COMPENDIO DE TÉRMINOS TÉCNICO-PEDAGÓGICOS DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA

DIRECTORIO

Director General

Lic. Manuel Salgado Cuevas

Director Técnico

Ing. Juan Antonio Nevarez Espinoza

Subdirector Tecnológico

M. en C. Cesari D. Rico Galeana

Jefa del Departamento de Planes y Programas de Asignaturas Tecnológicas

M. en C. Teresa Granados Piñón

"De acuerdo con lo estipulado en los artículos 148, 149, 150 y 151 de la Ley del Derecho de Autor, la reproducción del presente material, al no perseguir ningún beneficio económico directo, tener exclusivamente fines de enseñanza y respetar de manera íntegra los derechos morales de los autores, no constituye violación alguna a los derechos de autor".

Este material de apoyo curricular fue elaborado en la Subdirección Tecnológica
de la Dirección General de Educación Secundaria Técnica en el D. F.

Fray Servando Teresa de Mier No. 135, 6° Piso, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc,
C.P. 06080, México, D. F., Tel. 5588 2329, tecnicaytecnologia09@gmail.com

Coordinación Técnica

Cesari D. Rico Galeana

Compilación

Asesor Técnico Pedagógico
Teresa Granados Piñón

Diseño

Iliana Valdés Béjar
María de Lourdes Cornejo Cruz

Dirección de General de Educación Secundaria Técnica en el Distrito Federal

1ª Edición, 2011

México, D.F.

ÍNDICE

Antecedentes de la Tecnología como asignatura 6

Objetivo y justificación 7

Sugerencias metodológicas para el uso del material 8

Introducción 10

Primera parte. Términos que fundamentan el enfoque teórico-metodológico de la asignatura 11

Naturaleza de la tecnología 12

Estrategias didácticas 14

Segunda parte. Términos técnicos fundamentales de los bloques del Programa de estudios de primer grado 19

Términos técnico-pedagógicos Bloque I. Técnica y tecnología 20

Términos técnico-pedagógicos Bloque II. Medios técnicos 27

Términos técnico-pedagógicos Bloque III Transformación de materiales y energía 38

Términos técnico-pedagógicos Bloque IV. Comunicación y representación técnica 56

Términos técnico-pedagógicos Bloque V. proyecto de reproducción artesanal 65

Recapitulación del material didáctico 70

Bibliografía 71

ANTECEDENTES DE LA TECNOLOGÍA COMO ASIGNATURA

La Secretaría de Educación Pública, reformó la Educación Secundaria en 2006, oficialmente por medio del Acuerdo número 384 (publicado en el DOF con fecha 26 de mayo de 2006). En dicha reforma se propuso llevar a cabo la actualización disciplinaria y pedagógica de la Educación Tecnológica como definición formativa que para el nivel se requiere. Para lo cual se delimitaron las siguientes acciones:

- La definición de Tecnología como asignatura académica en el currículo nacional, dejando su anterior concepción como actividad de desarrollo.
- El énfasis de promover una formación tecnológica a partir de una concepción amplia de la Tecnología.
- La congruencia con el planteamiento general de la reforma y el *Perfil de Egreso de la Educación Básica*, en el sentido de apoyar la formación de competencias para la vida. Teniendo en cuenta que no es función de la educación secundaria la formación para el trabajo y sí la promoción de competencias tecnológicas.
- La aplicación normativa del acuerdo 384 con fundamento en los lineamientos que para la elaboración de los programas se describen y especifican.
- La actualización curricular toma en cuenta el antecedente de especialidades y actividades tecnológicas y promueve su integración con la finalidad de potenciar la concepción amplia de Tecnología y evitar la afectación laboral.
- La actualización de la normatividad derivada del Reglamento Interior de la Secretaría de Educación Pública que especifica las formas de organización, gestión y evaluación, que facilite la implementación de la nueva propuesta curricular.

Ante dicho cambio curricular, se hace imprescindible contar con material de apoyo didáctico que provea de información adicional principalmente al docente, el cual es un actor fundamental en el contexto de las reformas educativas. La finalidad del material generado es lograr una mejor comprensión de los términos incluidos en los programas de estudio.

OBJETIVO

Proporcionar a los docentes y coordinadores de actividades tecnológicas elementos para la comprensión y apropiación de los términos técnico-pedagógicos incorporados en el programa de la asignatura de Tecnología en Educación Secundaria, con la finalidad de actualizarlos y sensibilizarlos ante el cambio curricular logrando con ello una buena operación de dicho programa de estudios.

JUSTIFICACIÓN

Con el nuevo programa de la asignatura de Tecnología, se introducen nuevas terminologías, las cuales en su gran mayoría son desconocidas para el docente, en parte, dificulta la comprensión del programa de estudios.

El documento retoma algunos conceptos técnicos establecidos en el programa de Tecnología preliminar proporcionado por la Dirección General de Desarrollo Curricular, a su vez, los amplia y ejemplifica para nuestra modalidad de secundaria técnica para su puesta en práctica en las actividades tecnológicas.

El trabajo forma parte de la elaboración de materiales didácticos destinados a fortalecer la comprensión del docente respecto al nuevo programa de estudios de la asignatura de Tecnología, así como de la elaboración de materiales de apoyo didáctico que complementen las asesorías brindadas a los docentes de actividades tecnológicas y reorienten su práctica docente.

SUGERENCIAS METODOLÓGICAS PARA EL USO DEL MATERIAL

El presente compendio se encuentra estructurado en dos apartados, en el primero se retoman conceptos y términos teórico-metodológicos de la asignatura, mientras que el segundo apartado proporciona a los docentes una breve explicación de los términos que se incorporan en cada una de los cinco bloques del programa de estudios de la asignatura de Tecnología de primer grado.

El documento fue diseñado para trabajarse en forma independiente, ya que cada sub apartado se encuentra estructurado por los términos técnico-pedagógicos representativos de bloque programático, además se incorporan en el cuerpo de todo el documento algunas lecturas que los refuerzan.

Relación del tema con la asignatura.

El tema desarrollado en el presente compendio se relaciona estrechamente con la asignatura de Tecnología dado que proporciona elementos teóricos sobre los conceptos, y temas que fundamentan a la asignatura, así como aquellos que integran los cinco bloques del programa de estudios de primer grado.

Contenidos programáticos en los que incide el tema

El material elaborado incide en los fundamentos teórico-metodológicos de la asignatura, por ejemplo, en la clarificación de las estrategias didácticas propuestas para operar el programa de estudios y en aquellos conceptos que se presentan en los cinco bloques del programa de estudios de primer grado, a saber:

Bloque I	Las técnicas como sistema, clases de técnicas y sus elementos comunes. La técnica como práctica sociocultural. La tecnología como campo de estudio y como reflexión sobre la técnica.
Bloque II	Herramientas y máquinas como extensión de las capacidades humanas. Las acciones técnicas en los procesos artesanales. Aplicaciones de las herramientas y máquinas a nuevos procesos según el contexto.
Bloque III	Características funcionales de los materiales y clasificación por sus usos. Uso, procesamiento y nuevas aplicaciones de los materiales nuevos y sintéticos. Diversos tipos y fuentes de energía y su transformación. Previsión del impacto ambiental derivado del uso de la energía.
Bloque IV	La importancia de la comunicación y representación técnica. Comunicación técnica, lenguaje y códigos.
Bloque V	Los proyectos en tecnología. Procesos productivos artesanales.

INTRODUCCIÓN

La Secretaría de Educación Pública, en conjunto con la Dirección General de Desarrollo Curricular, edita el plan de estudios para la Educación Secundaria 2006 y los programas correspondientes a las asignaturas que lo conforman con el propósito de que los maestros y directivos conozcan sus componentes fundamentales, es así que en esta tendencia se incorpora el programa de estudios de Tecnología categorizada ahora como asignatura.

La tecnología como asignatura en esta reforma curricular de Educación Secundaria tiene la característica de dar un giro en cuanto a su estructura curricular, visión, orientación didáctica y organización de contenidos, entre otros aspectos, al mismo tiempo que se especifica su carácter nacional y único para las modalidades de Secundarias Generales y Secundaria Técnicas, por lo cual, la comprensión de los términos incluidos en el programa se hace indispensable.

El presente documento se encuentra estructurado en dos partes fundamentales, la primera desarrolla términos teórico-metodológicos que fundamentan el enfoque de la asignatura como la naturaleza de la tecnología, enfoque pedagógico, visión sistémica y orientaciones didácticas entre otros, mientras que la segunda parte desarrolla los términos técnicos o vocabulario que se introducen en los cinco bloques del programa de estudio de primer grado.

PRIMERA PARTE

TÉRMINOS QUE FUNDAMENTAN EL ENFOQUE TEÓRICO-METODOLÓGICO DE LA ASIGNATURA*

* La mayor parte de términos fueron retomados de manera parcial o total del Programa de estudios preliminar 2006 de la asignatura de Tecnología para la Educación Secundaria Técnica

NATURALEZA DE LA TECNOLOGÍA

En la actualidad, la tecnología, se ha llegado a configurar como un área específica del saber con un cuerpo de conocimientos propio. En este espacio se articulan acciones y conocimientos de diversos campos relacionados con el saber hacer. Entre estos conocimientos podemos identificar los de tipo descriptivo (sobre las propiedades generales de los materiales, lo de información técnica) y los de tipo operativo o procedimental. Los conocimientos de diversos campos de la ciencia se articulan y se resignifican según las diferentes situaciones de aplicación, en correspondencia con los distintos contextos históricos, sociales y culturales. Esta situación influye en la definición de la asignatura y en las orientaciones metodológicas para su enseñanza y aprendizaje.

Enfoque sistémico

El enfoque sistémico es una herramienta para la comprensión global de acciones, procesos y artefactos, analiza 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.

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.

Análisis sistémico

El análisis sistémico nos permite considerar el producto tecnológico como un sistema, a través de este no se analizan las partes separadamente, sino las relaciones de las partes entre sí y con el producto como un todo.

La palabra "sistémico" hace referencia a la idea de que los elementos de un problema forman parte de un sistema y que la descomposición de esos elementos según un principio cartesiano no permite ver las relaciones entre esos elementos separados artificialmente.

La enseñanza de la tecnología

La actualización disciplinaria y pedagógica de la asignatura considera tres dimensiones para aproximarse a su estudio

Enseñanza para la tecnología

Enseñanza que se propone comenzar a desarrollar en los alumnos, y desde edades tempranas, ciertas capacidades y conocimientos técnicos que, más tarde, se retomarán y profundizarán en la educación técnica o en la formación técnico-profesional.

Enseñanza sobre la tecnología

La enseñanza sobre la tecnología se propone poner de relevancia los dos aspectos que el enfoque anterior no toma en cuenta, incluyendo los aspectos culturales y organizativos relacionados con la tecnología.

Enseñanza en la tecnología

Intenta un equilibrio entre el abordaje específicamente técnico y el que prioriza los estudios sociales. Así, Tecnología como disciplina escolar, más que priorizar los aspectos «artefactuales» y técnicos o los humanos y sociales, se ocuparía de la interacción entre ambos.

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Conjunto de las acciones que realiza el docente con clara y explícita intencionalidad pedagógica.

De acuerdo con el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey son un conjunto de procedimientos apoyados en técnicas de enseñanza, que tienen por objeto llevar a buen término la acción didáctica, es decir, alcanzar los objetivos de aprendizaje. Ejemplos de estrategias didácticas son: *Demostración, Dilema moral, Análisis sistémico, Proyectos, Juego de papeles, Entrevista e Investigación documental*.

Demostración

Es una práctica centrada fundamentalmente en la exposición del profesor, en donde éste realiza la demostración de un caso, un teorema, un caso clínico, un experimento, un artefacto, que en razón de su dificultad de comprensión (o por la dificultad de manipulación de ciertos instrumentos) el estudiante requiere del ejemplo y las explicaciones del docente. Como se puede deducir las demostraciones pueden ser también realizadas directamente por el docente apoyándose en medios electrónicos como un simulador o un circuito cerrado de televisión, entre otros. En educación tecnológica se refiere cuando una persona ejecuta una acción ante un público (alumnos) sobre un tema complejo.

Exposición de una técnica o proceso por parte de algún especialista o del docente. Los alumnos deberán observar y reflexionar en torno a las acciones humanas en los sistemas técnicos en relación con las herramientas, los instrumentos, las máquinas y los materiales utilizados; identificar los componentes del proceso; construir representaciones gráficas de sus etapas y, cuando sea pertinente, reproducirlas, esto es útil para tratar los aspectos prácticos empleados en cualquier actividad técnica.

Dilema moral

Un dilema es aquel que presenta una situación real o imaginaria en la que entran en conflicto dos valores morales, ante la que se debe elegir un curso de acción.

Es una situación en la que se ponen en contraposición valores morales y que nos conmina a tomar una decisión.

Los dilemas morales son situaciones de la vida cotidiana o del entorno social que representan un grado de complejidad y que implican un conflicto de valores, en el que el respeto a uno de ellos está en contradicción con otro.

La discusión o resolución de dilemas morales tiene como objetivo principal el favorecer el desarrollo del juicio moral de los y las estudiantes. Consiste en breves historias o

casos que plantean un conflicto de valores; generalmente presentan dos alternativas que se enfrentan entre sí y sobre las cuales se debe tomar una postura personal durante la discusión. Estas situaciones no necesariamente ofrecen una única solución aceptable o una única solución absolutamente clara e indiscutible.

Ejemplo de dilema moral

En Europa hay una mujer que padece un tipo especial de cáncer y va a morir pronto. Hay un medicamente que un farmacéutico de la misma ciudad acaba de descubrir y que los médicos piensan que la puede salvar. La medicina es cara porque el farmacéutico está cobrando diez veces lo que le costó hacerla. El esposo de la mujer enferma, Heinz, acude a todo el mundo que conoce para pedir prestado el dinero, pero solo ha podido reunir la mitad de lo que cuesta. Le dice al farmacéutico que su mujer se está muriendo y le pide que le venda el medicamento más barato o le deje pagar más tarde. El farmacéutico se niega y, ante esto, Heinz, desesperado, piensa atracar la farmacia para robar la medicina para su mujer.

Pregunta: ¿debe Heinz robar la medicina? ¿Por qué si o por qué no?

Método sistémico

Es una estrategia didáctica que consiste en poner en consideración los flujos de entrada y de salidas y las transformaciones que ocurren en los productos tecnológicos.

Sistema

Conjunto de elementos en interacción dinámica que forman un todo; conjunto de elementos con normas que, de manera ordenada, contribuyen a un fin.

Un sistema (lat. *systema*, proveniente del griego *σύστημα*) es un conjunto de elementos interrelacionados e interactuantes entre sí. Estos conjuntos se denominan módulos. El concepto de sistema tiene dos usos muy diferenciados, que se refieren respectivamente a los sistemas de conceptos y a los objetos reales más o menos complejos y dotados de organización. Es el concepto central de la Teoría de sistemas.

Grupo de elementos o componentes interdependientes que pueden ser identificados y tratados como conjunto. En un sistema se pueden identificar entradas, procesos y salidas, entre los cuales se establecen relaciones de intercambio de energía y materia.

Es posible visualizar un sistema formado por elementos materiales como una máquina y otras no materiales como ideas. Los elementos que componen un sistema pueden ser totalmente arbitrarios. Se pueden tratar de un conjunto de máquinas, de un ser vivo, etc.

Se observan diversas características del sistema:

- La existencia de elementos diversos e interconectados.

- El carácter de unidad global del conjunto.
- La existencia de objetivos asociados al mismo.
- La integración del conjunto en un entorno.

Sistema abierto

Aquel que intercambia de alguna manera energía, materia y/o información con el entorno.

Sistema cerrado

Los que al no tener ningún tipo de intercambio con el entorno necesitan de una energía potencial de reserva, de tal manera que puedan mantenerse vivos por mucho tiempo sin recibir ni tener ningún intercambio con el entorno.

Sistema tecnológico

De acuerdo con Osorio, (2005), es un dispositivo complejo, compuesto de entidades físicas y de agentes humanos cuya función es transformar algún tipo de cosas para obtener resultados característicos del sistema.

Los sistemas tecnológicos contienen complejos y desordenados componentes de solución de problemas. Los componentes de los sistemas tecnológicos son artefactos físicos, los cuales pueden ser analizados como subsistemas en función de los sistemas que incluyen. También las organizaciones son componentes de los sistemas tecnológicos, entre las que se cuentan: empresas de manufactura, compañías de servicio público y bancos de inversión. Se incluyen también los componentes usualmente descritos como científicos: libros, artículos, enseñanza universitaria y programas de investigación.

Los sistemas tecnológicos de producción de objetos o servicios pueden comprenderse como sistemas abiertos que incluyen entradas (insumos), procesos de transformación de materiales, y salidas (productos y desechos).Los sistemas tecnológicos requieren intervención humana para su funcionamiento. Pueden estar conectados entre sí formando un nuevo sistema, los sistemas componentes se denominan subsistemas. (Didáctica de la educación tecnológica séptimo semestre profesores Cecilia Amthor Cerda y Luis Ugalde Rojas).

Según Quintanilla: «un sistema tecnológico es un sistema de acciones (generalmente cooperaciones múltiples) planificadas, algunas de las cuales utilizan artefactos como instrumentos. En definitivo, para Quintanilla todo sistema tecnológico es una estructura compleja en la que además de la técnica, los artefactos y los fines se da un trasfondo axiológico en las decisiones y acciones por seguir.

Juego de papeles

Esta estrategia consiste en el establecimiento de una situación que represente un conflicto de valores y se propone su dramatización. Los alumnos deberán improvisar y destacar la postura del personaje asignado. Los diversos personajes buscarán llegar a una solución del conflicto mediante el diálogo. El desarrollo de la estrategia requiere cuatro momentos: a) presentación de la situación, b) preparación del grupo, c) dramatización, d) evaluación o reflexión.

