este último es mucho más flexible y es el único que se usa para conectar artefactos móviles. En cuanto a la sección de los conductores, podemos decir que los que están embutidos en la pared son de mayor sección (2 mm^2 o más), según sea la carga a la que pueden llegar a estar sometidos; mientras que los que exteriormente conectan los diversos artefactos a la red son siempre flexibles y de menor sección. Para alimentar lámparas, radios, etc. es suficiente usar cables de conexión de 0.50 mm^2 , pero para consumos mayores se requieren conductores de 0.75 o 1.00 mm^2 , y en algunos casos más aún. Existen normas que establecen la máxima corriente que puede circular por un conductor en función de su sección.

El circuito eléctrico

En el texto hemos utilizado, y además estamos acostumbrado a escuchar, la expresión "circuito eléctrico", entendemos como tal un circuito por el cual circula o puede circular corriente eléctrica. En principio un elemental circuito eléctrico está compuesto de una fuente de energía eléctrica (pila, acumulador, dinamo, alternador, etc.), un consumidor-utilizador de esta energía (lámpara, motor, resistencia, etc.) y los conductores que unen esos elementos, normalmente el circuito dispone además de un elemento de control (llave interruptora, etc.) que permite cerrar o abrir el circuito. Se dice que un circuito está cerrado cuando el elemento de control permite el paso de la corriente eléctrica, y que está abierto cuando interrumpe la circulación de la corriente.



A continuación planteamos, como ejemplo, un circuito eléctrico sencillo.



En el mismo podemos señalar las tres magnitudes que definen su comportamiento y que son:

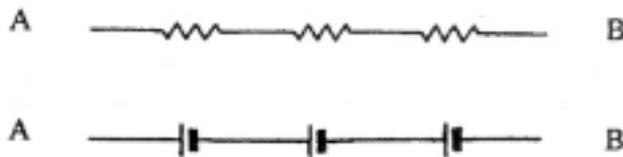
- La tensión (E) de la fuente, que se mide en voltios.
- La resistencia (R) del consumidor-utilizador, que se mide en ohmios.
- La corriente (I) que circula por el circuito, que se mide en amperios.

Esas tres magnitudes están vinculadas entre sí por la llamada ley de Ohm que dice que la tensión (E) es igual al producto de la resistencia (R) por la corriente (I).

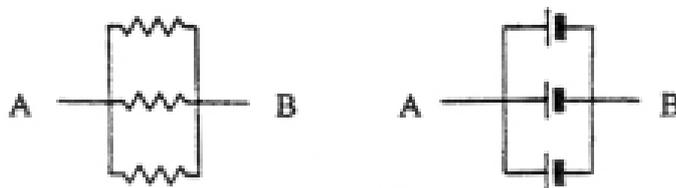
$$E = R \times I$$

Tanto la fuente, como el consumidor-utilizador (sumidero), pueden estar compuestos de más de un elemento. Por ejemplo una, dos, tres o más pilas, una, dos, tres o más resistencias, lámparas, etc. Estos elementos pueden conectarse en serie o en paralelo.

Elementos conectados en serie:



Elementos conectados en paralelo:



En circuitos compuestos de elementos conectados en serie, la tensión en los extremos del conjunto (A - B) es igual a la suma de las tensiones parciales en los extremos de cada elemento (Por ejemplo, la tensión en los extremos de un conjunto formado por tres pilas de 1,5 voltios cada una, conectadas en serie, será de 4,5 voltios).

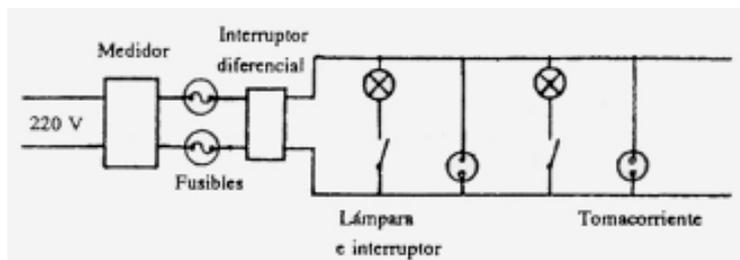
La resistencia total de elementos conectados en serie es igual a la suma de las resistencias parciales (Por ejemplo, la resistencia total del conjunto formado por tres resistencias r_1 , r_2 y r_3 conectadas en serie es igual a: $R = r_1 + r_2 + r_3$, mientras que la corriente circulante será la misma en todos los elementos).

En circuito formado por elementos conectados en paralelo, la tensión en los extremos (A - B) es igual a la presente en cada elemento tomado aisladamente (en el caso de conectar en paralelo pilas, baterías, etc., se debe tener presente que todas sean de la misma tensión).

La corriente total que circula por un conjunto de elementos conectados en paralelo es igual a la suma de las corrientes que circulan por cada elemento, mientras que la resistencia total del conjunto corresponde a la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

Un esquema muy simple y reducido de una instalación eléctrica familiar puede plantearse como sigue (las lámparas y los tomacorrientes están conectados en paralelo):



Las magnitudes puestas en juego en un circuito eléctrico son:

Tensión	(E)	Voltios	$E = R \times I$
Corriente	(I)	Amperios	
Resistencia	(R)	Omhs	
Potencia	(W)	Vatios	$W = E \times I = R \times I \times I = R \times I^2$
Energía	(kWh)	KW-hora	

Unidades de medición de energía y de trabajo

El trabajo y la energía se miden con la misma unidad.

En lo referente al trabajo, si tomamos como unidad de medida de la fuerza el Newton (N), e indicamos el desplazamiento en metros, la unidad de medida es el joule.

Otras unidades son: el kilogramo (kgm), el kilovatio-hora (kWh), el ergio (erg), la caloría (cal), el electrón-volt (ev), etc.