Entrevista

A través de esta estrategia los alumnos pueden adquirir información mediante preguntas a personas conocedoras y con experiencia sobre un tema. Se trata de una herramienta útil para acercar a los alumnos con personas que, al poner en acción sus conocimientos sobre la técnica, cuentan con experiencia que de otra manera es difícil de adquirir.

Investigación documental

Estrategia didáctica en la cual, los alumnos realizan consultas en diversas fuentes sobre algún tema en particular. Los puntos a orientar por parte del docente hacia el alumno son:

1. Acerca del tipo de documentos en los que puede encontrar la información.
2. El lugar donde puede encontrar dichos documentos.
3. Las estrategias necesarias para realizar su búsqueda: uso de ficheros, índices, estrategias para búsquedas en Internet.
4. La elaboración de fichas de trabajo.
5. La forma de organizar y presentar la información que encontraron.

Visitas dirigidas.

Al igual que la demostración, esta estrategia proporciona al alumno la oportunidad de observar y analizar la realización de una o varias actividades reales. Siempre que sea posible es recomendable organizar visitas a talleres artesanales, fábricas, industrias y empresas, entre otras.

Proyecto

En la asignatura de Tecnología el proyecto se considera una propuesta de trabajo que se caracteriza por un conjunto de decisiones y acciones para la intervención técnica, que se materializa en el diseño y la producción de un proceso, producto o servicio. En el proyecto tecnológico se promueven las habilidades y destrezas manuales para la elaboración de productos; el énfasis está centrado en la reflexión y el razonamiento permanente sobre lo que se hace, las condiciones en que se desarrolla el proceso técnico y los resultados, y en sus implicaciones, para promover el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes.

Fases

1. Identificación y delimitación del tema o problema
2. Recolección, búsqueda y análisis de información
3. Construcción de la imagen-objetivo
4. Búsqueda y selección de alternativas
5. Planeación
6. Ejecución de la alternativa seleccionada
7. Evaluación
8. Comunicación

SEGUNDA PARTE

TÉRMINOS TÉCNICOS FUNDAMENTALES DE LOS BLOQUES DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE PRIMER GRADO*

* Los términos, vocabulario técnico y énfasis de cada bloque que se desarrollan fueron tomados parcial o totalmente del Programa de estudios preliminar 2006 de primer grado de la asignatura de Tecnología para la Educación Secundaria Técnica y son complementados con otras fuentes.

TÉRMINOS TÉCNICO-PEDAGÓGICOS BLOQUE I.TÉCNICA Y TECNOLOGÍA

Este bloque presenta un primer acercamiento a la tecnología como reflexión de la técnica, para lo cual es recomendable desarrollar una serie de actividades de reproducción de técnicas simples que permiten caracterizar, desde una perspectiva sistémica, la unidad básica de una técnica. Se pretende el reconocimiento del ser humano como creador de técnicas, que desarrolla una serie de actividades de carácter estratégico para la toma de decisiones, y de carácter instrumental para actuar sobre el medio y satisfacer sus necesidades conforme a su contexto e intereses.

Se parte del reconocimiento de las propias capacidades corporales e intelectuales para después analizar cómo éstas le permiten al ser humano la construcción de medios e instrumentos que expresan una cultura material y que influyen en los modos de vida. Una de las características la naturaleza humana es la creación de medios técnicos por lo tanto uno de los propósitos de este bloque es que los alumnos se reconozcan como seres con capacidades para la creación de técnicas y por lo tanto de cultura.

El trabajo en el aula-taller considera la intervención en diversas actividades técnicas productivas de manera grupal que propicien en el alumno la reflexión sobre sus capacidades corporales y acerca de la creación de medios para satisfacer sus necesidades e intereses.

Intervención técnica

Se refiere a la actuación intencionada de una o más personas sobre una situación en la que operan una o varias técnicas, para modificar dicha situación por otra más cercana a los intereses de quien o quienes las realizan. En toda intervención se relacionan tres aspectos:

- Una secuencia de acciones ordenadas en el tiempo;
- Conocimientos y habilidades, así como
- Medios técnicos.

Toda intervención técnica incluye acciones para detección de la necesidad de intervención, establecimiento de propósitos, búsqueda de alternativas con criterios de eficiencia y eficacia, balance de las alternativas, actuación sobre la realidad, evaluación del proceso y de impactos sociales y naturales.

Resolución de problemas

Etimológicamente "problema" deriva del griego proballo, es decir, "echar" (bállo) "delante" (pro); se trata de algo (una dificultad) que se nos suscita, que nos aparece ahí, reclamando nuestra intervención para que podamos seguir avanzando en nuestro camino, habida cuenta que tal dificultad constituía un obstáculo que se interpondría en nuestro andar y nos instaba a superarla. Entra entonces la actividad de resolución de problemas (Quintana, 1998)

Es una situación nueva o sorprendente. Admite más de una solución, y existen numerosos caminos para arribar a ella, los cuales, además, se desconocen. La selección de las situaciones problemáticas deben seleccionarse de acuerdo a las capacidades de los alumnos. Lo que constituye un problema para un alumno puede no serlo para otro, esto depende de los conocimientos previos de cada uno y de su actitud frente a la tarea.

Constituye una estrategia para enseñar contenidos. A través de la experimentación con materiales y objetos, utilizando el método de ensayo y error, y formulándose interrogantes, el alumno irá descubriendo alguna de las soluciones al problema técnico planteado. Permite acercar al alumno al conocimiento, a través de la motivación que representa la necesidad de dicho conocimiento para resolver un problema concreto

Técnica

Proceso de creación de medios para satisfacer necesidades e intereses, incluyendo formas de organización y gestión, herramientas, instrumentos y máquinas.

Actividad social que se centra en el saber-hacer. Es un sistema simple integrado por un conjunto de acciones, ejercidas por las personas para la transformación de materiales y energía en un producto.

Técnicas simples

Son concebidas como la sucesión y conjunto de acciones que se desarrollan en el tiempo, por medio de las cuales un insumo es transformado en un producto. De manera específica, una tarea es el proceso más simple o unidad mínima de un proceso determinado, se desarrolla en el tiempo y es entendida como una sucesión o conjunto de acciones. Por medio de ella un insumo es transformado en un producto en su interacción con personas, artefactos y procedimientos. Las técnicas simples dan cuenta de los elementos que forman parte de la tarea y de sus relaciones mutuas.

Tecnología

Reflexión sobre los medios, las acciones y sus relaciones con el contexto.

Área del conocimiento que estudia a la técnica, sus funciones, los insumos y los medios que la conforman, sus procesos de cambio, así como su interacción con el contexto socio-cultural y natural.

Aproximaciones a la tecnología
desde los enfoques en CTS*

Introducción

Si se le pregunta a un empresario que entiende por tecnología, es común encontrar una respuesta que invoque a las máquinas y a las herramientas como los testimonios de la tecnología, aparatos que tienen utilidad y sirven para algo (CPP, 1997). Pero si la pregunta le llega al director de un laboratorio de investigación y desarrollo, la respuesta puede ser otra, y sin embargo estamos hablando de lo mismo, en este caso la tecnología sería ciencia aplicada.

Se trata de dos respuestas muy comunes en el ámbito de la definición de la tecnología, pero se trata de respuestas parciales, que fácilmente no dejan ver más que uno de los aspectos de la tecnología y que por lo demás la convierte en un campo de representaciones, de un lado artefactual, en el caso de la alusión a las máquinas y de otro, de tipo intelectualista, al considerar la tecnología como aplicación de la ciencia.

Veamos lo que tales representaciones o imágenes significan, con el objetivo de problematizar el concepto de tecnología. Seguidamente, se presentarán otras aproximaciones a la comprensión de la tecnología, a partir de los conceptos de Práctica Tecnológica y de Sistema Tecnológico, los cuales constituyen diversos modos de entender la tecnología desde los estudios sociales en ciencia y tecnología o estudios CTS1.

La representación artefactual sobre la tecnología

"La concepción artefactual o instrumentista de la tecnología es la visión más arraigada en la vida ordinaria. Se considera que las tecnologías son simples herramientas o artefactos construidos para una diversidad de tareas". Se trata de una imagen según la cual la tecnología tendría siempre como resultado productos industriales de naturaleza material, que se manifiestan en los artefactos tecnológicos considerados como máquinas. Automóviles, teléfonos y computadoras serían ejemplos, entre otros muchos, de artefactos tecnológicos en los que se cumplirían las condiciones de esta definición de tecnología. Lo tecnológico sería lo relativo a la moderna producción de bienes materiales que la sociedad demanda.

Se considera que esta clase de definiciones, corresponden con la tradicional visión de túnel de la ingeniería, al considerar que la tecnología empieza y termina en la máquina. En ella, se privilegia a la

* En Osorio (2010). *Aproximaciones a la tecnología desde los enfoques en Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Consultado en junio 16, 2010 http://www.oei.es/ctsiparaguay/osoriotec.pdf.

utilidad como el fundamento del hacer tecnológico, descuidando así muchos otros factores que intervienen en la elaboración de una tecnología.

Se sabe que otros factores adicionales intervienen en el hacer tecnológico, por ejemplo, los valores de goce existencial, se ha detectado que en el corazón de la ingeniería yace una alegría existencial al hacer obras bien hechas. Otros valores también participan en la actividad tecnológica, además de los valores de utilidad, por ejemplo, la creatividad, la cual no es sólo potestad de la ciencia como en ocasiones se pretende ver, los valores estéticos por las obras realizadas, bajo la creencia, por ejemplo, de que si lucen bien están bien hechos; la idea de conquista de la naturaleza, en donde más allá de la experiencia del placer estético y de la capacidad acrecentada que las personas derivan de la tecnología, se encuentra otra fuente de placer asociada al hecho de tener bajo control propio la potencia mecánica y ser el amo de una fuerza elemental (lo que explica el entusiasmo de los adolescentes por las motocicletas, o el diseño de cierto tipo de automóviles). En todos estos casos, "...las metas económicas y los motivos utilitarios parecen completamente insignificantes, el imperativo tiene aquí su raíz en <valores virtuosos>, no económicos, e incluso en el impulso deportivo". Algunas obras como las catedrales o ciertos proyectos como el Concorde, ponen de manifiesto que en la tecnología habría dos tipos de valores diferentes que se traslapan: los objetivos económicos, racionales y materialistas; y otros, referidos a la máxima búsqueda de la capacidad tecnológica, incluso a la búsqueda de la virtud por sí misma. Los dos conjuntos de valores pueden convivir si no plantean demandas conflictivas y por consiguiente el imperativo de la utilidad resulta insuficiente.

La utilidad a menudo es monetarizada en términos de coste-beneficio, lo que condiciona a la tecnología a su capacidad económica, dejando que un solo aspecto de la misma sea el que se tome en cuenta. Por este camino, estaríamos pensando que sólo los artefactos útiles son los exitosos frente a la sociedad, lo cual contrasta con lo que la historia misma de la tecnología nos puede informar: se han creado artefactos útiles pero no han sido exitosos económicamente.

Esta imagen artefactual tiene otra connotación de grandes alcances y consiste en separar a los objetos tecnológicos de su entramado social. Bajo esta perspectiva, se considera que las tecnologías son productos neutros que pueden ser utilizados para el bien o para el mal, siendo la sociedad la responsable de su uso, ya que en principio la tecnología no respondería más que al criterio de la utilidad y la eficacia y nada tendría que ver con los sistemas políticos o sociales de una sociedad. Pues bien, de no ser porque es posible hacer otra lectura de los mismos objetos, caeríamos en esta ingenuidad de tono acrítica, por muchos compartida, al ignorar que la tecnología es un sistema de acciones en donde se plasman intereses sociales, económicos y políticos de aquellos que diseñan, desarrollan, financian y controlan una tecnología. "Lejos de ser neutrales, nuestras tecnologías dan un contenido real al espacio de vida en que son aplicadas, incrementando ciertos fines, negando e incluso destruyendo otros".

Si la tecnología debemos empezar a considerarla como un sistema que integra conocimientos, procesos organizativos, valores y representaciones culturales, así como elementos técnicos, y tal definición se aplica para sistemas materiales como sociales; el trazado de una avenida, la construcción de un tipo de solución de vivienda, la elaboración de un coche de lujo, el diseño de una universidad, así como la reestructuración de una empresa, en fin, serían tecnologías y como tales se diseñan con presupuestos técnicos, políticos, económicos y sociales, y no son únicamente productos que sigan la noción instrumental de la utilidad y la eficacia. Algunas historias lo muestran claramente, como el diseño de los puentes en Long Island en Nueva York hacia los años de 1920, que incluía unas estructuras de baja altura para que sólo pudieran pasar a disfrutar las playas los vehículos particulares de las familias blancas acomodadas y no los negros que se desplazaban en autobuses. Otro ejemplo lo constituye la

distribución de los espacios escolares que según Foucault las cárceles, los hospitales y los talleres en el siglo XVIII, seguían una concepción de diseño común a partir de un espacio visual (el patio central por ejemplo), en donde se pudiera vigilar de manera minuciosa todas las operaciones del cuerpo, en función de generar una disciplina; es decir, un método que garantizara una sujeción constante del cuerpo, para lo cual el ojo vigilante del maestro, del guardián, del capataz, o del médico, controlaba atento cualquier movimiento que no fuera de docilidad y utilidad.

La tecnología, lejos de ser neutral, refleja los planes, propósitos y valores de nuestra sociedad. Además, esta idea de tecnología artefactual y neutral convierte a los expertos, científicos e ingenieros, en aquellos que detentan el derecho a decidir lo que es tecnológicamente "correcto y objetivo", dejando por fuera la participación de la comunidad en toda decisión tecnológica.

La representación intelectualista

El punto de vista más extendido sobre la relación ciencia-tecnología es el que conceptualiza la tecnología como ciencia aplicada. Este punto de vista subyace en el modelo sobre progreso humano que se preconiza desde mediados del siglo veinte: a más ciencia, más tecnología, y por consiguiente tendremos más progreso económico, lo que nos trae más progreso social. Esta ecuación es cuestionable, ya que si bien son muy importantes los avances de la investigación científico-tecnológica, no tiene en cuenta otros productos que surgen en ella: más contaminación, más riesgo tecno-científico, más desigualdad entre ricos y pobres (no prevista), más desempleo relacionado con los cambios tecnológicos (al menos en una primera etapa).

Dicha conceptualización ha influido también en presupuestos filosóficos que reducen la tecnología a: un conjunto de reglas tecnológicas, las reglas tecnológicas serían consecuencias deducibles de las leyes científicas, el desarrollo tecnológico dependería de la investigación científica.

Una de las formas de cuestionar el argumento de que la tecnología es solo ciencia aplicada, ha sido estudiando algunos momentos históricos de la tecnología, los cuales demuestran cierta especificidad del conocimiento tecnológico y una relación más amplia con la ciencia y no solo la que se deriva de su aplicación. En su análisis de la historiografía de la tecnología, John Staudenmaier (1985), recopila casos históricos publicados desde 1959 hasta 1980, en la revista *Technology and Culture*, de la Sociedad para la Historia de la Tecnología (SHOT) en E.E.U.U. Staudenmaier argumenta que la tesis de la tecnología como ciencia aplicada ha sido atacada desde diferentes frentes. Los casos que cita son los siguientes:

La tecnología modifica los conceptos científicos: citando estudios sobre el *Whirlwind Project*, desarrollado tras la II Guerra Mundial en el MIT para crear una computadora digital, concluye que la mayor parte de los conceptos utilizados eran endógenos a la propia ingeniería y los que procedían de las ciencias (especialmente de la física, en relación con el almacenamiento magnético de información) fueron sustancialmente transformados para su utilización en el desarrollo del proyecto.

La tecnología utiliza datos problemáticos diferentes a los de la ciencia: citando estudios sobre el diseño aeronáutico, muestra que la ingeniería realiza aportaciones importantes a problemas de los que la ciencia no se ocupa. Encuentra una categorización del conocimiento tecnológico en los siguientes niveles: 1) conceptos fundamentales de diseño, 2) criterios y especificaciones, 3) herramientas teóricas, 4) datos cuantitativos, 5) consideraciones prácticas, y 6) instrumentalidades de diseño. En esta categorización, el conocimiento científico es importante en los tipos 2, 3 y 4, pero parte de estos tipos de conocimiento proceden del propio desarrollo tecnológico.

La especificidad del conocimiento tecnológico: aunque existen fuertes paralelismos entre las teorías científicas y las teorías tecnológicas, los presupuestos subyacentes son diferentes.

La dependencia de la tecnología de las habilidades técnicas: la distinción entre la técnica y la tecnología se realiza en función de la conexión de esta última con la ciencia. Sin embargo, se sigue considerando de gran importancia para la tecnología el papel de las habilidades técnicas.

Estas cuatro líneas de argumentación identificadas por Staudenmaier no niegan que exista relación entre la ciencia y la tecnología, lo que niegan es que esta relación sea exclusivamente la que se expresa en la comprensión de la tecnología como ciencia aplicada.

La Práctica Tecnológica

Podemos definir la tecnología como sistemas diseñados para realizar alguna función. Se habla entonces de tecnología como sistemas y no sólo de artefactos, para incluir tanto instrumentos materiales como tecnologías de carácter organizativo. Uno de los conceptos más significativos que ayudan a comprender a la tecnología a partir de su carácter sistémico, es la interpretación de la tecnología como práctica tecnológica; se trata de una definición que resulta de gran importancia para el contexto de los países latinoamericanos. En principio, la definición separa la tecnología de la ciencia como instancia fundadora y aboga por una comprensión sistémica del proceso tecnológico.

El concepto de práctica tecnológica recibe grandes aportaciones de Pacey ya que establecen que "...viene a ser la aplicación del conocimiento científico u organizado a las tareas prácticas por medio de sistemas ordenados que incluyen a las personas, las organizaciones, los organismos vivientes y las máquinas".

También propone el concepto de práctica tecnológica, por analogía con el de práctica médica, por cuanto éste deja ver con mayor nivel de implicación los aspectos organizativos de la tecnología y no solo la dimensión estrictamente técnica. La práctica tecnológica abarcaría tres dimensiones:

El aspecto organizacional que relaciona las facetas de la administración y la política públicas, con las actividades de ingenieros, diseñadores, administradores, técnicos y trabajadores de la producción, usuarios y consumidores;

El aspecto técnico, que involucra las máquinas, técnicas y conocimientos, con la actividad esencial de hacer funcionar las cosas y el *aspecto cultural* o ideológico, que se refiere a los valores, las ideas, y la actividad creadora.

El concepto de práctica tecnológica involucra a la tecnología como un sistema o socio-sistema. El sistema permite intercambios y comunicaciones permanentes de los diversos aspectos de la operación técnica (instrumentos, máquinas, métodos, instituciones, mercados, etc.); pero también en su administración, mediante el tejido de relaciones y de sus sistemas subyacentes implicados; además, el sistema envuelve el marco de representaciones y valores de los agentes del proceso.

De igual manera Seris establece que concebir la tecnología como un sistema es un criterio de relación y de coherencia, más no de relaciones lineales. Esta coherencia se expresa en los materiales de los objetos y procesos, en sus condiciones de elaboración, en sus efectos y en sus usos. El carácter de sistema permite poner en relación a los individuos y los grupos entre ellos (productores, consumidores, participantes del intercambio), los agentes (individuales o colectivos), los materiales y medios disponibles y los fines a desarrollar.

El sistema tecnológico

Otro modelo de análisis de la tecnología desde el enfoque sistémico, lo presenta el historiador T. Hughes, el cual puede ser aplicable a la comprensión de los procesos de innovación. La noción de sistema tecnológico propuesta por Hughes, es un modelo basado en el desarrollo de la tecnología del sector eléctrico. Señala que los sistemas tecnológicos están constituidos por complejos y heterogéneos componentes. Los componentes de los sistemas tecnológicos pueden ser artefactos físicos (técnicos), organizaciones (tales como empresas de manufactura, compañías de servicio público y bancos de inversión), asuntos usualmente descritos como científicos (libros, artículos, enseñanza universitaria y programas de investigación), artefactos legislativos (tales como leyes), e igualmente los recursos naturales pueden ser considerados como componentes de un sistema tecnológico.

Las personas (inventores, científicos, industriales, ingenieros, gerentes, financieros y trabajadores), también son componentes del sistema, pero no deben ser considerados como artefactos del mismo, ellos tienen grados de libertad no poseídos por los artefactos. Pese a que los sistemas modernos tienden a burocratizarse y a rutinizarse en órdenes a través de un sistema de personal, se conocen sistemas construidos cuyo diseño implica la posibilidad de definir sus componentes de trabajo. En este caso, la acción voluntaria se ejerce, no tanto en el desempeño del trabajo mismo, como sí en el diseño y sus funciones. Las personas en los sistemas tecnológicos, además de su papel en la invención y en el diseño y desarrollo, cumplen otros papeles, como el de retroalimentar la ejecución de las metas del sistema y corregir los errores, así como el forzar la unidad a partir de la diversidad, la centralización en la forma del pluralismo y la coherencia a partir del caos. El grado de libertad ejercida por las personas en un sistema, en contraste con la ejecución rutinaria, depende de la madurez y el tamaño o autonomía de un sistema tecnológico.

El sistema funciona en completa interacción entre sus componentes, de este modo un determinado componente contribuye directamente, o a través de otros, a las metas comunes del sistema. Si un componente es removido, o si sus características cambian, los otros artefactos en el sistema se alteran.

Mediante el estudio de la EBASCO (Electric Bond and Share Company), sociedad de cartera americana de los años 20 especializada en el sector eléctrico, un sistema tecnológico maduro que involucraba compañías eléctricas, servicios de finanzas, gestión, inventores, ingenieros, así como instituciones de formación e investigación y consultoría; Hughes muestra cómo, en algunas ocasiones, el núcleo técnico de EBASCO fue la causa del desarrollo de la sociedad y en otras, fue el efecto. El sistema configuró la sociedad y fue configurado por ella. A esto le denominó impulso tecnológico. El impulso tecnológico constituye una alternativa al determinismo tecnológico. Se entiende por determinismo tecnológico, la creencia de que las fuerzas técnicas determinan los cambios sociales y culturales.

TÉRMINOS TÉCNICO-PEDAGÓGICOS BLOQUE II. MEDIOS TÉCNICOS

Se aborda la elaboración y el análisis de herramientas, de máquinas y su operación. Se promueve la reflexión sobre los procesos de creación de herramientas, con énfasis en el análisis funcional y en la delegación de funciones corporales a las herramientas. Se pretende el análisis de la delegación de funciones como proceso y como fundamento del cambio técnico, de manera que las actividades permitan una construcción conceptual que posibilite la comprensión de los procesos de creación técnica, desde las herramientas más simples hasta las máquinas y procesos de mayor complejidad.

El estudio de las herramientas deberá construirse a partir de las tareas en que son empleadas, de los materiales que son procesados y de los gestos técnicos requeridos. En el análisis de las máquinas destacan los siguientes componentes: el motor, la transmisión del movimiento, el operador y las acciones de control, así como la transformación del insumo en productos. Se promueve el reconocimiento de las herramientas y máquinas o medios técnicos (artefactos, procesos, productos, etcétera) como construcción social, cultural e histórica, y como una interacción de los seres humanos con el entorno natural.

Acciones de regulación y control

Las acciones de control son aquellas de carácter instrumental que permiten la ejecución de una acción conforme lo planeado, por ejemplo cuando se corta una tabla la destreza del operario permite ejecutar los gestos técnicos de acuerdo a lo planeado, lo que implica la percepción y registro del efecto de cada gesto para corregir y reorientarlo si es necesario. Asimismo se ejecuta una función de control cuando se traza una línea o se emplea una guía conforme la forma deseada del corte. Las acciones de regulación consisten en seguir la línea trazada y corregir los posibles desvíos SEP, 2007:06

Actuadores

Aquellos elementos u operadores de una máquina que, accionados por los mecanismos de transmisión, llevan a cabo la acción específica sobre el insumo, modificándolo o transformándolo en producto SEP, 2007:86

Dispositivos que ejercen una acción (movimiento, calor, luz, sonido, etc.) al recibir una orden ó una información. La función del actuador está definida por la ubicación que tiende dentro del

sistema; puede ser cumplida por cualquier dispositivo que cumpla la función de ejercer una acción generalmente hacia el entorno exterior o el control interno

Se denominan actuadores a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado. Los más usuales son:

- Cilindros neumáticos e hidráulicos. Realizan movimientos lineales.
- Motores (actuadores de giro) neumáticos e hidráulicos. Realizan movimientos de giro por medio de energía hidráulica o neumática.
- Válvulas. Las hay de mando directo, motorizadas, electro-neumáticas, etc. Se emplean para regular el caudal de gases y líquidos.
- Resistencias calefactoras. Se emplean para calentar.
- Motores eléctricos. Los más usados son de inducción, de continua, brushless y paso a paso.
- Bombas, compresores y ventiladores. Movidos generalmente por motores eléctricos de inducción.

Ejemplos de actuador son: una canilla para el agua, válvulas de paso, motores eléctricos o neumáticos, pala de una grúa, entre otros.

Artefacto

En tecnología, se denomina artefacto, artefacto técnico o tecnológico a cualquier dispositivo concebido y fabricado, sea de modo artesanal o industrial, por una o más personas. La característica principal de los artefactos es que cumplen una función técnica, es decir, sirven para hacer algo. Por ello no se denominan artefactos a los objetos fabricados sólo por razones artísticas o estéticas, aunque los artefactos técnicos también se diseñan para agradar. Ahora bien, los artefactos tecnológicamente perfeccionados gracias a un saber elaborado históricamente pueden ser llamados tecnofactos.

Cambio técnico

Se refiere las mejoras en la calidad, rendimiento o eficiencia tanto en las acciones, en los materiales, los medios como en los procesos o productos. El cambio es una consecuencia de la delegación de funciones técnicas tanto en las acciones de control como de la manufactura de los productos técnicos.

Delegación de funciones

Proceso (racional y socio-histórico) de modificación, cambio y transmisión de las funciones del cuerpo humano a los diferentes medios con el fin de hacer más eficiente la acción.

Funciones técnicas

Relaciones estructurales de los objetos, a los efectos esperados en los materiales o procesos y fundamentalmente a la función social de objetos y procesos.

Gestos técnicos

Son las acciones corporales puestas en juego en el manejo y control de las herramientas, máquinas y los saberes implicados.

Por ejemplo en Agricultura son las acciones corporales que el alumno pone en juego para manejo de herramientas manuales como el azadón, la pala, el pico, entre otros.

Herramientas

Artefactos que se aplican a los sistemas oseo-musculares de las personas, cuya función consiste en prolongar, modificar o inclusive reemplazar las acciones motrices humanas.

Invención

Es todo nuevo dispositivo, mecanismo o procedimiento concebido por el espíritu humano; la acción y el efecto de encontrar la idea de un nuevo producto o procedimiento. Se puede decir también que la invención es la propuesta de un nuevo medio técnico para obtener un resultado práctico como ejemplo, Edison inventó la lámpara incandescente y Watt la máquina de vapor. Generalmente, 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". 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.

Máquinas

Son aquellos artefactos compuestos por un motor, que mediante el aprovechamiento de cualquier clase de energía, activa uno o más actuadores que trasforman un insumo en un

producto o producen datos a través de mecanismos de transmisión o trasformación de movimiento y sujetos a acciones de control.

Medios técnicos

Son los componentes de los sistemas técnicos que amplían, potencian y facilitan y modifican y dan precisión a las acciones humanas. Incluye los objetos, las herramientas y máquinas.

Conjunto de acciones, tanto las ejecutadas directamente por el cuerpo humano o por un grupo de personas, como las delegadas en los artefactos. Por lo tanto, los artefactos se consideran medios técnicos y componentes de los sistemas técnicos que amplían, potencian, facilitan, modifican y dan precisión a las acciones humanas. Incluye los instrumentos de medición, las herramientas y las máquinas.

Los medios técnicos permiten la ejecución de acciones simples, como golpear, cortar, moldear, comparar, medir, controlar, mover; así como las de mayor complejidad, por ejemplo, las ejecutadas por robots que reemplazan las acciones humanas. Las funciones en que participan los medios técnicos están en correspondencia con los materiales que son procesados y los gestos técnicos empleados.

Sistema ser humano-máquina

Con base en el Anexo I del programa de estudios de tecnología tenemos que el sistema ser humano máquina define prácticamente a todas las técnicas, describe la interacción entre los artesanos y los artefactos e incluye los conocimientos acciones estratégicas, acciones corporales o gestos.

Como producto de las modificaciones que han experimentado los artefactos, se ha modificado el vínculo entre las personas y el material o insumo procesado. Así, el *sistema ser humano-máquina* se clasifica en tres grandes categorías, denominadas:

El sistema persona producto, caracterizado por el conocimiento completo acerca de las propiedades de los materiales, y el dominio de un conjunto de gestos y saberes técnicos para la obtención de un producto. En este sistema, las relaciones entre transformación que experimenta el material para la obtención del producto con las personas son directas o muy cercanas.

El sistema persona-máquina, se caracterizan por el empleo de máquinas donde las personas orientan sus gestos y conocimientos para controlarlas mediante el uso de pedales, botones, manijas, entre otros. La relación entre los gestos técnicos y los materiales es distante o indirecta, de esta manera, los gestos y los conocimientos se

simplifican destacando el vínculo de la persona con la máquina. El individuo opera la máquina mientras observa los efectos sobre el material.

El sistema máquina producto, se caracteriza por ser técnicas basadas en máquinas automáticas de diversas clases las cuales no requieren el control directo por las personas. Estos sistemas son propios de la producción en serie.

Innovación

De acuerdo con Aquiles Gay (2010) 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".

Organización técnica

Conjunto de acciones para la definición de la estrategia más adecuada, la creación o selección de los medios instrumentales a emplear, la programación de las acciones en el tiempo, la asignación de responsables y el control a lo largo del proceso de cada una de las fases, hasta la consecución del objetivo buscado. La organización técnica es un medio de regulación y control para la adecuada ejecución de las acciones.

ASPECTOS CONCEPTUALES*

Instrumento agrícolas

El concepto de "instrumentos agrícolas", –en su significación más amplia-, se les encuentra incluidos dentro de los medios de producción, los cuales junto con la fuerza de trabajo, integran las fuerzas productivas de la sociedad y son expresión concreta del grado de dominio de la naturaleza por el hombre, además de que son indispensables para que se lleve a cabo el proceso de producción, el cual permite satisfacer las necesidades humanas.

Los medios de producción se integran por: a) los objetos de trabajo, distinguibles por ser ellos donde recae la acción del hombre, representados por la tierra (la cual, económicamente hablando, incluye también el agua) en el estado originario en que proporciona al hombre víveres y medios de subsistencia ya listos para el consumo, es decir, existe sin intervención de aquél como el objeto general del trabajo humano. Todas las cosas que el trabajo se limita a despojar de su conexión directa con la tierra, son objetos de trabajo preexistentes en la naturaleza (Marx, 1867), y aquellos que ya han experimentado

* En Cruz, A. (1989). *Instrumentos Agrícolas de la Zona Central de Veracruz*. Universidad Autónoma Chapingo. Patronato Universitario, México.

una transformación por el trabajo, son a los que se les denomina materia prima. Para el caso de la agricultura se tiene como objetos de trabajo fundamentales la tierra, las plantas y animales, que en diversos grados de domesticación y de uso, son manipulados por el hombre para obtener la producción; b) los medios de trabajo: cosa o conjunto de cosas que el trabajador interpone entre él y el objeto de trabajo y que le sirve como vehículo de su acción. El trabajador se vale de las propiedades mecánicas físicas y químicas de las cosas para hacerlas operar conforme al objetivo que se ha forjado como medio de acción sobre otras cosas (Marx, 1867).

Este conjunto de cosas tomadas de la naturaleza, pero que van a prolongar los órganos del hombre, se convierten en medios de trabajo. A medida que se desarrolla la sociedad, se requieren ya medios de trabajo que son producto de un proceso de trabajo anterior, en donde fueron el producto final.

Dentro de los medios de trabajo, es posible distinguir a los instrumentos de trabajo, caracterizados por ser los que se encuentran en contacto directo con el objeto de trabajo modificándolo de acuerdo a los intereses del hombre para cubrir una necesidad[1];otros componentes que junto con los instrumentos de trabajo forman las condiciones objetivas para que se desarrolle el proceso de trabajo, son la tierra como espacio donde se realiza la producción, los locales, los canales de riego, la infraestructura de comunicaciones y, en general, todas las condiciones que aun cuando no se incorporen al proceso son indispensables, porque sin ellas no podría realizarse o bien se presentarían problemas.

Son los instrumentos de trabajo los que se pretende abordar en el presente escrito, entendidos como el conjunto de cosas u objetos que el hombre interpone entre sí y el objeto de trabajo, que sirven como intermediarios de su acción, siendo una prolongación de sus órganos naturales, y que se encuentran en contacto directo con el objeto de transformación al cual imprimen características que lo convierten en un producto útil al satisfacer una necesidad concreta. Dentro de los instrumentos de trabajo se encuentran objetos y aparatos de características diferentes que, en un primer momento, se pueden dividir en simples y complejos, es decir, instrumentos y máquinas.

Con el desarrollo de la sociedad, se diversifican las actividades en las que el hombre interviene para la obtención de productos: agricultura, ganadería, caza, pesca, cerámica, industria química, extractiva, etcétera, lo que trae como consecuencia que los instrumentos de trabajo también sean característicos en la mayoría de las veces a la actividad en donde se utilizan, pues responden a una necesidad específica.

Con la utilización de los instrumentos de trabajo, se logra un aprovechamiento de objetos, fenómenos naturales y propiedades de la materia, lo cual ha sido diferentes en cada época de la historia; con esto se obtiene una prolongación de los órganos naturales del hombre, obtención de mayor fuerza y rapidez, capacidad de trabajo y continuidad en el mismo, etcétera.

Instrumento y máquinas

Las necesidades de los procesos de trabajo que se llevan a cabo en la obtención de diversos productos necesarios para el hombre, impone una tendencia hacia la obtención de nuevos instrumentos a partir de un patrón establecido que trae como consecuencia, por un lado, la diferenciación de dichos instrumentos manifiesta en la distinción y consolidación de la forma, esto da paso a la especialización

[1] Marx distingue dentro de los medios de trabajo, aquéllos que tienen características mecánicas y les denomina el sistema óseo y muscular de la producción, de los que sólo sirven como recipientes y a los cuales llama "el sistema vascular de la producción", siendo más importantes los primeros para distinguir una época de producción.

de los instrumentos al usarse exclusivamente en un evento, en donde se realizan operaciones simples y uniformes (Marx, 1863), característica que se observa ya en la creación de infinidad de instrumentos especializados o bien en la construcción de máquinas particulares.

La diferenciación de los instrumentos y las máquinas es necesario abordarla desde varios puntos de vista. Entre los más importantes se tienen el histórico, el que se refiere a la complejidad y el económico, con los cuales se logra una aproximación coherente al problema planteado.