Algunas equivalencias importantes son:

$$1 \text{ kWh} = 3,60 \times 10^6 \text{ joule} = 8,67 \times 10^5 \text{ kgm}$$

$$1 \text{ joule} = 10^7 \text{ erg} = 0,342 \text{ cal}$$

$$1 \text{ kgm} = 9,804 \text{ joule} = 2,342 \text{ cal}$$

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ joule} = 0,423 \text{ kgm}$$

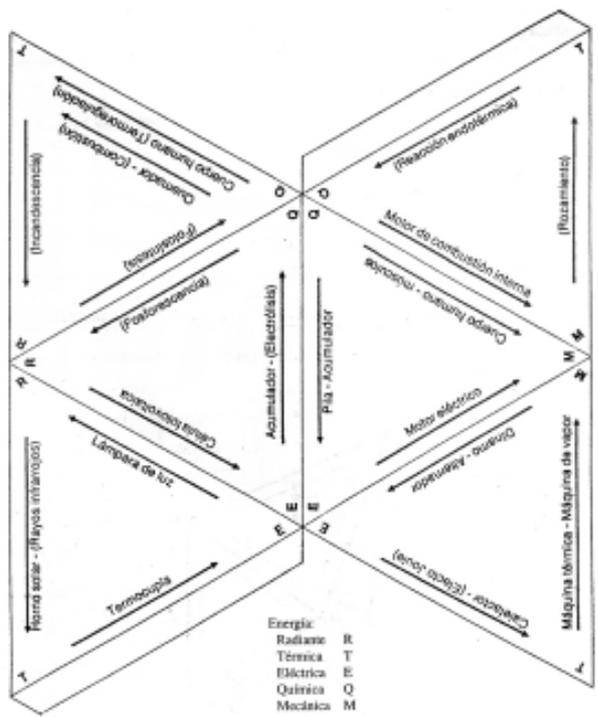
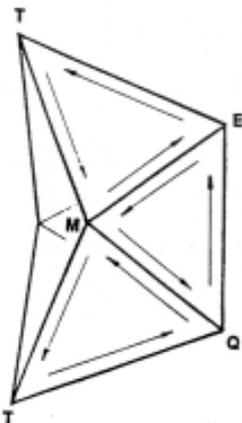
$$1 \text{ electrón-volt} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ joule}$$

El modelo físico para visualizar las conversiones de energía es factible de ser construido en forma tal que pueda plegarse y guardarse en forma plana. Para esto hay que pegar las solapas de las líneas T-Q y T-E, y marcar las otras líneas para facilitar el plegado.

Juntando los puntos T se arma la bipirámide y, separándolos, el volumen se convierte en un plano.

Energía:

- Radiante R
- Térmica T
- Eléctrica E
- Química Q
- Mecánica M



ANEXO 1.
LA CULTURA TECNOLÓGICA

Aquiles Gay

La cultura tecnológica abarca un amplio espectro que comprende teoría y práctica, conocimiento y habilidades. Por un lado, los conocimientos (teóricos y prácticos) relacionados con el espacio construido en el que desarrollamos nuestras actividades y con los objetos que forman parte de él; por el otro, las habilidades, el saber hacer, la actitud creativa que nos posibilita no ser espectadores pasivos en este mundo tecnológico en el que vivimos. En resumen, las competencias que nos permiten una apropiación del medio como una garantía para evitar caer en la alineación y la dependencia, y poder colaborar en la conservación y mejoramiento del medio (natural y artificial) en el que se desarrolla la vida humana.

Si bien estas dos palabras, cultura y tecnología, están muy interconectadas, muchas veces cuando hablamos de cultura, consciente o inconscientemente, hacemos abstracción del fenómeno tecnológico, identificando la idea de cultura con un cierto refinamiento, teñido de elitismo.

Antes de seguir adelante sería interesante tratar de definir el término «cultura»; para comenzar podemos decir que habría, en principio, dos conceptos de cultura, uno que podríamos llamar académico o tradicional (vinculado a lo individual), que define a la cultura como el desarrollo de las facultades del espíritu, es decir la relaciona a los atributos del llamado hombre cultivado, y otro que podríamos llamar antropológico (más bien vinculado a lo social), que define a la cultura como el conjunto de modelos de comportamiento y actividades, encuadrados dentro de normas –social e históricamente determinadas–, propias de un grupo social.

Como punto de referencia, podemos remitirnos al Diccionario de la Real Academia Española, el cual hasta la decimonovena edición (1970) daba de la palabra cultura una definición bien tradicional: “Resultado de cultivar los conocimientos humanos y de afinarse por medio del ejercicio de las facultades intelectuales del hombre”; a partir de la vigésima (1984) enuncia una antropológica: “Conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época o grupo social, etc.”

Desde nuestra óptica asumimos como propia la concepción antropológica del término cultura, porque creemos que corresponde a la realidad del mundo en que vivimos y a la del hombre como ser social. Podemos decir que la cultura engloba todas las manifestaciones espirituales y materiales de un grupo social.

Según Melville J. Herskovits: “Cultura es la parte del medio ambiente hecha por el hombre”¹¹⁵, el que a diferencia del animal no está encerrado en su estructura biológica; desde este punto de vista podemos decir que la tecnología es uno de los ingredientes fundamentales de la cultura de nuestros días.

“El estudio de la tecnología es esencial para la comprensión de la cultura, lo mismo que una comprensión de la base material de la vida social es indispensable para los que se interesan por el comportamiento del grupo humano. Más todavía, hemos visto que el equipo tecnológico de un pueblo figura más que ningún otro aspecto de su cultura cuando se emiten juicios acerca de su adelanto o atraso. Hay varias razones que explican estos juicios; pero, en esencia, puede referirse al hecho de que la tecnología es el único aspecto de la cultura susceptible de valoración objetiva.”¹¹⁶

¹¹⁵ Herskovits, M. J. 1952. El hombre y sus obras. *Fondo de Cultura Económica. México. P. 29.*

¹¹⁶ Herskovits, M. J. 1952. *Op. Cit. P. 268.*

Teniendo en cuenta que la cultura abarca el desarrollo de todas las facultades del hombre, y que se manifiesta en la actitud del mismo frente al mundo en el que desarrolla su existencia, no podemos reducir el concepto de cultura a ciertas prácticas y productos específicos, sino que debemos hacerlo extensivo al conjunto de las prácticas sociales.

Limitar el concepto de cultura a las bellas artes, a las letras, a la música y a las humanidades clásicas, sería considerar la cultura como un componente de lujo dentro del espectro de las actividades sociales, un campo para el solaz de élites, o reservado a especialistas encargados de producir o difundir obras o actividades destinadas a "elevar" (elevar entre comillas) el nivel cultural de la población.