Desde el ámbito histórico, nuestro punto de partida se ubica en el momento en que el capital hace su aparición dentro de la producción. Con anterioridad ésta se realizaba utilizando instrumentos de trabajo rudimentarios que fueron apareciendo a lo largo del desarrollo social. El capital toma instrumentos, métodos de trabajo y artesanos individuales mediante la cooperación capitalista simple (primera fase del desarrollo capitalista) (Libman, 1977), en la cual se explota a un gran número de obreros asalariados (antes artesanos |libres), ocupados simultáneamente en un mismo tipo de trabajo, se aumenta el volumen y se les reúne bajo el mando de un mismo capitalista, ya no como artesanos libres, sino como obreros asalariados.

Al hacer su aparición la manufactura en el siglo XVI (segunda fase del desarrollo capitalista), basada todavía en la técnica manual artesanal, existe un desarrollo expresado en la división del trabajo al interior de los talleres manufactureros; simplificación de muchas de muchas operaciones laborales; perfeccionamiento de los instrumentos de trabajo; preparación de los obreros para la producción maquinizada (Libman, 1977), lo que significó un avance en las fuerzas productivas, la ruina de los artesanos y una mayor explotación de la fuerza de trabajo. Esto trajo como consecuencia el paso a la siguiente fase del desarrollo del capitalismo; la producción capitalista mecanizada durante el último tercio del siglo XVIII, fundamentada en el cambio de la producción manual por la mecanización, es decir, la utilización de máquinas como elemento dominante dentro de la producción, ya en el capitalismo.

La aplicación de la máquina ayuda a caracterizar la forma de producción, que en última instancia es lo importante, pues brinda referencias del avance de la sociedad.

La complejidad es observada a través de los elementos que la constituyen.

> "Toda máquina se compone de tres partes esencialmente diferentes: el mecanismo motor, el mecanismo transmisor y finalmente la máquina herramienta o máquina de trabajo. El mecanismo motor opera como fuerza impulsora de todo el mecanismo, genera su propia fuerza motriz, como es el caso de la máquina de vapor, la máquina calórica, la electromagnética, etc., o recibe el impulso de una fuerza natural ya pronto para el uso y exterior a él: el salto de agua en el caso de la rueda hidráulica; el viento en el de las aspas del molino, etc. El mecanismo de transmisión, compuesto de volantes, ejes, motores, ruedas dentadas, turbinas, vástagos, cables, correas, piñones y engranajes de los tipos más diversos, regula el movimiento, altera su forma cuando es necesario –convirtiéndolo, por ejemplo, de perpendicular a circular-, lo distribuye y lo transfiere a la máquina-herramienta. Estas dos partes del mecanismo existen únicamente para transmitir a la máquinas-herramienta el movimiento por medio del cual ésta se apodera del objeto de trabajo y lo modifica con arreglo a un fin (Marx, 1867)".

Es de la máquina-herramienta de donde parte la Revolución industrial, debido a que lo creado en sustitución del instrumento artesanal y manufacturero, es el mecanismo que reproduce el conjunto de operaciones que antes el artesano realizaba con sus instrumentos. En ésta, se observan de manera general las líneas, aunque muy modificadas, de los aparatos y herramientas con los que trabaja el artesano y el obrero manufacturero. Se transforma, además, de una herramienta del hombre a una herramienta de mecanismo. Las modificaciones llevan al instrumento a convertirse en máquina-herramienta y apuntan hacia el aumento del número de instrumentos que puede manejar cada obrero y por lo tanto al incremento de la productividad.

Posteriormente, la máquina-herramienta con la capacidad de transformar el objeto de trabajo a semejanza de cómo lo hacía el obrero con sus instrumentos manuales, contiene estos mismos elementos ya desarrollados, con lo que desplaza al obrero, éste, como ente, que en el proceso de trabajo se encarga de actuar el objeto de trabajo, es relegado a ser en un principio el mecanismo motor de toda máquina, es decir, sólo fuerza motriz. El hecho de que, a diferencia del obrero, la máquina pueda trabajar con un número indefinido de instrumentos se convierte, a final de cuentas, en aumento de volumen total –masa de instrumentos y aumento de dimensiones del mecanismo transmisor- y obliga a la utilización de fuerza motriz más potentes que la fuerza humana. Es entonces que se presenta la utilización de las fuerzas naturales (hidráulica, eólica y animal), con lo que se presentan aún problemas por no estar totalmente controladas por el hombre y se ubican no necesariamente en las ciudades. Es con la máquina de vapor de Watt (1784) que se dispone de un mecanismo motor dominado por el hombre, que se puede transportar por sí solo (medio de locomoción), y se le puede tener en la ciudad.

Comprender la unión entre máquina y capitalismo –como Marx lo aborda- es imprescindible para entender el desarrollo de las fuerzas productivas que se presentan en este modo de producción. Aun cuando antes de la aparición del modo capitalista se habían sentido las bases –para la creación de máquinas- ya que los inventos han formado un continuo en donde los nuevos toman como antecedentes a los anteriores, y aquellos están en función de las necesidades, son precisamente las necesidades del capitalismo las que establecen las condiciones propias para que éstas se desarrollen, y es que la máquinas, en la producción capitalista, ya a desplazar obreros, como una de sus consecuencias importantes al mismo tiempo que logra mayor productividad.

La diferenciación histórica entre instrumentos y máquinas ha planteado algunos elementos que caen en el otro punto de vista mencionado; la complejidad en la máquina como una consecuencia que se fundamenta en: a) ser la máquina –en su componente máquina-herramienta-, la que sustituye al artesano y sus instrumentos; b) el aumento del número de instrumentos de la máquina-herramienta, que trae como consecuencia el aumento de tamaño; c) la utilización de fuerza motriz cada vez más potente; y d) uso de mecanismos complejos para transmitir la fuerza utilizada.

Desde el punto de vista económico, lo fundamental estriba en que la máquina, cómo un elemento de capital, desarrollado en el capitalismo, lleva implícito el objetivo de abaratar los productos, y en este caso la maquinaría ahorra salario, visto mediante la eficiencia, que representa el obtener altos volúmenes de producción con la máquina, en contraste con el instrumento; esto significa que los costos unitarios por producto obtenido son menores, debido a que las partes "alícuotas" que le corresponden a cada producto por el desgaste de los medios de trabajo y por el costo de la mano de obra es más barato cuando se utilizan máquinas, es decir, es diferente la productividad, que en última instancia significa menor costo unitario y mayor ganancia para los dueños de los medios de producción.

Instrumentos, máquinas y productividad

En un principio, la máquina se desarrolla con el capitalismo en Inglaterra, la actividad económica que primero ve llegar a estos nuevos instrumentos de trabajo es la industria durante el siglo XVIII. Se requirió del perfeccionamiento de la máquina y de que el capitalismo iniciara actividades en la agricultura para que se presentarán las primeras máquinas agrícolas en el siglo XIX (Luelmo, 1975); su uso condujo a una diferenciación del tipo de explotación agrícola ya que, anteriormente, el terreno feudal era trabajado con fuerza e instrumentos de los propios campesinos del feudo, lo cual llevaba implícito una baja productividad del trabajo. Cuando se supera esta situación, la producción del predio, con medios de trabajo propios y mano de obra asalariada, aumenta considerablemente, superando la productividad de los campesinos cuya extensión territorial laborable es mínima (Kaustky, 1898).

El hecho de que exista una organización del trabajo, presupone una división entre los trabajadores –división manual e intelectual-. Asimismo, la producción –al buscarse la ganancia- sufre un cambio y una especialización en determinada rama; ello permite introducir los adelantos de la ciencia y la tecnología a este tipo de explotación. Si lo observamos desde los medios de trabajo, la tendencia es necesariamente hacia la introducción de maquinaria agrícola, que cada vez es más especializada y eficiente al realizar de mejor manera las actividades para las que fue creada. Las grandes explotaciones ". . . tienen menor pérdida de la superficie cultivable, la economía de hombres, animales y aperos, el aprovechamiento completo de todos los medios, la posibilidad de empleo de máquinas negadas a la pequeña explotación, la división del trabajo, la dirección técnica, la superioridad comercial, la mayor facilidad de procurarse dinero etc." (Kaustky, 1898), elementos todos ellos característicos de una explotación capitalista, por lo cual se convierte en elemento fundamental el capital invertido.

Los resultados que la máquina logró en la industria, llevaron a su utilización en la producción agrícola, donde por sus características sólo se emplea en las grandes explotaciones donde es posible la división del trabajo, de los trabajadores manuales y técnicos, y el empleo de los aperos y útiles especializados en trabajos exclusivos, así como la producción de grandes cantidades para el mercado.

Instrumentos, técnica y tecnología

"Lo que diferencia unas épocas de otras no es lo que se hace, sino cómo, con qué medios de trabajo se hace. . ."Marx

La existencia del hombre se basa en la satisfacción de necesidades biológicas, para su permanencia y reproducción. Ello obliga a la búsqueda continua de esos satisfactores, para lo cual se tiene que enfrentar a la naturaleza. Históricamente, este enfrentamiento se dio en la caza y la colecta de satisfactores que significaron alimento y abrigo para sus necesidades fundamentales, obtenidos mediante el empleo de ciertas técnicas, ello sirvió para resolver la contradicción hombre-naturaleza, en donde, debido al escaso desarrollo de las fuerzas productivas, el hombre primitivo ocupaba la mayor parte de su tiempo en la obtención de esos satisfactores.

La necesidad de resolver el problema de mayores requerimientos de alimentación, trajo como consecuencia el invento de la agricultura, que significó mayor facilidad para la obtención de productos y una mayor seguridad para las comunidades. Con esto, el hombre se volvió menos dependiente de la naturaleza, lo cual significó un avance en la técnica, manifestado en el aprovechamiento de los procesos naturales y la transformación de objetos de la naturaleza. Estos avances han permitido que el hombre se pueda dedicar a otras actividades, ya que las necesidades prioritarias requieren de poco tiempo y, además, se logra una diversidad de actividades con lo que se presenta la división social del trabajo.

Durante el desarrollo de la humanidad, la relación productiva entre sociedad y naturaleza se ha basado en la serie de conocimientos generados y acumulados en el proceso de la práctica productiva –conocimiento empírico- que ha dado como resultado una técnica de producción característica; pero las propias condiciones impuestas por las necesidades de la producción han propiciado el surgimiento de otros mecanismos para generar conocimientos, basados en el desarrollo de la actividad intelectual de los hombres, pero necesariamente ligados y dependientes de la realidad existente. Este mecanismo se denomina ciencia, la que a final de cuentas ha influido en el perfeccionamiento de la técnica. Su expresión es el resultado objetivo de la relación productiva del hombre con la naturaleza, en tanto que, por un lado manifiesta un estado particular de las relaciones sociales de producción y, por el otro, denota ampliamente el dominio real que ejerce el hombre sobre las condiciones impuestas por la naturaleza (Muench, 1978).

La técnica y la tecnología se encuentran estrechamente ligadas y normalmente se toman como sinónimos. Sin embargo, es posible distinguir diferencias importantes que llevan hacia la obtención de mayor claridad. Así, mientras la técnica se refiere a una actividad práctica, a como se realiza ésta; la tecnología sería la búsqueda de cómo hacer esa actividad u otra diferente, impuesta por las necesidades de la sociedad, para lo cual se requiere de conocimientos referidos hacia cada uno de los elementos de la técnica y la naturaleza misma del problema. Estos conocimientos pueden ser empíricos o bien científicos, y sirven como base para las posibles soluciones a nuestro problema. Por otro lado, la tecnología se refiere al conjunto de conocimientos que se ponen en práctica durante una técnica determinada. El estudio de éstos sería lo que conforma la tecnología, entendida como el estudio del cómo se hacen las cosas.

Los instrumentos y las fuerzas productivas.

Los avances de la técnica en la sociedad se reflejan, en parte, en un adelanto en las fuerzas productivas, entendidas como los recursos de que dispone el hombre para la transformación de la naturaleza, siendo el conjunto de los medios de producción y de los hombres que los crearon, que utilizan y perfeccionan. En sí, son la conjugación de los elementos del proceso de trabajo (fuerza de trabajo, objetos y medios de trabajo), incluyendo una técnica utilizada bajo determinadas relaciones de producción, que dan como resultado determinada productividad del trabajo, indicador del avance de la sociedad.

La expresión del ritmo de las fuerzas productivas, se presenta como productividad del trabajo. Así, a medida que se desarrollan las fuerzas productivas, la cantidad de producto por unidad de tiempo de cada trabajador aumenta, llegando a alcanzar cantidades cada vez más altas, gracias a la organización técnica del trabajo y al perfeccionamiento de los medios de producción. Los elementos simples del proceso de trabajo por separado, no corresponden a las fuerzas productivas, sino la conjugación de estos elementos que se expresan como tales.

Para el caso de la fuerza de trabajo, en la agricultura toma matices particulares: sigue siendo la capacidad del hombre para trabajar, el conjunto de fuerzas físicas y espirituales que el hombre posee y que son necesarias para la producción. La fuerza de trabajo utilizada en agricultura, posee una experiencia productiva, que se manifiesta como el manejo tecnológico de las especies, el conocimiento del comportamiento de los factores ambientales y de los objetos y medios de trabajo. Esta experiencia implica la posesión de conocimientos que permitan desarrollar una actividad productiva, aun cuando los conocimientos sean empíricos; sin ellos no puede desarrollarse la producción agrícola, sobre todo cuando se está sujeto a fenómenos aleatorios, como son: precipitación y temperatura. Si la fuerza de trabajo no poseyera estas características, prácticamente la producción disminuiría.

El rendimiento de las fuerzas productivas en la prehistoria fue muy escaso. En la comunidad primitiva la aparición de los instrumentos metálicos en sustitución de los instrumentos líticos, codujo al surgimiento de una sociedad dividida en clases. Los instrumentos metálicos aumentaron la productividad en la agricultura, con lo que se permitió la producción artesanal y la construcción. Si bien los instrumentos de trabajo son importantes por significar un adelanto, esto trae consigo toda una técnica, no puede existir un instrumento separado de ésta, la importancia radica en que son los más dinámicos, y al mismo tiempo, representan las únicas evidencias que permanecieron para la posteridad y porque la técnica puede ser caracterizada (aunque no en su totalidad) por el instrumento, significando determinado grado de avance de las fuerzas productivas. Por ejemplo: es diferente la extensión de tierra labrada en el mismo tiempo: usando un azadón, que aquella labrada por un arado –que implica el uso de tracción animal-, y que la trabajada con un tractor. La productividad del trabajo es diferente en cada uno de los casos, la expresión de los elementos de las fuerzas productivas es diferente.

Con el desarrollo de la sociedad, aumenta la producción de medios de subsistencia, en cantidades superiores a las necesidades de consumo inmediato. Este excedente al ser apropiado y acumulado, propicia que aparezca la propiedad privada; primero en el producto excedente y posteriormente en los medios de producción, con lo que se presenta la explotación del hombre por el hombre. Esto demuestra la liga existente entre las fuerzas productivas y las relaciones sociales de producción, relación que se expresa entre el grado de desarrollo de las primeras y una situación determinada de las segundas, que son correspondientes. Como los cambios en las fuerzas productivas son más frecuentes y sobre todo en los instrumentos de trabajo, se tiene un desequilibrio que, con el tiempo, lleva a cambiar las relaciones sociales. Como ejemplo: el capitalismo se estableció gracias a la aparición de la máquina-herramienta y la división del trabajo, también imprime un "ritmo" vertiginoso a las fuerzas productivas, que entran en contradicción con las relaciones de producción existentes; ello se manifiesta en las crisis económicas periódicas, bajo ritmo de crecimiento de la producción; que no se trabaje con toda la capacidad instalada; la desocupación crónica, etcétera. Esto tiene su explicación en la contradicción fundamental que se presenta al existir un carácter cada vez más social de las fuerzas productivas, mientras que las relaciones de producción están basadas en la apropiación privada de los medios de producción y de la plusvalía generada por la clase trabajadora.

TÉRMINOS TÉCNICO-PEDAGÓGICOS BLOQUE III. TRANSFORMACIÓN DE MATERIALES Y ENERGÍA

En este bloque se retoman y articulan los contenidos de los bloques I y II para analizar los materiales desde dos perspectivas: la primera retoma las características de los materiales con que están elaboradas las diferentes partes de una herramienta, haciendo énfasis en la relación de sus características con la función que cumplen; la segunda propone el análisis de la diversidad de materiales, tanto naturales como aquellos producto de la transformación. Se propone el análisis de las características funcionales de los productos desarrollados para una actividad tecnológica, así como de su importancia en diversos procesos productivos. Asimismo, se revisarán los posibles impactos y su prevención, tanto de la extracción como de la generación y uso de los materiales.

La energía se analiza a partir de la fuerza y el movimiento que posibilitan el funcionamiento de los procesos o para la elaboración de un producto; será necesario identificar los tipos de energía y sus fuentes, así como los mecanismos para su conversión en energía mecánica (movimiento) y su relación con los motores. También es necesario abordar el uso de la energía en los procesos productivos; en este sentido, el análisis se enfoca fundamentalmente al empleo y efecto del calor y de otras formas de energía sobre diversos materiales para su transformación

Contaminación

Grado de concentración de elementos químicos, físicos, biológicos o energéticos por encima del cual se pone en peligro la generación o el desarrollo de la vida, provocando impactos que ponen en riesgo la salud de las personas y la calidad del medio ambiente.

Deterioro ambiental

Modificación que disminuye la calidad ambiental como consecuencia de una acción humana.

Energía

De acuerdo con Wikipedia, la energía desde el punto de vista tecnológico y económico, es un recurso natural primario o derivado, que permite realizar trabajo o servir de subsidiario a actividades económicas independientes de la producción de energía. Como todas las formas

de energía una vez convertidas en la forma apropiada son básicamente equivalentes, toda la producción de energía en sus diversas formas puede ser medida en las mismas unidades.

Capacidad de realizar un trabajo. La energía puede transformarse, pero no se crea ni se destruye. Se denominó energía noble o exergía a la parte de la energía transformable sin limitaciones y en consecuencia la parte más útil en los procesos técnicos y anergía a la parte no transformable de la misma.