Por el contrario, podemos decir que la cultura abarca el conjunto de manifestaciones tanto intelectuales y artísticas como científicas y técnicas que caracterizan una sociedad. Desde este punto de vista la ciencia, la técnica y la tecnología también forman parte de la cultura; en el fondo es difícil negar esta realidad, pues el entorno de nuestra vida cotidiana es producto de la tecnología, la casa en la que vivimos, el vehículo que nos transporta todos los días, el diario, la radio o la televisión que nos tienen permanentemente informados, el teléfono que nos permite comunicarnos con todo el mundo, el refrigerador que conserva nuestros alimentos, etc.

Aceptar que la tecnología forma parte de la cultura es aceptar la realidad del mundo material que nos rodea. Además, hoy el vertiginoso ritmo de progreso de la tecnología marca el desarrollo mismo de la cultura, algunas veces positivamente, otras no tanto. Para bien o para mal, nos guste o no, la tecnología está omnipresente en nuestras vidas y marca el ritmo de nuestro quehacer cotidiano y como consecuencia influye en nuestra cultura. Estamos rodeados de objetos tecnológicos que si bien es cierto facilitan nuestra vida y la hacen más confortable, sin lugar a dudas también la condicionan, haciendo que en muchos casos lleguemos a ser esclavos de nuestras propias obras, y al decir de nuestras propias obras decimos de la tecnología; los objetos o productos tecnológicos enmarcan nuestra vida, el teléfono, el automóvil, la radio, el televisor, la cocina, el refrigerador, la lamparilla eléctrica, y aún la cuchara, el plato, etc., son tecnología porque su producción es el resultado de determinados procesos tecnológicos (tecnología es tanto el proceso como el producto).

Hoy un importante factor de transmisión de la cultura (nos guste o no) es la televisión (que es tecnología); el texto escrito sigue siendo el factor principal de transmisión del conocimiento sistematizado, pero frente a la televisión ha perdido un gran espacio como fuente y comunicador de cultura, hecho que merece un profundo análisis por las consecuencias que ya se observan en todos los planos de la vida del hombre; igual suerte corre la transmisión oral frente a la televisión, y hasta la organización familiar está perdiendo importancia, como fuente y transmisora de cultura. Marshall Mc Luhan plantea la disolución de la Galaxia Gutenberg y el nacimiento de una nueva galaxia (la Galaxia Marconi).¹¹⁷

Las consecuencias de estos hechos son preocupantes, pero no hay que caer con simpleza en la crítica condenatoria del instrumento, pues la responsabilidad principal recae en quienes toman las decisiones. Los verdaderos responsables son los que manejan estos medios. Sería interesante poder determinar qué metas persiguen y con qué objetivos.

¹¹⁷ Mc Luhan, M. 1985. La Galaxia Gutenberg. *Planeta. Barcelona.*

Teniendo en cuenta que el progreso tecnológico es continuo, acelerado e irreversible, y que no podemos detenerlo ni volver atrás, hay que tratar que sus consecuencias en el ámbito de la cultura no se enfrenten con la concepción que tenemos del hombre, para esto debemos tratar que la tecnología tenga una dimensión humana. "Humanizar las máquinas y no robotizar a los hombres."¹¹⁸ Estamos convencidos que humanismo y tecnología pueden y deben marchar en completa armonía. Utilizar la tecnología y sacarle el máximo provecho sí, pero no por eso convertirse en esclavo de la misma. La tecnología, por un lado, debe permitirnos vivir mejor, debe ser el artífice de nuestro confort, y por otro lado debe ser una herramienta que nos simplifique la vida, todo esto sin esclavizarnos.

Para el hombre de finales de este siglo la tecnología es la principal herramienta de trabajo; ahora bien, como toda herramienta, para poder sacarle racionalmente el máximo provecho, hay que conocerla y utilizarla correctamente, pero siempre en función del impacto sociocultural sobre el destinatario, esto implica tener cultura tecnológica.

C. P. Snow, en su trabajo *Las dos culturas y un segundo enfoque*, habla de: "Dos grupos polarmente antitéticos: en un polo los intelectuales literarios, que sin saber por qué ni cuándo han dado en referirse a sí mismos como "intelectuales" como si no hubiera otros (...) Los intelectuales literarios en un polo y, en el otro, los científicos y, como más representativos, los físicos. Entre ambos polos, un abismo de incompreensión mutua (...) Tan diferentes son sus actitudes que ni siquiera en el nivel afectivo aciertan a encontrar mucho terreno en común."¹¹⁹

Como consecuencia, plantea dos culturas: la literaria y la científica.

Estas dos culturas que plantea Snow, la literaria y la científica, se basan en abstracciones (signos lingüísticos o símbolos matemáticos), y debemos reconocer que el accionar del sistema educacional se estructura prioritariamente sobre estos dos ejes, pero introducir a los alumnos al estudio del mundo que nos rodea partiendo de abstracciones (leyes físicas o fórmulas matemáticas) puede plantear problemas pedagógicos pues algunos suelen tener dificultades a nivel de la abstracción, sobre todo los provenientes de hogares modestos. La educación tecnológica que tiene como eje la cultura tecnológica, una cultura concreta, síntesis entre el pensamiento y la acción, puede introducir más fácilmente a los alumnos al mundo de las abstracciones y colaborar así en atenuar el fracaso escolar y en amenguar los problemas de selección social.

La cultura tecnológica brinda una visión integradora de todas las modalidades de la conducta humana, superando la tradicional dicotomía de lo manual y lo intelectual, de lo muscular y lo cerebral, y postula una concepción del hombre como una unidad que se compromete con todas sus potencialidades, en todos y cada uno de sus actos.

Enmarcar dentro de estos conceptos las grandes decisiones del cuerpo social implica apelar al compromiso de todos los recursos disponibles para el logro del objetivo fundamental de toda sociedad, que es mejorar la calidad de vida de todos sus integrantes.

¹¹⁸ Giscard D'Estaing, V. 1979. *Palabras pronunciadas por el presidente de la República Francesa en el discurso de clausura del coloquio Informatique et société. París.*

¹¹⁹ Snow. C. P. 1977. *Las dos culturas y un segundo enfoque. Alianza. Madrid. P. 14.*

La cultura tecnológica supone el abandono de preconceptos peyorativos sobre el trabajo manual, propios de una concepción esclavista.

La separación entre cultura y tecnología aísla al hombre de ese entorno tecnológico en el que se encuentra inmerso y lo conduce por el camino de la vacuidad; la separación entre cultura y tecnología es una de las fuentes de dificultad del mundo moderno.

La cultura tecnológica es casi podríamos decir la antítesis de la sociedad de consumo, de la sociedad de lo descartable, de la sociedad que considera los objetos como cajas negras de las que se sabe solamente para qué sirven pero nada más; la cultura tecnológica abarca el conocimiento de los aspectos conceptuales de su funcionamiento, de su evolución y de su interacción con el medio natural y el sociocultural.

Es importante advertir que en el actual sistema de producción la división del trabajo y la estrecha especialización no permiten fácilmente el pleno desarrollo de la capacidad creadora y la realización personal, y esto sólo puede compensarse con una sólida cultura tecnológica.

Además, hay que tener en cuenta que el problema se irá agudizando pues los modos de producción están en constante evolución como consecuencia del desarrollo de la tecnología, que ha pasado a ser la principal fuerza productiva. El surgimiento de nuevas actividades y la obsolescencia de otras exigen cada vez más polivalencia y flexibilización para amoldarse a las nuevas y cambiantes condiciones de trabajo, y en este rubro la educación tecnológica ofrece un aporte inapreciable.

Cualquier país que no quiera perder el tren del progreso debe desarrollarse tecnológicamente y para esto debe contar con un nivel de cultura tecnológica relativamente alto.

Teniendo en cuenta la importancia de la cultura tecnológica en el desarrollo integral de la persona humana, consideramos fundamental tratar de despertarla y desarrollarla en los jóvenes, y en el logro de este objetivo consideramos que la Educación Tecnológica desempeña un papel clave.

A continuación transcribimos algunos párrafos del discurso pronunciado por el señor Pouchpa-Dass, ex Director de Cultura y de Estudios de la UNESCO, en ocasión de la *Deuxième conférence nationale pour le développement de la culture technique* (1979, Annonay, Francia), pues consideramos que son toda una definición sobre la cultura.

“La UNESCO estima que no es más posible atenerse a una definición restringida de la cultura: es decir identificarla solamente con las bellas artes, las letras y las humanidades clásicas (...) Considerando la cultura como una actitud del hombre frente a su condición natural e histórica, y como consecuencia generadora de elementos esenciales de la calidad de vida, la UNESCO vincula naturalmente la noción de cultura a la de desarrollo (...) Repudiando la abstracción unidimensional del *homo economicus*, la teoría y la práctica del desarrollo se esfuerzan cada vez más en abarcar al hombre en su integralidad, con sus necesidades, sus posibilidades y sus aspiraciones. Es en esta óptica que la UNESCO estima que el desarrollo cultural forma parte integral del desarrollo total. Como consecuencia el desarrollo cultural abre el acceso al humanismo moderno, que, con las artes, engloba las ciencias exactas, las técnicas y las ciencias humanas. El hombre cultivado es por lo tanto aquel que se siente insertado activa y críticamente en el mundo. En otros términos; y teniendo en cuenta la naturaleza actual del mundo, el hombre cultivado debe ser un agente de cambio. Rechazando la pasividad, el papel de objeto al que ciertas fuerzas quisieran obligarlo; el

hombre cultivado se siente activo, se siente autónomo, él quiere "asumir su propio destino", según la expresión de Edgar Faure. Es en este sentido que podemos decir que el conocimiento de los mecanismos sociales y económicos forman parte de la cultura con el mismo título que el teatro, por ejemplo. (...) No es degradar la obra de arte situarla en su contexto; es darle su pleno valor explicativo. Por el contrario, sería reducir una civilización definirla solamente por sus valores artísticos; es castrarla de algunas de sus fuerzas vivas; es también sacar de sus obras de arte toda una parte afectiva y vivida que contribuye a su valor y significación. (...) Ahora bien, para que la cultura tenga como beneficio mayor la participación social, que permita a la vez la comprensión de los otros y la valorización personal, la palabra cultura debe ser tomada en el sentido más amplio y englobar al hombre en su trabajo, en la política, en la economía, en la técnica, en la ciencia, tanto como en lo artístico."¹²⁰

¹²⁰ Pouchpa-Dass. 1980. Rev. Culture Technique N° 2. Centre de recherché sur la culture technique. P. 25-26.

**ANEXO 2.
PÁRRAFOS DEL LIBRO "HACIA UNA
TRANSFORMACIÓN INSTITUCIONAL
EN LA EDUCACIÓN TÉCNICA Y LA
FORMACIÓN PROFESIONAL"
DE ALBERTO GALEANO RAMÍREZ¹²¹**

¹²¹ Galeano Ramírez, A. 1994. Cinterfor/OIT-Orealc/UNESCO, Montevideo.

Planteamiento y resolución de problemas

Es muy difícil transmitir a las personas la idea de que nosotros vinimos a este mundo a resolver problemas de toda índole: personales, familiares, del trabajo, de la vida y la existencia.

La vida es un permanente y eterno proceso de resolución de problemas.

No puedo explicarme por qué este hecho -tan sencillo, tan normal de la vida cotidiana- no se nos enseña desde pequeño. La primera y fundamental labor del hombre es el planteo y la resolución de problemas. Por lo demás, resolución de problemas y creatividad son dos hermanas siamesas, inseparables, consustanciales. Es creativa una persona cuando resuelve los problemas -nuevos o antiguos- de manera original: es decir, en forma especial, desacostumbrada, inusitada.

La habilidad más importante que podamos adquirir es la de aprovechar los conocimientos y la información cuando los necesitamos, y aplicarlos al problema que tengamos entre mano. Mientras más personas dedicadas a solucionar problemas con éxito haya en el mundo, este será mejor.

Las mejoras sólo son posibles gracias a la presencia de problemas.

El verdadero creador es el creador de problemas.

Todo proceso creativo -en lo científico, tecnológico, artístico, literario, organizacional- está basado en el fenómeno del planteamiento y resolución de problemas. De ahí que la creatividad, en su acepción más sencilla, habría que entenderla como la manera singular de resolver un problema.

Un problema es, entre otras cosas, una bifurcación o un divorcio entre lo que debería suceder y lo que en realidad sucede, o entre lo que se tiene y lo que se quiere tener.

El problema de los problemas es su identificación.

Una buena formulación del problema constituye tres cuartas partes de su solución.