Estudio de impacto ambiental

El o los documento(s) que sustenta(n) el análisis ambiental preventivo y que entrega(n) los elementos de juicio para tomar decisiones informadas en relación a las implicancias ambientales de actividades humanas.

Materiales

- Materia prima o producto elaborado o semi-elaborado que se utiliza en el proceso de producción.
- En un contexto contable, adjetivo que indica la relevancia de una información para ser tenida en cuenta en los estados financieros

Impacto Ambiental

- Es una alteración significativa del ambiente de carácter positiva o negativa. Cuando son directos involucran pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental (contaminar aguas, talar bosques, etc.). Cuando son indirectos inducen y/o generan otros riesgos sobre el ambiente (erosión antrópica, inundaciones, etc.)
- Alteración significativa del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Insumos

Son los materiales, energía y los saberes puestos en operación en los sistemas técnicos. Los materiales del entorno, sobre los que actúa el ser humano para transformarlos y elaborar diversos productos, incluyen los de origen mineral y de plantas y animales cuyas características físicas, químicas y biológicas permite utilizarlos en diversos sistemas técnicos. Los saberes

sociales incluyen las experiencias de los artesanos, obreros e ingenieros, así como los conocimientos de diversas áreas del saber y la información.

Tecnología de los materiales*

La era de los materiales

Aunque no solemos pensar demasiado en ellos, la enorme mayoría de los objetos que usamos a diario están hechos de materiales que no existían hace cincuenta años. O, por lo menos, en su fabricación intervienen algunos de esos materiales.

Desde la más remota antigüedad, en todos los centros de desarrollo de las civilizaciones prehistóricas, se desarrolló la metalurgia. Varios de los periodos de la prehistoria llevan el nombre de los materiales característicos de los artefactos de la época. "La edad de piedra" marca los comienzos de la civilización, ya que el trabajado de ciertas piedras, para construir armas y herramientas, es una de las tecnologías más antiguas. Las hachas, cuchillos, puntas de lanza y de flechas, los raspadores usados para ablandar el cuero, los morteros para moler el grano, y muchos otros instrumentos que se han encontrado, muestran el uso extendido de este material.

Uno de los primeros metales conocidos fue el oro. Esto se debe a que, debido a su inercia química, casi siempre en la naturaleza en el estado libre, en forma de pepitas o polvo que aún hoy se recoge de las arenas de ciertos ríos.

Luego alguien descubrió, seguramente observando los restos de algún fogón, que ciertas piedras, calentadas con leña o carbón, producían nuevos materiales, que se dejaban trabajar y deformar con facilidad: se había descubierto la metalurgia. Los más fáciles de obtener de esta manera son el estaño y el cobre. El estaño puro no es muy útil: funde fácilmente y es bastante frágil. En cambio el cobre fue usado durante muchos siglos para hacer cuchillos, armas, recipientes, armaduras, etc.

Sin embargo, el cobre es relativamente blando y se altera con facilidad. Por otra parte, se deteriora por acción de la atmósfera húmeda: todos conocemos el óxido verde que se forma en los objetos de cobre.

Cuando alguien calentó con carbón minerales que contenían tanto cobre como estaño, que en algunas partes del mundo se presentan juntos, se produjo una pequeña revolución tecnológica: se había inventado el bronce, material duro, fácil de trabajar y resistente a la intemperie, que dio su nombre a toda una era de la prehistoria: "La edad del Bronce". Ello ocurrió en Sumeria, alrededor del 3500 antes de nuestra era. La edad del Bronce se extiende hasta bien entrada la época del apogeo de las grandes civilizaciones del Oriente antiguo. Es significativo que el bronce no se conoció en regiones de la Tierra donde los minerales de cobre y de estaño s presentan separados, como en América. En cambio en China donde están también juntos, se descubrió independientemente hacia el 2000 a.C.

El bronce fue luego complementado –y en parte substituido- por el hierro y su combinación con pequeñas cantidades de carbono (el acero) cuya producción mantuvo durante algún tiempo en secreto de un pueblo de Asia Menor, los hititas. Debido a las propiedades del hierro, mucho más duro y resistente que el bronce, las armas de lo hititas dieron a éstos el dominio militar de la región aunque su cultura era inferior a las de sus contemporáneos de civilización más antigua. Los hititas derrotaron a los egipcios, los babilonios y los asirios. Se inicia así la "Edad del Hierro".

*En Buch , T. (2008). *El Tecnoscopio*. Aique. Grupo Editor. Argentina, pp. 127-166

Los metales no fueron los únicos materiales usados en la antigüedad. Las pieles y el cuero se usaron desde muy temprano para cubrirse de las inclemencias del clima, tanto para indumentaria como para viviendas, y requirieron tecnologías específicas para su conservación. El cuero también fue usado para confeccionar herramientas y armas. La curtiembre es, pues, otra de las tecnologías de los materiales conocidas desde la antigüedad.

El hombre prehistórico usó otros materiales de origen animal: los huesos se emplearon para hacer agujas, cuchillos e instrumentos musicales: los tendones, como cuerdas de arco; las tripa como hilo de coser y como cuerdas de instrumentos musicales. Y, desde luego, los pelos de muchos animales, como materiales textiles para la confección de ropas y abrigos más evolucionados que las simples pieles. En numerosos lugares, e incluso en muchas partes de nuestro país, se emplean las técnicas antiguas para el hilado de la lana y para la confección de telas.

Otro de los materiales utilizados desde los orígenes fue, desde luego, la madera, empleada desde siempre como combustible y como material de construcción, al igual que para armas y herramientas: uno de los poco materiales que aún sigue en uso para muchos fines similares.

Pero la más característica de las tecnologías empleadas por casi todos los pueblos desde la Antigüedad, y aún en uso en nuestros días, es la cerámica. En sus numerosas variantes, el uso de las arcillas para confeccionar recipientes, ladrillos y recubrimientos para viviendas, es de gran antigüedad, aunque fue precedida por el uso de los ladrillo de adobe para las construcciones. Los materiales cerámicos son considerados característicos de cada una de las épocas, y muchas de ellas reciben su nombre de ciertos tipos de productos de esta industria (cerámica roja, negra, multicolor, etc.).

Además de los materiales conocidos desde hace siglos, hay muchos otros que ahora son de uso corriente, enteramente productos de la tecnología moderna. El caso más notable de estos materiales "sintéticos" son los plásticos.

Metales

Durante gran parte de la historia relativamente reciente, la capacidad de producción de metales –en especial de hierro y de aceros- fue considerad prácticamente como sinónimo de potencia industrial.

En la actualidad, cualquier catálogo de una empresa metalúrgica moderna contiene algunos miles de productos. Muchos de ellos son diferentes tipos de aceros, o sea aleaciones de hierro con una multitud de otros elementos. Pero otros, las aleaciones no ferrosas, contienen elementos metálicos que eran desconocidos hasta hace menos de doscientos años, como el zirconio, el titanio, el litio y otros.

Las aleaciones

Los metales casi nunca se usan puros, sino en forma de aleaciones, es decir, combinaciones de diferentes tipos, de dos o más elementos metálicos. En muchas aleaciones (llamadas "ferrosas") el metal más abundante es el hierro, estas aleaciones son los aceros. Muchos aceros se conocen desde hace siglos, otros se inventaron recientemente.

El bronce, metal que dominó la tecnología de toda una era, en la actualidad está relegado a usos secundarios. Grupo de aleaciones entre el cobre y el estaño, es a veces confundido con el latón, que el lugar de estaño contiene zinc.

Los metales más usados en aleaciones moderan son, además del hierro, el cromo, el níquel, el tungsteno, el molibdeno, el titanio, el aluminio, el magnesio y muchos otros que participan en numerosas aleaciones como componentes menos abundante pero no por ello menos importantes. Otros metales, que se

emplean poco en las aleaciones modernas pero continúan teniendo usos más convencionales, son: el cobre, el zinc, el estaño, el plomo.

Metalurgia de polvos

Se puede usar para producir piezas de formas complejas, con métodos comparables a los que se usan para moldear plásticos. Si se quiere producir un metal compacto a partir de un polvo, es necesario prensar éste para darle la forma deseada y luego sintetizarlo sometiéndolo a altas temperaturas, para que los granos inicialmente separados se suelden entre sí por fusión incipiente o, principalmente, por difusión entre granos en el estado sólido.

Mediante las técnicas de la metalurgia de polvos, seleccionando los tamaños de grano de los polvos, las presiones, las atmósferas de trabajo y las temperaturas, es posible producir estructuras microcristalinas especiales, y metales y aleaciones imposibles o muy difíciles de fabricar por otros métodos.

Principales usos de los metales

Los aceros son las aleaciones metálicas de uso más corriente. El hormigón armado con perfiles de hierro es un ejemplo común de aplicación en una estructura compuesta. Las chapas y perfiles de hierro y de acero se usan en enormes cantidades en la industria automotriz y naval. La mayoría de las grandes estructuras (grúa, etc.), también son de acero.

Los llamados "aceros rápidos" tienen alta resistencia aún a temperaturas elevadas. Los aceros inoxidables, que contienen cantidades variables de cromo y de níquel, además de otros componentes menores, son cada vez más empleados en la construcción de equipos industriales.

El aluminio también es un metal muy conocido, que se emplea en enormes cantidades y múltiples usos. La industria aeronáutica lo usa en muchos elementos estructurales y de recubrimiento de los aviones, a veces combinado con titanio. Uno de los usos más conspicuos es para confeccionar envases para bebida. La industria de la construcción emplea perfiles de aluminio para los marcos y contramarcos de puertas y ventanas. En artículos domésticos para cocina, el aluminio compite con el acero inoxidable y el hierro esmaltado.

El principal uso del cobre se debe a su calidad de excelente conductor de la electricidad. La mayoría de los cables eléctricos son de cobre tanto los de alta como los de baja potencia. En estos usos también se emplea el aluminio. En los últimos años hay una cierta tendencia al predominio de este ultimo en la instalaciones de alta tensión, ya que su peso específico es mejor y su conductividad, parecida. En ciertas aplicaciones en la tecnología de las comunicaciones, como en las líneas telefónicas urbanas, en cambio, la conducción por cables metálicos está siendo superada por las fibras ópticas. Por lo tanto, el consumo de cobre tiende a disminuir.

Un metal aún relativamente poco conocido, pero que tendrá creciente importancia en el futuro, es el titanio. Es un metal liviano como el aluminio, pero química y mecánicamente casi tan resistente como el acero. Uno de sus usos masivos han sido en la industria bélica: por ejemplo, muchos submarinos modernos tienen cascos de titanio, y los aviones de combate supersónicos lo usan en muchos elementos estructurales. Un uso pacífico es el que se le da en la tecnología médica donde, por su alto grado de tolerancia en el organismo, se usa para fabricar prótesis óseas.

En el tendido de las cañerías de gas, agua, cloacas y otros servicios industriales y urbanos, los plásticos son usados ahora en forma casi exclusiva. También se usan de modo creciente para reemplazar componentes que antes eran metálicos, en la industria automotriz y aún en la aeronáutica. Especialmente en los aviones más chicos, incluso elementos estructurales son confeccionados con compuestos de materiales plásticos.

Materiales cerámicos

Los materiales cerámicos, el gres, la porcelana, la terracota, etc. Se cuentan entre los productos más antiguos de la tecnología prehistórica. Muchos de los materiales cerámicos modernos son óxidos. El ejemplo industrial más importante de óxido cerámico son la circonia, óxido de circonio, el óxido de berilio, el dióxido d uranio y numerosos óxidos compuestos de hierro, níquel zinc y otros elemento metálicos.

Cada uno de estos materiales cerámicos tiene un rango propio de usos actuales o futuros. La alúmina se usa como forma muy especial de porcelana que soporta muy altas temperaturas y considerables choques térmicos, para confeccionar hornos industriales, tubos refractarios y crisoles. El óxido de berilio es un buen conductor del calor aunque es un aislante eléctrico y se usa en ciertos circuitos integrados y otros circuitos eléctricos para dispersar el calor generado.

Sin embargo, si bien se han desarrollado composiciones de cerámica superconductoras con temperaturas críticas cada vez más altas, el entusiasmo que su descubrimiento despertó en los tecnólogos se enfrió un tanto ante las dificultades que se encontraron al querer desarrollar aplicaciones prácticas para ellos. Tienen todas las propiedades habituales de los materiales cerámicos, entre ellos su fragilidad: para hacer un superconductor útil a las aplicaciones más importantes, es necesario fabricar alambres flexibles de un material de propiedades parecidas a la de la porcelana.

Los vidrios

Son materiales también conocidos desde la antigüedad. Su invención fue atribuida a los fenicios, es más probable que sea obra de los egipcios, en el segundo milenio .C. Su uso estuvo restringido a fines ornamentales hasta que, en la Edad Media comenzaron a usarse para cerramientos de ventanas.

Estos cerramientos eran del tipo "vitral", formados por un mosaico de trozos pequeños de vidrio, unidos mediante alambre de plomo, hasta que se inventó la fabricación de vidrios planos vertiendo la fusión sobre una mesa.

Los usos convencionales de los vidrios no perdieron importancia. La mayoría de esos usos depende del hecho de que los vidrios son transparentes. Las ventanas de edificios y las lentes de los instrumentos ópticos, desde los anteojos comunes hasta los microscopios y telescopios, siguen fabricándose sobre todo de vidrio, aunque algunos materiales plásticos compiten con él en esos usos.

Otros usos dependen de que los vidrios son baratos, no son porosos y son relativamente inertes a los agentes químicos: la mayor parte de los equipos de los laboratorios químicos y una gran proporción de los envases de comestibles y sustancias químicas variadas se hacen aún de vidrio. Muchos objetos tradicionales de cerámica están esmaltados: el esmalte es un recubrimiento vidriado que cubro el objeto, dándole impermeabilidad, brillo y color.

La variedad de tipos de vidrio que se producen es amplia, como lo son los usos a los que se destinan. Hay vidrio de alta tenacidad que soportan choques, otros que se desmenuzan sin astillarse, también los hay provistos de recubrimientos ópticos, polarizantes, antireflejantes, etc.

Fibras ópticas

El campo de aplicación más novedoso de los vidrios es, sin duda, el de las fibras ópticas. Aprovechando la gran transparencia de los vidrios fabricados especialmente con tal fin, se logra transmitir información codificada en un haz de luz, sin atenuación apreciable, a distancias prácticamente ilimitadas.

Una fibra óptica es un filamento delgado, generalmente de cuarzo de alta pureza, de composición modificada. Los manojos de fibras ópticas que se emplean en los fibroscopios de uso médico, pueden ser de materiales plásticos, ya que los recorridos son muy cortos.

Fibras cerámicas

Se pueden fabricar fibras de materiales cerámicos de muy alta resistencia a la tracción y que tienen aplicaciones como materiales textiles resistentes a la mayoría de los agentes químicos, y a las altas temperaturas, aislantes térmicos, materiales filtrantes o como componentes de materiales compuestos.

Materiales plásticos

Si se quisiera caracterizar nuestra era por un tipo de material predominante en sus artefactos, como se han llamado a otras épocas la Edad de la Piedra, del Bronce o del Hierro, la nuestra debería llamarse la Edad del plástico: ningún otro tipo de material ha demostrado mayor versatilidad ni mayor capacidad de penetración en las aplicaciones más diversas.

El primer plástico se descubrió por azar. Algunos materiales poliméricos se obtienen de fuentes vegetales animales o vegetales. La celulosa, el caucho, algunas proteínas son compuestos naturales que tienen la misma estructura general básica de los polímeros artificiales. La materia prima original de casi todos los tipos de materiales poliméricos es derivada del petróleo y el gas natural. Este hecho es necesario tomarlo muy en cuanta cuando se utilizan esas materias primas, que obviamente no son renovables, para quemarlos y obtener la energía almacenada en ellas. Esa es una razón muy importante para fomentar el empleo de otras fuentes de energía, además la de evitar agravar el efecto invernadero por la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera.

Entre los polímeros se encuentran el PVC, los poliésteres (PET: material del cual se hacen las conocidas fibras de poliéster; una de los más importantes insumos de la industria textil, además de las cintas magnéticas, entre otros).

Elastómeros

El caucho, producido a partir de la savia de varias plantas tropicales, es el ejemplo natural de la gran clase de los elastómeros, materiales poliméricos de comportamiento elástico.

Espumas

Una de las aplicaciones de los polímeros es como aislantes térmicos y eléctricos. Para esos usos se utilizan materiales polimerizados en forma de espuma, de muy baja densidad. Los materiales más empleados son el poliestireno y el poliuretano expandido, ambos de gran aplicación como aislantes en la industria de las construcciones civiles y como materiales de embalaje.

Películas delgadas

Los films de materiales poliméricos se usan en gran escala para embalaje, sobre todo de alimentos: se trata de una de las aplicaciones más conspicuas, ya que casi todos los alimentos que se venden al peso en los supermercados del mundo se envuelven en esas películas plásticas transparentes. Para que sean adecuadas para envoltorio de alimentos, es importante que los films sean adecuados para envoltorio de alimentos, es importante que los films sean poco permeables al aire, al vapor de agua y a otros gases.

La gran cantidad de materiales plásticos usados como embalajes y como decoración de artículos para su venta, contribuyen en buena medida a agravar el problema de la contaminación ambiental, pues son materiales no degradables biológicamente y que se acumulan millones de toneladas por año sin que las sociedades tengan una solución para su disposición final (salvo quemarlos, lo cual ocasiona otro tipo de contaminación). Las soluciones a este dilema son las mismas que para los demás tipos de residuos: el reciclado es una de ellas. La otra, el evitar los excesos en el empleo de embalajes.

Plásticos biodegradables

El problema de la acumulación de residuos químicamente muy estables, ha conducido a un esfuerzo de desarrollo tendiente a encontrar materiales similares a los polímeros conocidos en sus propiedades, pero que sean biodegradables: es decir, que existan procesos bacterianos y otros que puedan destruirlos. Este esfuerzo obtuvo algunos éxitos. Se ha producido, por ejemplo, una proteína biodegradable que sirve para moldear objetos de uso, aunque los "plásticos biodegradables" aún estén lejos de poder competir económicamente con los polímetros comúnmente usados.

Resinas termo endurecidas

Además de los materiales termoplásticos, existen otros plásticos que no son fusibles ni moldeables, y que se polimerizan en las formas que deban tener para los usos a que están destinados. Entre éstos, se cuentan las resinas a base de formaldehído: los acetales, las resinas fenólicas y las resinas a base de urea o de melamina.

Muchos de estos materiales se utilizan como adhesivos, uniendo entre sí los componentes de materiales compuestos, como las maderas terciadas y aglomeradas, y los moldes de arena para su fundición.

Siliconas

Estos materiales son líquidos, geles o sólidos. Son químicamente muy estables y biológicamente inertes. Entre sus numerosos usos se destacan las aplicaciones médicas. Se usan para ciertos tipos de lentes de contacto y como implantes, para simular tejidos orgánicos. Recientemente su uso está siendo cuestionado, porque se pone en duda su inocuidad total para los tejidos que los deben hospedar.

Materiales compuestos

Esta designación abarca todo un grupo de materiales que se logran combinando entre sí más de un tipo de sustancia. Esta definición en principio no es demasiado impresionante. Sin embargo, los materiales compuestos cumplen un papel creciente, sobre todo en diversas aplicaciones estructurales.

Si bien técnicamente la madera es un material compuesto de fibras de celulosa impregnadas de lignina como material de unión, el más antiguo y conocido de los materiales compuestos artificiales es el hormigón armado. Aquí se combinan tres tipos diferentes de materiales en una forma que permite aprovechar las propiedades ventajosas de todos ellos: el cemento, la piedra y el hierro.

El cemento soporta bien los esfuerzos de compresión pero no los de tensión; el hierro los soporta a ambos, pero usarlo solo es demasiado pesado y caro: la combinación es perfecta. Los cantos rodados sirven de carga sin disminuir la resistencia del conjunto.

Otro de los tipos de materiales compuestos muy difundidos son los "plásticos reforzados", se usa en cascos de barcos de tamaño relativamente pequeños, en partes de carrocerías de vehículos terrestres, y en tanques de almacenaje de líquidos.

Un tipo diferente de materiales compuestos es el de los cermets en los que se combinan fibras metálicas con una matriz cerámica para lograr materiales de propiedades que no se pueden lograr de otro modo. Una de estas propiedades es la resistencia mecánica a altas temperaturas.

Otros materiales

Semiconductores

La base de toda industria informática son los chips, pequeños trozos de semiconductores sobre los que se construyen los circuitos integrados.

Adhesivos

Los materiales adhesivos desempeñan un papel importante en muchas industrias, aunque no forman un grupo de substancias definido ni tienen una definición muy precisa. Se definen pragmáticamente, como "sustancias capaces de mantener unidos materiales diferentes por unión superficial"

Son de muchos tipos, entre ellos se encuentran: resinas fenólicas, melmínicas, resinas tipo "epoxi", colas vinílica, adhesivos de contacto, entre otros.

Detergentes

Los detergentes son sustancias que actúan sobre la tensión superficial de las soluciones acuosas y se usan para hacer el agua "más mojada": que el agua moje más fácilmente una superficie, o que se introduzca en los intersticios entre dos sólidos, como, en especial, una partícula de suciedad y un textil o un plato.

Materiales porosos

Los sólidos porosos tienen numerosas aplicaciones, sea como filtros, soportes de otras sustancias, adsorbentes, etc. Se usan como soportes para catalizadores, para enzimas en reacciones de fermentación, para células vivas en numerosos procesos biotecnológico, como adsorbentes de sustancias.

Films delgados

En numerosas aplicaciones, se usan películas muy delgadas de materiales varios. Ejemplos de esto son: recubrimientos protectores, capas de semiconductores de diferente composición, celdas fotovoltaicas, dispositivos láser semiconductores, entre otros.

Energía*

El trabajo de Prometeo.

La primera fuente de energía utilizada por el hombre, que no deriva directamente de la fuerza de sus músculos ni de los elementos naturales sin intermediarios técnicos, fue el fuego, domesticado en épocas remotas a través de los instrumentos para producirlo a voluntad: el torno de madera, en el que se lograba calentar por rozamiento dos maderas hasta que se lograba inflamar a una de ellas; y la yesca y el pedernal.

Luego fue la fuerza muscular de los animales, usados como medios de transporte, y, más tarde, como motores para actuar bombas y molinos. Seguramente, en esa etapa ya se conocían también algunos medios para aprovechar mejor las fuerzas de la naturaleza: el viento, el sol y las corrientes de agua.

Así como las primeras civilizaciones urbanas, explotaron los grandes ríos como fuente de riego, todas ellas también usaron la energía hidráulica como fuente confiable y permanente de energía mecánica. Los chinos usaron gas natural como combustible 1000 años antes de Cristo.

Un gran avance fue el descubrimiento de ciertas máquinas simples, que aún forman parte del inventario de operaciones elementales, como la rueda, la palanca, la vela, el tornillo y la polea, base de gran número de aparatos que multiplican la fuerza aplicada a ellos por un brazo de palanca adecuado. Algunos de estos aparatos se atribuyen al ingeniero siracusano Arquímedes, aunque no es tan seguro que tuvieran un inventor con nombre y apellido. Dicho sea de paso, al mismo Arquímedes también se le atribuye la precaución de no haber hecho nunca notas ni apuntes, para evitar que éstas cayeran en manos que hicieran un uso indebido de sus invenciones.

Si bien la energía eólica se usó desde muy temprano como fuerza motriz en los barcos de vela que surcaron las vías navegables desde temprano, recién en la Edad Media se descubrió que el viento podía generar energía mecánica en forma estática, y se le empleó para mover molinos. Simultáneamente se empleó también la energía del agua, colocando ruedas hidráulicas en los cursos de los arroyos. Para construir tales máquinas hacía falta que se inventara previamente el engranaje, para transformar un movimiento giratorio alrededor de un eje vertical, que fue la disposición normal de las ruedas de molino. También la leva forma parte de esos inventos medievales olvidados, de trascendencia indudable.

La principal fuente de fuerza motriz durante la Edad Media fue el agua. Los molinos, las principales instalaciones que necesitaban una fuente de energía confiable, funcionaron eficientemente con propulsión hidráulica en lugares muy diversos de la tierra como Europa, India y China.

El fuego fue casi la primera fuerza de la naturaleza que el hombre –o su antecesor inmediato *homo erectus* hace medio millón de años- supo poner a su servicio, en las tareas de la cocina, la metalurgia y la cerámica. La leña-energía solar acumulada- fue el combustible más importante durante muchos siglos, peo en la Edad Media, el aumento de su uso para muchos fines –tanto como combustible para las construcciones civiles y navales- hizo que se produjera una peligrosa deforestación en las regiones más pobladas. Hacia fines del siglo XVII se empezó a usar carbón, un combustible de mucho mayor poder calorífico que la leña, en coincidencia con el comienzo del desarrollo de la máquina de vapor,

*En Buch, T. (2009).Sistemas Tecnológicos- Contribuciones a una Teoría General de la Artificialidad. Aique Grupo Editor, Buenos Aires.

cuyo primer uso fue, coincidentemente con lo anterior, para el desagote de las minas de carbón que se inundaban. La fuerza que podría derivarse del vapor era conocida desde la época alejandrina. A comienzos del siglo XVIII, Newcomen inventó una "máquina atmosférica", pero se debió llegar al último tercio del siglo XVIII hasta que Watt logró construir máquinas de vapor eficientes y confiables, que funcionaban establemente mediante reguladores y volantes, que permitían transformar el calor obtenido por combustión de leña o de carbón en trabajo mecánico. Solo muchos años después se desarrollo la termodinámica, ciencia capaz de teorizar sobre esa transformación y de señalar sus límites.

La energía mecánica derivada del fuego a través del vapor tuvo su máximo desarrollo a comienzos del siglo XX, en que los barcos y los ferrocarriles surcaban mares y continentes. Las fábricas tenían plantas motrices propias, en las que grandes máquinas de vapor movían largos ejes mediante correas de transmisión de la fuerza a las máquinas individuales. Este sistema colectivo de potencia en paralelo se puede comparar con los usos de la actualidad, en los que cada máquina está movida por su propio motor eléctrico. El tiempo del auge de la máquina de vapor fue también el momento de máxima expansión de la minería del carbón. Marcó uno de los máximos relativos de la contaminación ambiental, ya que el uso intensivo del carbón como combustible tiene esa consecuencia, si no se toman los recaudos necesarios para que las impurezas sulfurosas que el carbón de piedra contiene no lleguen a la atmósfera y se precipiten al suelo como ácido sulfúrico junto con la lluvia.

El carbón de piedra se puede "destilar" si se lo calienta, desprende gases y vapores combustibles, deja un residuo que es una rica fuente de sustancias orgánicas aromáticas. Tratado al rojo con vapor de agua, produce una mezcla de monóxido de carbono con hidrógeno llamado "gas de agua". Tanto el gas obtenido por la destilación como el gas de agua fueron ampliamente usados hace un siglo como fuente de calor en los domicilios y como fuente de iluminación urbana.

Al mismo tiempo que se producía el apogeo de la máquina de vapor, comenzó también el desarrollo de los motores de combustión interna. Junto con ellos se produjo el comienzo de la "era del petróleo" como fuente fósil de energía, cuyo uso se fue haciendo cada vez más universal. Por la misma época Siemens y Edison desarrollaron también las máquinas de generación de energía eléctrica, cuyo suministro se fue generalizando. A diferencia de la energía mecánica que debía generarse in situ, la corriente eléctrica podía distribuirse a larga distancia de las fuentes de generación, a costos razonables. La empresa General Electric nació en 1880, cuando Edison dedicó sus primeros esfuerzos a crear la industria de la generación eléctrica y su explotación.

Algunas de las consecuencias geopolíticas de estos desarrollos son muy evidentes. El carbón existe en gran abundancia, tanto en Europa como en los EE.UU. el petróleo, en cambio, se encuentra en otras zonas del globo: especialmente bajo los poco poblados desiertos del Oriente Medio, Con la creciente dependencia d los países desarrollados de su suministro, éstos adquirieron una enorme importancia estratégica y económica.

¿Energía= electricidad?

La electricidad es la principal fuente de energía directamente usada por muchos seres humanos, salvo los habitantes de gran parte del mundo subdesarrollado. Se puede estimar que el 40 % de la población humana tiene acceso a redes de distribución de energía eléctrica. El consumo de esta forma de energía se ha convertido en uno de los índices para medir el desarrollo de un país o una región.

La energía eléctrica tiene todas las ventajas imaginables. Es una forma de energía limpia, sobre todo en el consumo; es sumamente versátil, ya que s puede fácilmente convertir en cualquier otra forma en energía, sea ésta mecánica, térmica o química; es relativamente fácil de transportar sobre largas

distancias, aunque con ciertas pérdidas y a costos que inciden en su precio final. En cambio no es muy fácil de almacenar en grandes cantidades, ni de transportar en pequeñas unidades.

Hacia fin de la Edad Media, en Europa comenzó a usarse el carbón en medida creciente, tanto para la generación de vapor y fuerza motriz, como para los usos más directos, de calefacción y cocina. El carbón tuvo su máxima participación porcentual hacia 1920. El petróleo comenzó a ser usado masivamente a comienzos del siglo XX, seguido de cerca por el gas natural. En la actualidad, aunque su participación porcentual ha disminuido, el carbón sigue siendo de lejos el principal combustible empleado para la generación eléctrica. Un 40 % de la energía generada usa ese combustible, aunque con tecnología mucho más limpias que las antiguas.

Los combustibles fósiles tienen un uso más racional como materias primas de la petroquímica y de la carboquímica, importantes ramas de la industria química, que producen miles de compuestos usados en la fabricación masiva de detergentes, adhesivos, fármacos, agroquímico, etc. Quemarlos es un empleo indiscriminado que ha de conducir a su agotamiento sin tener en cuenta muchas de sus propiedades más interesantes. Sin embargo, este uso sigue siendo de lejos e más importante del petróleo y del carbón.

Energía hidroeléctrica

La energía de los grandes ríos, en particular donde hay caídas de agua con importantes desniveles, has sigo aprovechada desde antiguo en molinos y ruedas de agua. En la actualidad, la energía hidroeléctrica es una de las fuentes más importantes de energía en la mayoría de los países que poseen grandes ríos.

La manera más sencilla de aprovechar una corriente de agua consiste en poner en su camino una turbina, de modo que la energía del agua la haga girar. Las grandes centrales hidroeléctricas tienen un enorme impacto ambiental, que no siempre es determinado antes de decidir una obra de tal envergadura, y que no siempre es conocido siquiera después de que la usina esté en funcionamiento. En el caso de Aswán, en el alto Egipto, el embalse interrumpió el ciclo de las inundaciones del Nilo, que era la fuente milenaria de la fertilidad del país con consecuencias aún no del todo previsibles. En el caso de la represa de Futaleufú, se sumergieron miles de hectáreas de bosques nativos y se hicieron desaparecer varios lagos. Otra víctima inocente de estos emprendimientos suele ser la fauna ictícola ya que, a pesar de que se provee de escaleras que los peces pueden transitar, el conjunto del ecosistema se modifica demasiado.

La generación térmica

Las máquinas de vapor tradicionales, como también los motores a combustión interna, que queman a gasolina, diesel-oil u otros derivados del petróleo, son motores en los que el vapor o los gases de combustión mueven un pistón, cuyo movimiento lineal se transmite a un eje mediante un mecanismo de biela-manivela. La eficiencia termodinámica de estas máquinas puede ser de hasta un 35 %.

En los usos "fijos" en gran escala como en las grandes centrales generadoras de energía eléctrica, este tipo de sistema casi ha desaparecido. En las plantas de menor tamaño, sin embargo, se siguen usando. En particular existen motogeneradores de gasolina d diseño muy moderno y eficiente. En los generadores móviles, como en barcos, locomotoras y camiones, los motores diesel han mantenido su presencia. Aunque en los barcos y locomotoras no mueven los vehículos directamente, sino a través del sistema diesel eléctrico. En ellos, el motor diesel genera energía eléctrica en forma constante y pareja, los motores que mueven el vehículo son eléctrico, mucho más fáciles de regular.

En cambio, los tipos más modernos de generadores usan turbinas. En ellas, el vapor de agua sobrecalentado, o los gases calientes de la combustión del gas natural, se expanden en los álabes de una turbina, cuyo eje hacen girar y que está conectado solidariamente al eje del generador eléctrico.

Centrales nucleoeléctricas

El calor generado por el vapor que actúa sobre una turbina, que mueve un generador de energía eléctrica, puede tener cualquier origen. En particular, puede provenir de las reacciones nucleares que ocurren en un reactor de fisión. Visto de este modo, una central nuclear no es otra cosa que un método más para generar vapor. Claro que la complejidad y los restos de los procesos nucleares hacen de esa tecnología una rama aparte de las demás fuentes de energía empleadas.

Objeciones a la generación nucleoeléctrica

En muchas partes del mundo han surgido objeciones al empleo de la energía nuclear para la generación eléctrica. Estas objeciones son frecuentemente presentadas con argumentos alarmistas, dados los evidentes peligros que derivan de la exposición de los seres vivos a dosis importantes de radiaciones ionizantes. Estos temores fueron sustentados por algunos accidentes, especialmente el de Chernobyl, en el que no sólo murieron un número de personas por exposición a dosis masivas de radiación en el accidente mismo, sino que se produjeron daños a gran distancia y a largo plazo, lo que hace prácticamente imposible toda evaluación real de los daños producidos. Por otra parte, los costos reales de la generación nuclear no son directamente comparables con los de los demás métodos de generación, lo que hace poco transparentes los cálculos comparados de dichos costos. Por último, el problema de qué hacer con los residuos de alta actividad – que son el resultado inevitable de la operación de las centrales- no encontrado aún una solución definitiva aceptable. Sin embargo, un análisis desapasionado muestra que el impacto ambiental de una central nuclear de tecnología probada es mucho menor que el de una central hidroeléctrica de potencia comparable. La polémica es muy apasionada y su resultado, como el futuro de la generación nucleoeléctrica, es aún incierto.

La industria del petróleo y del carbón

Petróleo y gas

Dada la importancia económica de los sistemas de generación de energía en todo el mundo, la producción de los combustibles que se usan para la generación es una de las más importantes que existen, tanto desde el punto de vista económico y estratégico como desde el tecnológico.

Los hidrocarburos fósiles son el resultado de millones de años de modificaciones en sustancias de origen vegetal y animal, llevadas a grandes profundidades por los movimientos tectónicos. Como son livianos, estos hidrocarburos ascienden lentamente a través de formaciones permeables hasta que llegan a rocas impermeables bajo las cuales se acumulan como yacimientos.

Transporte refinación y petroquímica

Los yacimientos de petróleo están, en general, lejos de los centros de refinación y consumo. Por lo tanto, el transporte a dichos centros es una actividad de gran relevancia. Generalmente, la única separación que se efectúa en "boca de pozo" es la del gas. Éste suele emerger del yacimiento a presión y se inyecta en "un gasoducto" previa recuperación de componentes condensables. El petróleo líquido es una mezcla de cientos de hidrocarburos. La composición depende de su origen. Rara vez esta mezcla se emplea en su estado natural, conocida como "petróleo crudo". El crudo es habitualmente sometido a la refinación que consiste en diversos procesos para obtener un gran número de subproductos deseables.