La educación por y para la creatividad -basada en el planteamiento y resolución de problemas- ha de ser pues uno de los elementos inspiradores de la modernización pedagógica de la educación técnico-profesional.

Transformación institucional y modernización técnico-pedagógica

Si se analiza con detenimiento y perspectiva la historia de la humanidad, bien puede observarse que el ser humano ha luchado constantemente por liberarse del trabajo difícil, arduo, encasillador. El hombre en su lucha por la vida y la existencia -y dentro de un deseo de superación constante- siempre ha buscado depender menos de los músculos y más del cerebro. Con la revolución científico-tecnológica parece haber dado un salto adicional. El mundo tecnológico de hoy depende más de habilidades intelectuales que de capacidades y destrezas mecánicas y manuales. Hoy la productividad es más el resultado del cerebro que de los músculos y las máquinas.

Del músculo a la máquina y de la máquina al cerebro son los dos saltos cualitativos que ha dado la humanidad a través de su historia.

Este cambio requiere una nueva conceptualización de la naturaleza del trabajo, dirigida a usar más el cerebro que las manos. Esta no es una transformación evolutiva en el modo de realizar el trabajo: es una transformación revolucionaria.

La producción y el trabajo dependen, cada vez más, del conocimiento, de la información, de la creatividad individual y del desarrollo tecnológico, antes que del trabajo manual y maquinista, y de la explotación de los recursos naturales.

El principal impacto de la nueva tecnología de la información lo acusaron los procesos de producción, cuando los microprocesadores comenzaron a regular el funcionamiento de las máquinas y las herramientas.

Esta integración del proceso de información en la maquinaria productiva equivale a una tercera revolución industrial.

La tercera revolución industrial -en donde el proceso de la información pasa a integrarse a la máquina o a la herramienta- desplazará los procesos de producción manuales para imponer la producción basada en el conocimiento.

Antes de la revolución industrial la riqueza de las naciones era función del poderío agrícola o ganadero, o de los metales y minerales de su subsuelo.

Después de la revolución industrial la riqueza de las naciones era, y todavía sigue siendo, su capacidad de producción industrial.

En este nuevo mundo que está surgiendo como consecuencia de la revolución científico-tecnológica (o tercera revolución industrial), la riqueza empieza a medirse con otros parámetros, fundamentalmente el nivel de conocimientos o tecnología que se incorpora en los productos.

Estamos pasando de la era manual y maquinista a la era del conocimiento; pero, no de un conocimiento cualquiera: se trata del conocimiento intelectual y práctico.

Dadas las características y la rapidez del cambio que estamos experimentando y la manera de fluir los conocimientos y técnicas productivas, las instituciones de educación técnico-profesional, tienen que cambiar casi radicalmente las maneras de enseñar y formar las personas.

En vez de enseñar conocimientos y habilidades que muy pronto quedarán obsoletos, lo que hay que hacer es fortalecer las capacidades y habilidades intelectuales.

ANEXO 3.
PÁRRAFOS DEL LIBRO
"LA LECTURA DEL OBJETO"¹²²

¹²² Gay, A.; Bulla, R. 1990. La lectura del objeto. TEC. Córdoba.

En un sentido amplio, podemos decir que todo lo pensado y que como tal se opone al sujeto (al ser pensante) es un objeto. El diccionario Larousse lo define como: "todo aquello que se ofrece a la vista y afecta los sentidos". Desde nuestra óptica "objeto" es todo elemento fabricado por el hombre, para una finalidad determinada.

Roland Barthes dice: "Comúnmente definimos el objeto como 'una cosa que sirve para alguna cosa'. El objeto es, por consiguiente, a primera vista, absorbido en una finalidad de uso, lo que se llama una función. (...) no puede existir por así decirlo, un objeto para nada; hay, es verdad, objetos presentados bajo la forma de bibelots inútiles, pero estos bibelots tienen siempre una finalidad estética."¹²³

Para Abraham A. Moles: "En nuestra civilización el objeto no es natural. No se hablará de una piedra, de una rana o de un árbol como de un objeto sino más bien como de una cosa. La piedra no se convertirá en objeto más que cuando se la promueva a la categoría de pisapapel (...) El objeto puede ser manipulado libremente, y si un gato no es un objeto, un gato cibernético puede serlo."¹²⁴

Los objetos actúan como un nexo entre el hombre y su entorno, tanto el medio natural como el sociocultural. Podemos decir que son la síntesis de la voluntad del hombre.

Los objetos son respuestas a necesidades, pero éstas no se presentan aisladamente, ni aun las más vitales, sino que unas se confabulan con otras que también presionan y exigen satisfacciones; surge así el conflicto entre las fundamentales y las que no lo son, siendo muchas veces difícil establecer claramente unas y otras; este conflicto se transporta al objeto que debe servir para satisfacer la (o las) necesidad(es), el que muchas veces además de cumplir su preciso objetivo funcional debe brindar otras satisfacciones, psicológicamente tan importantes como lo funcional, por ejemplo lo simbólico, lo ritual, el "status", el signo de pertenencia a un grupo social.

Sobre el tema de las necesidades, Abraham A. Moles dice: "Con la introducción de la perención, es decir de la muerte ineluctable de los objetos en la conciencia del ciudadano del 'Welfare state' se introduce el mecanismo fundamental de la sociedad moderna:

- la transformación de los deseos en necesidades;
- la satisfacción de esas necesidades; y, finalmente, cuando la colección es suficientemente rica,
- la creación artificial mediante la motivación publicitaria de nuevas necesidades a partir de nuevos deseos, etc.

El deseo proviene del sueño. Es caprichoso, aleatorio, provisorio, transitorio. Si el deseo no resulta satisfecho, el individuo no lo siente como una carencia. La necesidad, por el contrario se precisa, cifrable, permanente hasta lograr la necesidad, lo siente como una carencia y orienta su conducta con miras a adquirirlo."¹²⁵

Las actividades vinculadas a la satisfacción de necesidades se organizan como un ritual, aun las más vitales no se liberan de este fenómeno. Los objetos presentes en estos rituales deben en consecuencia satisfacer múltiples requerimientos, lo que también algunas veces produce conflicto entre lo funcional y lo simbólico.

¹²³ Barthes, R. 1990. La aventura semiológica. *Plados. Barcelona. P. 247.*

¹²⁴ Moles, A. 1975. Los objetos. *Tiempo contemporáneo. Buenos Aires. P. 14-15.*

¹²⁵ Selle, G. 1975. Ideología y utopía del diseño. Contribución a la teoría del diseño industrial. *Gustavo Gili. Barcelona. P. 15.*

Como ejemplo de esta multiplicidad de requerimientos a satisfacer podemos mencionar la vestimenta, en la cual lo simbólico es tan importante como lo funcional; o el comer que prácticamente es un rito en el que los objetos que intervienen responden a premisas tanto funcionales como simbólicas; o el caso más trivial de las ruedas de un automóvil de lujo en las que lo funcional y lo simbólico tienen una importancia casi equivalente.

Gert Selles dice: "No cabe la menor duda que en la actualidad los componentes estéticos de los objetos desempeñan a menudo un papel más relevante en la competencia de mercado o en la esfera del consumo que su mismo principio de construcción y su valor utilitario."¹²⁶

Esta realidad coloca al diseñador industrial ante la situación de tener que proyectar objetos "apetecibles" para ser producidos, distribuidos y consumidos por ese fenómeno social llamado la sociedad de consumo.

Como dice Abraham Moles: "El Homo Faber de fabricante de útiles se convirtió en consumidor de objetos."¹²⁷ A partir de sus necesidades, y en función de su capacidad de reversibilidad y de transferencia de experiencias, el hombre puede mentalizar las respuestas a sus necesidades, anticipándose a la praxis, seleccionando alternativas ya conocidas (reversibilidad) y especulando posibles resultados.

Es en la praxis (la confrontación de la idea con la materia) en donde se concreta el objeto. El objeto es la respuesta a una interpretación de la necesidad. Finalización y comienzo. Son los servicios que brinda al usuario los que corroboran si la necesidad ha sido satisfecha. En esta etapa, que podemos llamar de evaluación, surgirán conclusiones aplicables a futuras experiencias (transferencias).

Los objetos materiales producidos por el hombre conforman una gran galaxia, dentro de la cual podemos identificar agrupamientos o constelaciones, entre las que podemos distinguir: los objetos utilitarios (preconcebidos y construidos para satisfacer una necesidad determinada); los objetos de arte (este último gran y complejo sistema de comunicación); los objetos técnicos; etc.

Existe también el grupo de los "objetos de interés social", que satisfacen la demanda de necesidades sociales (actividades administrativas, educacionales, hospitalarias, etc.). Finalmente podemos hablar de un tercer grupo, los "objetos de vanguardia", impregnados de un cierto elitismo, en los que sobre todo se priorita su valor de signo sobre su valor de uso.

Dejamos sentado que muchas veces el valor de signo sobre el valor de uso.

Teniendo en cuenta el modo de producción los objetos utilitarios pueden clasificarse en objetos artesanales y en objetos industriales.

- En los primeros, los artesanales, la concepción y la ejecución marchan acompasadamente y no pueden separarse completamente, el artesano es el ejecutor y responsable de ambas.
- En los segundos, los industriales, la concepción o el diseño es una operación independiente de la fabricación del producto, lo que no implica que el diseñador se desentienda de la fabricación.

¹²⁶ Moles, A. 1975. *Op. Cit.* P. 18.

¹²⁷ Moles, A. 1975. *Op. Cit.* P. 10.

El objeto industrial existe desde el momento mismo en que ha sido proyectado. Gillo Dorfles dice: "La obra del creador en la pieza de artesanía se explica 'al final' de la elaboración; mientras que en la pieza industrial se explica 'al principio'." ¹²⁸

Podemos decir que la obra artesanal se hace a mano, aunque en muchos casos con participación parcial de máquinas, y aun si se la repite en numerosos ejemplares, cada uno es distinto de los otros, aunque más no sea en mínimas imperfecciones formales que no desvalorizan la obra. Esta eventualidad no tiene lugar en el objeto producido industrialmente en el cual cualquier imperfección debe considerarse un error de factura.

En otro plano, y buscando comparar los objetos de diseño y los objetos de arte, podemos marcar diferencias substanciales en la génesis de los mismos. Los primeros han sido concebidos como respuesta a objetivos bien definidos, los segundos no tienen una función bien precisa. La creación artística no obedece a objetivos premeditados, se puede decir que la obra de arte es un proceso interrumpido.

El diseñador actúa de acuerdo a un programa cualitativa y cuantitativamente acotado, su actividad responde a necesidades de un destinatario estándar y tiene que conciliar sus imperativos estéticos con los del usuario. El artista no está sujeto a ninguno de estos condicionantes, no busca complacer a un público, no busca una finalidad precisa, no se ajusta a necesidades cuantificadas, no puede prever cualitativa ni cuantitativamente su objetivo, no necesita dar explicaciones ni justificaciones.

El arte se brinda a la contemplación, mientras que el diseño también a la acción, a la fruición. Desde esta óptica el diseño industrial no es arte, ni el diseñador industrial artista.

Gui Bonsiepe dice: "El diseño está inseparablemente ligado a la estética, pero no necesariamente arte" ¹²⁹ (...) El diseño industrial no es un arte ni con mayúscula, ni con minúscula." ¹³⁰

El mensaje de los objetos

Los objetos son comunicadores de mensajes y nos hablan con un lenguaje muy rico, nos informan del pasado al que pertenecieron, del nivel tecnológico y cultural de la sociedad que los fabricó, del nivel económico de quienes lo usaban, de su status social. Los objetos son portadores de significados sociales, de una jerarquía de valores tanto sociales como culturales, su mensaje se manifiesta en la forma, el color, su ubicación en el espacio, los materiales, etc.

A través de la "lectura" del mensaje que soportan podemos reconstruir la historia del hombre y de sus necesidades, pues satisfacer necesidades es, como planteo general, el objetivo de la fabricación de objetos.

En otras palabras un objeto es un sistema de comunicación, soporte de un mensaje complejo que se puede descodificar y leer.