Estos procesos se realizan en grandes refinerías, a las cuales el crudo llega en oleoductos, cañerías que frecuentemente tienen grandes diámetros y cuya construcción involucra grandes inversiones, tecnologías y materiales avanzados.

La minería del carbón

El carbón mineral fue el combustible característico de la época de la Revolución Industrial, y su explotación en gran escala comenzó a principios del siglo XVIII. Está históricamente asociada con la máquina de vapor, cuyos primeros modelos se desarrollaron para el bombeo de agua de las minas de carbón; y también con la siderurgia.

El carbón, como el petróleo, es también el residuo fósil de la modificación de sustancias orgánicas, sobre todo vegetales, de diversas épocas. Los carbones tienen diferentes calidades, desde la turba y el lignito, que son carbones recientes y de baja calidad, hasta la antracita, dura y de muy alta capacidad calorífica. El tipo más utilizado es la hulla.

Se han propuesto varios tipos de aprovechamiento no convencional del carbón. Uno de éstos es la combustión in situ, consistente en quemar el carbón bajo tierra. Otro es la gasificación, consistente en hidrogenarlo, para transformarlo en hidrocarburos gaseosos (metano: gas natural artificial, se permite la contradicción en los términos) o líquidos (gasolinas).

Fuentes de energía "no-convencionales"

Ese nombre ambiguo se difundió para calificar una serie de fuentes de energía que están en diversas fases de su desarrollo experimental. En realidad, en estos desarrollos se trata de redescubrir y modernizar de acuerdo con criterios actuales de eficiencia y de costos, a muchas fuentes de energía que se cuentan entre las más antiguas que haya usado la humanidad en su historia.

Energía eólica

Los molinos de viento se usaron en muchos países desde a Edad Media. Como su nombre lo indica, los molinos de viento, igual que los de agua, se usaron para la molienda de granos. También se usaron para extraer el agua.

Actualmente el aprovechamiento de la energía eólica tiende a ser masivo. Grandes generadores eólicos, de hasta un negativo cada uno, se agrupan en "granjas eólicas" formadas por alineaciones de docenas o centenares de esos generadores en aquellos sitios donde la fuerza del viento es lo más permanente y pareja posible.

En principio parecería que el aprovechamiento de la energía del viento es una de las formas ecológicamente más inobjetables de generación eléctrica. Sin embargo, las granjas eólicas fueron cuestionadas por ser relativamente ruidosas, porque afean el paisaje y porque resultan peligrosas para las aves.

Esta polémica no es más que un aspecto parcial del gran debate existente desde hace algunos años. Toda actividad humana tiene algún efecto sobre el medio ambiente. Es imposible pretender una fuente de energía que no la tenga. Se trata meramente de optimizar la relación entre la humanidad y los elementos no-humanos que forman parte de los diferentes ecosistemas. Por eso, es tan importante establecer estilos de vida que minimicen el impacto ecológico, aunque sea ilusorio pretender que sea nulo.

Energía solar por acumulación

El aprovechamiento pasivo de la energía solar es tan antiguo como la humanidad. La tecnología del secado de diferentes alimentos al sol para lograr su conservación data de miles de años.

Una forma elemental de acumulación de energía solar es el invernadero, usado universalmente para proteger ciertos cultivos de bajas temperaturas.

En la actualidad tiene cierto auge, en especial en los países cálidos, el uso de recolectores y concentradores de energía solar para acumular calor, generalmente en agua u otros fluidos de capacidad calorífica adecuada. La mayoría de estos colectores son de diseño muy sencillo. Algunos usan sistemas de espejos para concentrar energía en el colector, y unos pocos emplean mecanismos para seguir el movimiento aparente del Sol.

Un desarrollo más sofisticado de esta idea elemental es el horno solar. En un horno solar, se enfoca la energía solar en un punto mediante un gran espejo parabólico. En el foco de este espejo se obtienen temperaturas que pueden llegar a miles de grados.

Generación fotovoltaica

El silicio, así como algunos otros materiales como el germanio y el selenio, tienen la propiedad de que, cuando reciben un impacto luminoso, aparece una tensión eléctrica entre contactos oportunamente dispuestos. Esta propiedad es utilizada para generar energía eléctrica directamente a partir de la luz solar.

Los generadores o celdas fotovoltaicas, dispuestas en paneles solares, se usan corrientemente como la principal fuente de energía de los satélites espaciales de tipo. También son usadas en medida creciente como fuentes de energía silenciosa en instalaciones remotas, relojes y calculadoras.

Sin embargo, la visión ideal de las celdas fotovoltaicas como la fuente de energía perfecta y ecológicamente segura es, por lo menos parcialmente, una ilusión. La fabricación de las celdas, y en particular del silito en que se basan, es una industria química potencialmente muy contaminante.

Energía geotérmica

En ciertos puntos del globo, de fuerte actividad volcánica, existen fuentes de agua termal a alta temperatura y alta presión. Hace bastante tiempo que esta fuente de calor es aprovechada en ciertos países. Por ejemplo en Reikjavik, la capital de Islandia, país notoriamente rico en vulcanismo, existe una red pública que aprovecha la energía geotérmica para la calefacción de los hogares y de los lugares públicos cerrados.

Energía térmica del mar tropical

En los trópicos, el sol calienta la superficie del mar durante el día, pero no llega a calentar las capas más profundas, ya que el agua fría es más densa y no tiene tendencia alguna a subir a la superficie. Es posible, entonces, imaginar una máquina térmica que opere entre la temperatura alta de la superficie y baja de las capas de algunas decenas de metros de profundidad. La diferencias de temperaturas no es muy grande, razón por la cual la eficiencia térmica de una máquina que opere tomando agua superficial y bombeándola hacia las profundidades es baja.

Energía mareomotriz

Las mareas son un fenómeno que se observa en todas las costas oceánicas. Pero en ciertos sitios, existen desniveles de varios metros entre las alturas de las mareas. Por consiguiente, el avance y el

retroceso de las aguas implican el desplazamiento de enormes masas de agua. Es natural que hay surgido, entonces, la idea de aprovechar esta energía para mover algún tipo de generador que la transforme en energía eléctrica. La energía mareomotriz no ha alcanzado una madurez tecnológica que la transforme en una fuente práctica de energía en gran escala y también a las dudas que estos proyectos provocan, en cuanto al impacto ecológico que produciría la manipulación de las mareas en gran escala.

Biomasa

Lo que se conoce como "energía de biomasa" en realidad no es una forma de energía independiente, sino que es el aprovechamiento de recursos renovables –sobre todo vegetales- como fuente de energía. Esto puede incluir ya el uso racional de leña como combustible, ya ciertos generadores semidomésticos de metano, que utilizan la fermentación anaeróbica de desechos domésticos o de granja como fuente aprovechable de gas combustible.

La leña fue casi el único combustible usado hasta los comienzos de la Revolución Industrial, algunos otros combustibles son residuos de otros procesos productivos. El bagazo de la caña de azúcar suple con creces todos los requerimientos energéticos de la industrial del alcohol. Muchos residuos orgánicos se pueden usar para generar gas de biomasa (fundamentalmente metano) en escala doméstica o semindustrial; la industria del papel y de la celulosa produce un desecho, el "licor negro", que se puede quemar en cogeneración, mejora el rendimiento energético del proceso y elimina un desecho contaminante.

El uso de residuos de biomasa como fuente de energía es una manera evidente de economizar recursos. El uso de tierra arables para el cultivo de especies destinadas a la generación de energía, o el uso de materias comestibles para su uso como combustibles, en cambio – en circunstancias en que, en esos mismos países- hay millones de seres humanos cuyas necesidades alimenticias no están cubiertas, plantea problemas de carácter ético además de económico.

Generadores magneto-hidrodinámicos

Un plasma que circula constituye una corriente eléctrica y por lo tanto genera un campo magnético, el que, a su vez puede inducir una corriente en un bobinado. Tenemos entonces una especie de transformador, cuya corriente primaria es un flujo de plasma y la secundaria una bobina común: tal es la estructura básica de uno de los modelos de generador magnetohidrdinámico (MHD).

Máquinas térmicas

Las máquinas térmicas son las que se aprovechan el calor de cualquier origen, para transformarlo en energía mecánica, y de ahí eventualmente en otras formas, especialmente la de energía eléctrica. Los ejemplos de máquinas térmicas son muy corrientes: los motores de automóvil nos resultan más familiares. En ellos, la energía química almacenada en el combustible se transforma en calor por la combustión ocurrida en los cilindros. Este calor se transforma luego en energía mecánica, cuando los gases calientes empujan los pistones, que a su vez hacen girar el eje cigüeñal, movimiento que termina transformándose en el de avance del móvil.

Transformando energía en el aula*

Ya sea teniendo como eje temático la conversión de la energía o las fuentes para su obtención, tanto en tecnología como en ciencias naturales o sociales hay muchos experimentos para reproducir estos procesos construyendo sistemas relativamente sencillos, con elementos de uso corriente que permiten producir o convertir unos tipos de energía en otros distintos. Obviamente, al construir un circuito de batería – lámpara, estamos convirtiendo energía eléctrica en lumínica, pero éste no es el foco en este tema sino reproducir las formas de generación de distintos tipos de energía que sirvan de insumo o, inclusive, construir artefactos que funcionen con formas de energía no convencionales: por ejemplo, un móvil que se desplaza por la caída de un peso, etcétera.

Se presentan a continuación varios ejemplos de construcciones realizadas en clase con alumno de sexto y séptimo grado de escuela primaria, donde, como aporte de este trabajo, se aplica el enfoque sistémico para una mejor comprensión de los distintos procesos de transformación que ocurren.

Calentadores solares

Los calentadores solares se basan principalmente en el efecto de concentrar en una superficie menor los rayos que llegan del sol a una superficie más grande, es decir, concentrándolos por medios ópticos, ya sea lentes o espejos. El sistema accesible para construir en escala es similar a los reales, o sea mediante la combinación de espejos.

Construcción

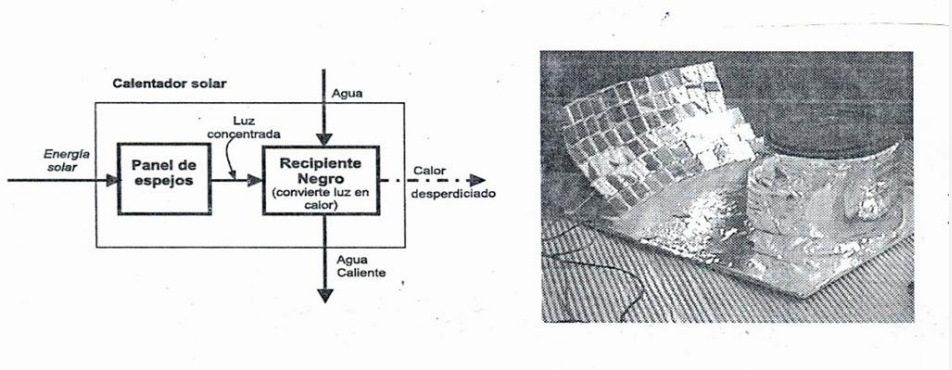
En el ejemplo de la fotografía se aprecia el panel construido con espejitos de 3 x 3 cm., pegados sobre una lámina de cartón de tal forma que todos apuntan hacia el recipiente donde se caliente el agua, por lo cual la forma que toman es parabólica. El recipiente de calentamiento está pintado de negro para absorber el mayor calor posible y a su vez está rodeado de otra lámina reflectora, también en forma de parábola, para concentrar los rayos de alrededor que, por defecto del ángulo de algunos espejitos, no llegan directamente. Los espejos se deben pegar con cemento universal o de contacto (la pistola de pegar no es adecuada, ya que el pvc no adhiere al vidrio). El cartón del panel de los espejos se debe sostener con refuerzos para que no se deforme, ya sea como palillos o varillas de madera, plástico, etcétera.

Para disponer correctamente los espejitos que irán tomando la forma de parábola, se procederá a pegar el primero al medio del cartón ya previamente curvado horizontalmente. Mirando desde arriba, donde, hipotéticamente vendría el sol, se deberá ver en cada espejito el recipiente (negro) reflejado, es decir, se irán pegando y sosteniendo los espejitos a medida que se los gire para ver en todos el mismo recipiente. Si después de pegar la primera fila horizontal desde determinado ángulo desde arriba, todos se ven "negros", significa que están bien diseccionados. Luego se procede a construir la segunda fila, con mucha paciencia y así sucesivamente.

Con sol del mediodía, ubicando el sistema de tal manera que el sol se refleje en el centro del recipiente negro, al cabo de una hora de calentamiento se puede observar que de él sale vapor.

* En Barón, M. (2004). *Enseñar y aprender tecnología*. Novedades Educativas. Buenos, Aires.

Para procurar los materiales de la forma más económica, el docente aunque no tenga experiencia en el corte de vidrio, puede tomar pedazos de espejos rotos, marcar con marcador indeleble una cuadrícula (de cuadros de 3 x 3 cm), y pasar el corta vidrio y luego hacer presión levemente para partir el espejo, lo que requiere de algunas pruebas previas. Se procederá primero a cortar tiras y luego, a seccionar los cuadrados en cada una (Esquema 4).



Esquema 4. Construcción de un calentador solar

TÉRMINOS TÉCNICO-PEDAGÓGICOS BLOQUE IV. COMUNICACIÓN Y REPRESENTACIÓN TÉCNICA

La representación y el análisis de los objetos y procesos técnicos se construirá desde una perspectiva de cambio, estableciendo el paralelismo con la escritura desde sus orígenes, ante las funciones que cumple para la comunicación, y que incluye la representación de los objetos a escala, el empleo de diversas formas de representación -simbólica y especializada-, como el dibujo, el diagrama, el manual, etcétera.

Se da especial énfasis al papel que cumple la representación técnica en el registro de los saberes, y la generación de la información y en la importancia de su comunicación en los contextos de reproducción de las técnicas, del diseño y del uso de los productos

Códigos técnicos

Simbología empleada en un determinado campo del conocimiento.

Comunicación técnica

Transmisión del conjunto de conocimientos implicados en las técnicas ya sea entre el artesano y su aprendiz, de una generación a otra o en los sistemas educativos, para ello es necesario el empleo de códigos y terminología específica. Son ejemplos de formas de comunicación técnica más usuales como las recetas, los manuales, instructivos y gráficos.

Cultura Material

La cultura material se considera como un producto de la cultura y no cultura en si misma. La cultura material (los avances tecnológicos) son siempre consecuencia y realización de determinadas ideas, pero esta tecnología a su vez ejerce gran influencia en el surgimiento de nuevos valores y creencias. Un ejemplo de lo anterior es cuando se dice que los adelantos tecnológicos modernos han creado en los países occidentales valores netamente materialistas, desplazando los valores morales. La cultura material haría referencia a los utensilios y la tecnología que hacen posible esa interacción (el teléfono, el coche, etc.) y a los artefactos que expresan y sostienen a los elementos de la cultura no material, ya que esta adapta de manera directa el entorno físico a las necesidades sociales y biológicas humanas.

La cultura material incluye los objetos producidos para las actividades cotidianas y ceremoniales como casas, herramientas de trabajo, artesanías o trajes típicos, entre otros. Así mismo, es la base fundamental de la identificación, estudio e interpretación del registro arqueológico y, por consiguiente, de los procesos socioeconómicos.

Cultura tecnológica

La cultura tecnológica de un grupo social es el conjunto de representaciones, valores y pautas de comportamiento compartidos por los miembros del grupo en los procesos de interacción y comunicación en los que se involucran sistemas tecnológicos.

En una sociedad moderna, la inmensa mayoría de los procesos de interacción y comunicación social están mediatizados por la tecnología y, en esa medida, la cultura tecnológica es un componente esencial de la Cultura sin más. Los conocimientos y las habilidades de ingeniería, las representaciones sociales de los artefactos técnicos, las valoraciones sobre el desarrollo tecnológico, las actitudes ante la técnica y la industria, las innovaciones y los proyectos técnicos, todo ello forma parte de la cultura tecnológica de cualquier sociedad desarrollada de nuestros días.

Lenguaje técnico

Terminología específica de un campo de conocimiento. Ejemplo: Terminología empleada para describir el nombre científico de una plaga, las características técnicas de un producto, entre otros.

Leonardo Da Vinci*

Para fortuna de las artes y las ciencias, el Renacimiento contó un sorprendente número de individuos destacados. En casi todos los campos abundaron los seres excepcionales cuyas realizaciones nos siguen guiando e inspirando cinco siglos después. Existió, sin embargo, un personaje que merece ser considerado como la encarnación misma del Renacimiento por encima de todos los demás. Nos referimos, por supuesto, a Leonardo da Vinci.

Este genio múltiple dio singularidad a su nombre –Leonardo- y universalizó su pueblo natal –Vinci-. Su ficha de nacimiento no nos dice mucho, salvo que fue hijo natural de un notario, Ser Piero da Vinci, y de una campesina, de nombre Catalina. La cuenta de su vida empezó a correr un 15 de abril de 1452 a las 11 de la noche. Poco después del nacimiento de Leonardo, Sir Piero celebró sus bodas con otra mujer y tomó a cargo la custodia del niño. Mientras tanto, su madre Catalina contraía matrimonio con

* En Ferrer, E. (2007). *Da Vinci y la Mona Lisa*. Fondo de Cultura Económica, México. pp. 25-73

un campesino de la región y se mudaba con él a una población vecina.

Aunque su nombre completo era "Leonardo di Sir Piero da Vinci" (que significa "Leonardo, hijo del señor Piero, originario de Vinci"), el joven maestro comenzó a firmar sus obras simplemente, como "Leonardo" o "Io, Leonardo" ("Yo, Leonardo"), (De hecho, hasta la actualidad, las autoridades en temas artísticos se suelen referir a sus obras como "Leonardos").