¹²⁸ Dorfles, G. 1968. El diseño industrial y su estética. *Labor. Barcelona. P. 32.*

¹²⁹ Bonsiepe, G. 1985. El diseño en la periferia. *Gustavo Gilli. México. P. 92.*

¹³⁰ Bonsiepe, G. 1985. *Op. Cit. P. 57.*

El principal mensaje es el uso, la función. Umberto Eco manifiesta que “la forma del objeto no sólo debe posibilitar la función sino que debe denotarla de modo suficientemente claro como para hacerla deseable además de posible.”¹³¹ En otras palabras, podemos decir que el objeto de uso debe denotar claramente su significado: la función. Un objeto cualquiera, una silla por ejemplo, está concebida para cumplir una función precisa (sentarse) y desde un punto de vista semántico su forma denota su función.

En el campo de las comunicaciones y como un aporte a la lectura del objeto la semiótica, valiosa herramienta de trabajo, brinda su apoyo basado en los grandes conceptos de la lingüística (significante y significado; denotación y connotación; etc.), en los que el paralelismo entre lo lingüístico y el mundo de los objetos puede ser de gran utilidad para elaborar hipótesis de análisis y de diseño, fundamentalmente las llamadas premisas o marco teórico referencial, verdadera plataforma teórica en la que debe sustentarse el diseñador.

Abraham Moles dice: “La aplicación de la teoría de la información a las ciencias humanas puso rápidamente de manifiesto la necesidad de distinguir en todo tipo de mensaje dos aspectos distintos, el mensaje semántico y el mensaje estético, distinción retomada en forma muy amplia por la lingüística a través de la oposición entre estructuras denotativas y estructuras connotativas, o bien significación y evocación (...) La función en sentido clásico (un vaso está hecho para beber) corresponde aproximadamente al sentido denotativo y objetivable, susceptible de ser traducido a otro lenguaje (hay otras maneras de beber) y el sistema estético o connotativo, relacionado con el campo emotivo o sensorial, agregará caracteres ornamentales, emocionales, ostentatorios, etc.”¹³²

“Baudrillard desarrolla la moral de los objetos. Señala la autonomía de la función simbólica respecto de la función a secas en sentido etimológico y racional; separa dos universos: semántico o funcional, connotativo o simbólico y muestra que esta idea del objeto como signo o símbolo y como elemento de un lenguaje corre el riesgo de volverse preponderante, de sobrepasar, a partir del consumo ostentatorio, todas las otras funciones; los objetos ya no están allí para hacer sino para representar.”¹³³

En otras palabras Baudrillard nos dice que los objetos están para ser leídos.

Los valores perceptuales del objeto (lo denotativo) posibilitan inferir (connotar) una multiplicidad de datos respecto de su función, del ámbito sociocultural en que apareció, de las pautas tecnológicas que lo hicieron posible, etc., lo que permite reconstruir conceptualmente el tiempo y el espacio. Es en lo connotativo donde están subyacentes los condicionantes socioculturales que enmarcaron el nacimiento del objeto.

La lectura de los objetos

La adopción del término “lectura” se fundamenta en el hecho de considerar a cada objeto como un sistema de signos que soportan un significado que se puede interpretar. Los objetos además de responder a una función son portadores de una significación y por ende de una información. La significación implica no sólo información,

¹³¹ Eco, U. “Proposte per una semiologia dell’architettura”.

¹³² Moles, A. 1975. *Op. Cit.* P. 17-18.

¹³³ Moles, A. 1975. *Op. Cit.* P. 33.

sino también un sistema estructurado de signos. Podemos considerar la lectura de un objeto como un acto de interpretación de signos.

La lectura de un objeto nos permite, tanto recabar datos para ubicarlo históricamente, como sacar conclusiones de los aspectos formales, funcionales, estructurales y tecnológicos involucrados. Estas conclusiones son de gran importancia cuando, frente a un elenco de objetos, debe efectuarse una selección.

El proceso de lectura

Leer un objeto es el proceso por el cual un observador, frente a una materialidad estructurada que se le opone, la desarticula en partes significativas para develar, tanto los principios que la estructuran como los que optimizan su uso.

Los objetos de diseño son el resultado de procesos de diseño que se han desarrollado conforme a un plan. Cuando buscamos leer el mensaje de un objeto seguimos determinados pasos que, podemos decir, son la inversa del proceso de diseño. Cabe señalar que tanto en el diseño como en la lectura no hay un discurrir puro de una etapa a otra, sino que hay idas y vueltas, los procesos no son lineales sino más bien iterativos, recursivos; es posible preconcebir etapas no contiguas, como reconsiderar etapas ya conceptualizadas.

La lectura, como proceso de interpretación, se debe sistematizar con un método que ordene secuencialmente los pasos a seguir para barrer el mayor número de variables. La importancia que tiene el conocimiento y el manejo de una metodología de lectura es decisiva por cuanto constituye el primer escalón de acercamiento a la problemática del diseño industrial. Una metodología que permita interpretar, evaluar el problema, analizar los antecedentes a partir de los cuales se puede elaborar un programa de acción, no es otra cosa que una metodología de resolución de problemas.

Metodología de lectura, metodología de resolución de problemas y metodología de diseño, están presentes en todos los actos de cualquier práctica profesional. Podemos destacar que en cada etapa de la lectura o del diseño de un objeto es válido aplicar una metodología de resolución de problemas, pues cada etapa representa un problema que debemos resolver.

La lectura y el diseño se presentan como caminos inversos y, en ambas direcciones, subyace una metodología de resolución de problemas.

En nuestro caso la metodología de lectura constituye una alternativa de aproximación al mundo de los objetos; partimos de la percepción de una materialidad (el objeto) para llegar a una conceptualización.

Postulamos como metodología de lectura o de análisis del objeto un camino que, en principio, es el mismo por el cual el usuario u hombre de la calle va al encuentro de los objetos: de lo perceptual e intuitivo a lo conceptual.

La metodología propuesta reivindica, en una primera etapa, la toma de conciencia de todas las vivencias del observador frente al objeto, para en una segunda etapa conceptualizar los vínculos con el medio, es decir: de lo personal a lo social.

***ANEXO 4.
CÓMO ENFOCAR UN PROBLEMA
Y SU SOLUCIÓN***

Reflexiones para el docente

La educación tecnológica pone el acento en la capacidad para resolver problemas.

Situación problemática:

XXXXXXXXXX

Formulación del problema:

Formule en términos de problema la situación planteada, precisando los objetivos a alcanzar.

Alternativas de solución 1.....
 2.....
 3.....
 4.....
 5.....; etc.

Analice tres alternativas de solución.
 Elija una y justifique la elección.

Presentación de la solución:

Considere el papel de los modelos en la presentación de la solución.
 De ser factible, plantee un modelo físico que muestre la solución propuesta (dibújelo).

Construya, con los elementos que dispone, el modelo planteado.

Una vez realizado el modelo:

- Analice los elementos utilizados en la construcción del modelo.
- Describa la función que cumple cada uno y cómo la cumple.
- Señale los conocimientos aplicados a la solución del problema y los aspectos técnicos y tecnológicos que entran en juego en la construcción.
- Examine los conocimientos científicos asociados a la solución del problema.
- Compare la construcción realizada con lo que supone puede ser una construcción de la vida real, analizando los posibles componentes a utilizar.
- Vincule el problema con el contexto sociocultural que lo enmarca. Analice los aspectos económicos y, eventualmente de comercialización vinculados al tema.
- Ubique el problema y su solución en un contexto histórico.
- Trate de presentar la solución mediante un diagrama de bloques.
- Recapacite sobre otros problemas que surgieron al buscar la solución al problema propuesto e identifique las principales dificultades que se presentaron.
- Analice cómo sistematizar y presentar la información relativa a la solución del problema.
- Proponga otros ejemplos donde pudiera utilizar los mismos mecanismos y principios de funcionamiento.
- Explícite qué contenidos puede trabajar con este problema.
- Vincule este problema y su solución con los diferentes Bloques de Tecnología de los CBC.

- Analice los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales vinculados con el tema.

Propuestas para el desarrollo de actividades en el aula

a) Observación, por parte de los alumnos, de los productos tecnológicos del entorno cotidiano:

Este entorno que puede abarcar la casa, la escuela, la región, etc.). Selección de los que se consideren más relevantes y pertinentes, e identificación de las demandas (necesidades) que satisfacen, preguntándose: ¿para qué sirven?, ¿qué pasaría si no, existieran?, ¿cómo pueden substituirse?, ¿qué ocurría con anterioridad a su disponibilidad?, ¿qué ventajas y qué inconvenientes (si los hubiera) trajo su aparición?, etc.

En la selección de los productos a considerar se tendrán en cuenta:

- Los intereses de los alumnos.
- La problemática de la región.
- La proyección y el impacto de los mismos en el desarrollo de la región, el país y el mundo.
- Lo pertinente que puedan ser para el abordaje de los contenidos de la educación tecnológica; etc.

Puede ser muy interesante investigar en la región los antecedentes y la evolución histórica de los productos seleccionados (cuándo aparecieron; si se difundieron rápidamente o no; qué consecuencias tuvo la aparición ellos en lo que respecta a cambio de costumbres, prácticas laborales, perfiles profesionales, prácticas comerciales, etc.; qué productos y/o prácticas desplazaron; qué efectos provocaron en el medio ambiente; etc.).

Otro aporte puede ser la relación con productos y hechos similares, de otros ámbitos y regiones, que puedan ser conocidos por docentes y/o alumnos.

Reflexión acerca del uso que se hace de estos productos tecnológicos, observando:

- Si se conocen todas sus posibles prestaciones.
- Si se saben interpretar los manuales/folleto que los acompañan.
- Si, normalmente, se los mantiene y cuida adecuadamente.
- Si se sabe reconocer cuándo es conveniente substituirlos.
- Si se sabe detectar y analizar las fallas que pudieran tener y reconocer cuándo es necesario acudir a un especialista y cuándo es posible intervenir sin recurrir al especialista; etc.

Reflexión acerca de la fabricación industrial de estos productos, analizando:

- Las diversas formas de organización de la producción y del trabajo
- Las problemáticas de la producción, almacenamiento, distribución y marketing.
- Los materiales utilizados y su obtención.
- Los residuos que generan su producción y utilización; etc.

b) Realización de actividades prácticas; fundamentalmente, vinculadas a objetos tecnológicos de uso cotidiano:

- Desarmado y estudio de productos tecnológicos fuera de uso que puedan traer los alumnos (planchas, calentadores, electrodomésticos, etc.).
- Análisis de los mismos (lectura del objeto): cómo son, para qué sirven, cómo funcionan, cómo están hechos (de qué materiales), cómo están insertos en la estructura sociocultural, etc.
- Mantenimiento y eventualmente reparación de artefactos, dispositivos o elementos sencillos de la escuela y/o el hogar (cortinas de enrollar, picaportes, depósitos de agua, canillas, artefactos electrodomésticos, paredes, revoques, etc.), observando las medidas de higiene y seguridad en el uso de herramientas, y la organización grupal de los trabajos.
- Construcción de modelos de productos tecnológicos.
- Construcción de juegos/juguetes que impliquen la utilización de mecanismos sencillos.
- Elaboración de manuales, instrucciones, presentaciones (con diversos objetivos), publicidad, etc., de productos tecnológicos existentes, u objetos proyectados y/o construidos en el aula; etc.
- Realización de simulaciones de procesos de fabricación de productos tecnológicos, organizando el trabajo en equipos; etc.

c) Análisis de las características regionales de:

- La explotación agrícola-ganadera y/o la producción industrial (equipos y técnicas utilizados, etc.).
- Las viviendas (sus tipos y características constructivas, etc.).
- El transporte de personas y mercancías (los medios, la infraestructura, la organización requerida, etc.).
- La producción y comercialización de alimentos (puede ser interesante efectuar una comparación con lo que pasa en otras regiones, o en otras situaciones).
- Los medios de comunicación (teléfono, radio, televisión, diarios, etc.).
- La producción y comercialización de vestimentas (comparando producción artesanal, producción familiar y producción industrial).
- Otros temas que puedan ser importantes o típicos de la zona.

El objetivo fundamental de estas actividades áulicas es que los alumnos tomen conciencia de las tendencias regionales en materia de:

- Evolución económico-social.
- Transformación de las costumbres y/o modo de vida.
- Cambios en la organización social.
- Cambios en la estructura productiva y en la organización del trabajo.
- Cambios en los perfiles y capacitaciones laborales requeridas; etc.

Se busca, además, que el alumno advierta la importancia de la información (su adecuada selección y procesamiento), y su conocimiento, para estar mejor preparado para enfrentar la vida; sobre todo en nuestra época, debido a los vertiginosos cambios en todos los campos como consecuencia del acelerado ritmo innovador de los desarrollos científico-tecnológicos y de la globalización de la economía.