Leonardo afirmaba que "un pintor no es admirable a menos que sea universal". Congruente con las exigencias de su máxima, buscó un lenguaje universal en la pintura. Intentó crear fieles interpretaciones de la vida mediante las leyes de la perspectiva y, en general, todas las leyes de la naturaleza. Así continuó e hizo más estricto un reclamo de objetividad que se volvió el estándar para todos los pintores europeos. ("El maestro del pintor es el espejo", solía decir.) Desde entonces, gracias a la aplicación en el arte de sus exactos métodos científicos, el dinamismo de la figura humana y el tratamiento de las superficies no volverían a ser los mismos.

Leonardo no sólo estableció la meta, sino que fue generoso en el desarrollo de los métodos para alcanzarla. Si bien los pintores flamencos ya habían perfeccionado los barnices y multiplicado los colores por procesos químicos, fue gracias a Leonardo que se superaron casi todas las dificultades de la representación pictórica. Sus estudios de las formas, las distancias, las luces y las sombras le permitieron idear métodos para representar fielmente cualquier hora del día, incluyendo el atardecer y los parajes nocturnos. A partir de los hallazgos de Leonardo a cualquier pintor con talento le fue posible recrear en sus cuadros el juego de los reflejos y las sombras, las distancias, la neblina, las luces artificiales y las ilusiones ópticas. Sin estos descubrimientos una buena parte de la pintura occidental hubiera sido imposible.

En 1482, después de haber dejado inconclusa la Adoración de los reyes, Leonardo abandona Florencia y parte hacia Milán. Poco tiempo atrás, el talentoso joven había ofrecido a Ludovico Sforza, duque de esta ciudad, sus servicios como ingeniero, escultor y arquitecto. En una carta Leonardo le describía el amplio repertorio de sus competencias: "Puedo construir puentes muy ligeros, sólidos, robustos, fácilmente transportables, para perseguir y a veces huir del enemigo… Tengo igualmente medios para hacer bombas muy cómodas y fáciles de transportar que arrojan cascajo casi como una tormenta, causando terror al enemigo por su humo…". Y continuaba: "En tiempos de paz, creo poder dar también entera satisfacción como cualquiera, ya sea en arquitectura, para la construcción de edificios públicos y privados, ya sea para conducir el agua de un lugar a otro". Ante tal oferta, sin dudarlo, Ludovico aceptó.

El primer gran proyecto artístico de Leonardo al arribar a Milán fue el encargo, en 1483, de La virgen de las rocas, solicitado por la Confraternidad de la Inmaculada Concepción. Con el tiempo, este contrato llevaría a muchos problemas legales, tantos que Leonardo tuvo que supervisar la factura de una nueva versión de la obra en 1506. La locación de María en medio de un paisaje de peñascos fantásticos en el aspecto más sorprendente del cuadro, y contribuye a la creación de una atmósfera de extrañeza casi extraterrestre. La propia imagen de María –una cabeza larga y natural, muy distinta de aquellas primeras cabezas redondas y artificiosas- es la figura de mujer más lograda que Leonardo había pintado hasta ese momento en su carrera. En 1489, Leonardo dio un nuevo paso en su proceso de maduración pictórica al ejecutar La dama del armiño, retrato de Cecilia Gallerani, una de las amantes de Ludovico. La obra posee un lugar de relieve en la historia de la pintura, pues constituye uno de los primeros "retratos de la vida", es decir, una de las primeras representaciones en las que el modelo no está posando, sino que es capturado en un "momento de ignorancia", un instante de la vida real.

La tarea del genio de Vinci al pintar La cena se caracterizó por un constante comenzar y recomenzar, todo a partir de la intensa concentración de un perfeccionista. Durante sus trabajos Leonardo se sentía persuadido de que Apolo, dios de la perfección humana, lo amparaba. Se cuenta que solamente en la cabeza de Judas empleó todo un año. Al final, el resultado fue extraordinario: un estudio continuo sobre los secretos del alma humana en el que cada uno de los rostros refleja la reacción de los apóstoles cuando su maestro hizo el anuncio de la traición. Se suele decir, asimismo, que La cena es una obra inacabada, porque Leonardo, a pesar de pintar como un dios, nunca se atrevió a terminar la cabeza de Jesucristo para evitar la interpretación de lo divino.

Leonardo situaba el corazón de su trabajo como inventor en la concepción de máquinas para los fines más diversos. Un anhelo que él mismo cifraba en una frase de altos vuelos: "crear nuevas máquinas para un mundo nuevo". Dándose cuenta de que las palancas y engranajes podrían llevar a cabo las tareas más sorprendentes, estudiaba con fruición estos mecanismos y concebía a partir de ellos un buen número de sus invenciones. De este modo, su ingenio le permitió idear los antecedentes del avión, el submarino, el paracaídas, la máquina de vapor, el teléfono, la bicicleta, el automóvil, el helicóptero, la grúa, así como un despertador que funcionaba a base de agua, un asador mecánico, excavadoras, fuentes, bombas hidráulicas, clepsidras, candelabros, muebles plegables, cerraduras, puertas automáticas, sin olvidar decenas de instrumentos de óptica. Y aunque sostenía que la guerra era la peor de las actividades humanas, concibió numerosos aparatos bélicos, muchos de los cuales se adelantaron a su tiempo: puentes transportables, máquinas para asedios, piezas de artillería tanques y carros de combate, ametralladoras, buques metálicos, minas marinas. Hasta molinos de viento ideó, quizá para hermanarse con el Quijote que los desafiaría en tierras españolas.

Como dijo Ortega y Gasset, Leonardo lo intentó todo, todo lo quiso: lo que podía tanto como lo que no podía. Estaba enamorado hasta la obsesión de lo imposible. Y es que, en un buen número de casos, lo cierto es que sus máquinas no habrían funcionado. Sin embargo, se le debe crédito al gran artista por las muchas brillantes intuiciones que descubrió y que finalmente se pusieron en práctica en los siglos subsecuentes. Numerosos inventos suyos, como el carro de combate, se frustraron no por fallas inherentes a su concepción o diseño, sino por la falta de una fuerza motriz, como el vapor o el motor de combustión interna. Lo que nunca se frustró fue su inigualable destreza para llegar por el camino más corto al meollo del asunto en cuestión y proponer soluciones radicales. Todas sus ideas y teorías, aun las más delirantes, contaban con una carga de imaginación inusitada que las volvía fascinantes por sí mismas.

Y aun así, el tiempo ha demostrado que algunas de las invenciones de Leonardo, hasta las más descabelladas, eran (y son) tecnológicamente posibles y funcionales. Uno de estos casos de resurrección leonardesca es el representado por la construcción del extraño dibujo de un modelo autoimpulsado. El diseño había dejado perplejos a los estudiosos hasta que a principios del siglo XXI un grupo de investigadores florentinos logró finalmente interpretarlo y traerlo a la vida. Para sorpresa de todos, el "automóvil de Leonardo" funcionó, y por lo tanto representa un avance sin precedentes en la historia de la mecánica: el inventor del Renacimiento se acercó a la idea de un vehículo automotriz cientos de años antes de que éste fuera inventado. Los científicos consideran que la invención de Leonardo podría ofrecer las claves esenciales para el futuro de la transportación, una vez que las reservas de combustible conozcan el agotamiento.

Nuevos avances en el estudio de la obra de Leonardo han demostrado que sus máquinas se adelantaron no sólo al futuro de su época, sino a nuestro propio futuro. La curiosidad contemporánea, por ejemplo, ha rehabilitado el diseño de un "robot" concebido en forma de caballero, capaz de agitar los brazos y mover la cabeza usando un cuello flexible. Inspirándose en las ideas de Leonardo, la NASA

ha comisionado el desarrollo de unos novedosos "androbots" lo suficientemente hábiles como para replicar el trabajo de los seres humanos, de modo que sean enviados a Marte antes que las misiones tripuladas por astronautas.

Por si la factura de estas extraordinarias invenciones fuera poco, la estancia de Leonardo en Milán fue también el escenario para el más ambicioso de todos sus proyectos artísticos: la ejecución de una gigantesca estatua ecuestre de Francisco Sforza, padre de Ludovico. Ya desde la carta que Leonardo envió al duque ofreciendo sus múltiples servicios se mencionaba la posibilidad de realizar esta monumental estatua. Una vez instalado en Milán, Leonardo estudió la anatomía y el movimiento de los caballos, realizando durante años numerosos modelos y bosquejos de este plan maestro de la escultura, conocido popularmente como el "Gran Cavallo". Pero –de siete metros de alto y con un peso que se acercaba a las ochenta toneladas- el imponente corcel de bronce resultó ser un reto demasiado grande aun para Leonardo. "Tan grande lo ideó que nunca se pudo hacer", sentencia Vasari.

Atrincherado en su faceta de escultor, para muchos desconocida, Leonardo no sólo se tuvo que enfrentar a los problemas técnicos inherentes a la obra, sino que también se enfrentó a la dificultad práctica de la falta de material. La abrumadora cantidad de bronce necesaria para la fundición del Gran Caballo tuvo que ser destinada a la elaboración de armas para salvar a Milán del asedio de los franceses, quienes finalmente invadirían al Duque. Para el tiempo en que la invasión tuvo lugar, Leonardo sólo había alcanzado a terminar un modelo en yeso del caballo, del cual no queda ningún rastro, ya que los soldados franceses lo utilizaron como blanco para sus prácticas de tiro.

Más allá de sus destacadas intervenciones en los terrenos de la pintura, la escultura y la invención tecnológica, el trabajo diario de Leonardo en la corte de Ludovico se concentraba en otro tipo de actividades, labores de un género inesperado para la mayoría de los admiradores del maestro: la organización de fiestas y banquetes. Recordemos que los artistas italianos, como Leonardo y Rafael, eran, ante todo, ciudadanos mediterráneos sumergidos en la vida cotidiana. En la actualidad, la categorización de las especialidades nos esconde el espíritu sintético que animaba sus labores, ese fervor de la creación renacentista cuyo elemento central era la fiesta. De hecho, la decoración de bailes y espectáculos públicos era una especialidad de la arquitectura y la pintura del Renacimiento que por desgracia hoy ha desaparecido.

Fiel a este espíritu, en Milán Leonardo se desempeñaba brillantemente como maestro de banquetes y aplicaba su inventiva a la mecánica de las diversiones cortesanas: organizaba mascaradas y desfiles, construía tramoyas y ascensores para los escenarios, adornaba los vestidos de las damas de la corte, creaba prendas y disfraces, como aquellos extravagantes atuendos con los que los hombres se dedicaron a asustar a las damiselas durante las nupcias de Ludovico con Beatriz d'Este.

Como parte del redescubrimiento de este aspecto de la actividad creadora de Leonardo, a finales de la década pasada se publicó un ameno libro titulado Notas de cocina de Leonardo da Vinci, escrito por Shelagh y Jonathan Rouge. Bajo la forma ficticia de un cuaderno de Leonardo, supuestamente hallado en el museo del L'Hermitgagge de Leningrado (el apócrifo "Códice Romanoff", en el que Leonardo anotaba recetas y comentarios acerca del arte de la cocina y de los modales en la mesa).

A pesar de su carácter ficticio, el libro de cocina de Leonardo se apoya en un hecho certero: a mediados de su estancia en Milán, Leonardo comenzó a desarrollar el hábito de registrar sus estudios, lo mismo técnicos que artísticos, en cuadernos meticulosamente ilustrados. Solo de 1483 a 1499, Leonardo produjo cuantiosas investigaciones en incontables campos, desplegando una voluntad de conocimiento universal, desde la zoología hasta la geometría, desde el urbanismo hasta las máquinas

voladoras. Pero, aunque a lo largo de su vida escribió más de 5 000 páginas (de las cuales sobreviven alrededor de 4 000), nunca completó un libro.

Un vistoso rasgo otorga un carácter particular, entre lúdico y misterioso, a cada página de los cuadernos; el estar escritas con una curiosa forma de escritura invertida, que sólo puede ser leída mediante la ayuda de un espejo. Más allá de las especulaciones que ligan esta extraña escritura con el deseo de permanecer en secreto, lo cierto es que el singular estilo caligráfico de Leonardo se debía a una razón mucho más sencilla: Leonardo era zurdo. Así, plasmaba las letras en sentido inverso al ordinario debido a aspectos exclusivamente prácticos; en los zurdos la escritura de espejo se da más fácilmente que la escritura convencional, ya que la mano puede deslizarse con menos esfuerzo sobre el papel.

Los cuadernos de Leonardo son importantes por muchas razones, pero de entre ellas destaquemos una: sus anotaciones nos han permitido descubrir que, si bien se atrincheró en la elaboración de complejas obras pictóricas, durante su vida también se involucró con no menos pasión en la concepción y desarrollo de notables ideas científicas. Conducido por su curiosidad insaciable, dejaba en sus cuadernos el testimonio de una búsqueda constante: "¿De dónde viene la orina? ¿De dónde viene la leche? ¿Cómo se distribuye el alimento por las venas? ¿De dónde viene la ebriedad? ¿De dónde los vómitos? ¿De dónde vienen las lágrimas?".

Si bien es aventurado, hay quienes afirman que, en el fondo, el rasgo más característico de Leonardo, aquello que lo definía en su individualidad, no era el talento de ser un pintor, sino su inusitada condición de precursor del mundo intelectual. Leonardo poseía un interés desbordado por los mecanismos de la naturaleza. Antes que nadie, sobre todo antes que sus contemporáneos todavía atrapados en la magia y en la alquimia, Leonardo se dio cuenta de que el mundo es gobernable en la medida en que es comprendido. A este asombroso "poeta de las hipótesis", como lo llamaba Paul Valéry, debemos una serie impresionante de descubrimientos que hicieron volar en pedazos los conocimientos de sus predecesores. Guiado por un poder de experimentación en el que la imaginación jugaba un papel determinante, Leonardo descubrió que la Tierra gira en torno suyo. Estableció los principios de la mecánica 100 años antes que Galileo, y como botánico reveló las leyes de la filotaxia y aprendió a reconocer la edad de un árbol en el número de capas concéntricas de su tronco. Sin ningún respeto por la teoría, en sus tiempos admitida, de la emisión de rayos luminosos por el ojo, construyó las bases de la óptica moderna.

A pesar de la enorme trascendencia de cada uno de sus descubrimientos particulares, es en su método general de investigación donde se encuentra la más importante de las anticipaciones de Leonardo. Este método consistía en la entronización de la experiencia como fundamento de todo conocimiento. Al insistir en la observación como la condición de la ciencia real, Leonardo llenó la enorme brecha que existía entre la mentalidad medieval y la aproximación moderna al conocimiento. Antes que nadie se dio cuenta de las limitaciones de buscar la verdad exclusivamente en los escritos antiguos, ya fueran la Biblia o los clásicos grecorromanos, rebelión que lo situó en el polo opuesto de los sabios de su época. Su curiosidad lo convirtió en el gran precursor de la ciencia moderna y su ruta científica anticipó las de Bacon y Descartes.

Uno de los diagramas de Leonardo debidos a su curiosidad científica se ha constituido como el emblema, no sólo de su obra personal, sino de todo el humanismo del Renacimiento. Se trata de "El hombre de Vitruvio", famoso estudio de las proporciones de la figura humana, inscritas por Leonardo en lo que se conoce como "divina proporción" (la idea según la cual las promociones del cuerpo humano

se corresponden con el círculo y el cuadrado). El propósito del dibujo era ambicioso: establecer gráficamente un sistema matemático que permitiera la expresión de la belleza ideal.

Al dejar Mantua, Leonardo se encaminó a Venecia, breve visita que no por fugaz dejó de constituir el punto de partida de su perdurable influencia en el arte veneciano, particularmente en la obra de Giorgione. A pesar de todo, la dimensión más destacada de sus días en Venecia no fue el arte, sino la elaboración de audaces propuestas de ingeniería militar. Desde hacía ya un tiempo, Venecia se encontraba enfrascada en una costosa guerra contra el belicoso Imperio otomano. En un intento por colaborar con el triunfo de las tropas venecianas, Leonardo se dirigió al Senado de esa ciudad para ofrecer la construcción de una novedosa maquinaría militar, que consistía en el diseño de una suerte de dique móvil. Por medio del bloqueo de ríos, es especial el Isonzo, la invención pretendía aniquilar a las tropas enemigas ahogándolas, una vez acorraladas. Siempre fiel a sus inquietudes hidráulicas, Leonardo concibió igualmente un insólito dispositivo de buceo, asombrosamente parecido a los diseños modernos, cuyo fin sería la realización de ataques submarinos contra la flota otomana. Finalmente, ninguno de estos planes se llevó a cabo, ya que el Senado veneciano rápidamente los descartó, pero Leonardo tuvo el cuidado de mantener todos los detalles de sus invenciones en el más riguroso secreto, de modo que no cayeran en manos equivocadas.

En un marco más amplio, lo leonardesco se vincula, también, con las ideas que el genial artista aportó a la teoría del arte a través de sus manuscritos. El más importante de éstos es el Tratado de la pintura, publicado por primera vez en 1651. En él Leonardo afirma que "una verdadera obra de arte debería siempre enseñarnos que no habíamos visto lo que vemos". Es decir, el arte presentado como revelación de la realidad. Bajo esta luz, todos sus afanes de realismo adquieren un nuevo cariz.

Sin embargo, la más importante de las reflexiones de Leonardo acerca del arte es, con toda seguridad, su convicción de que "la pintura es cosa mental". En armonía con el pensamiento renacentista, Leonardo creía en las posibilidades de la razón para comprender y dominar la naturaleza. En consecuencia, concebía a la pintura como una actividad del pensamiento que participaba del racionalismo de la época. Consideraba a la pintura como una ciencia, una forma de conocimiento directo del mundo natural. Por eso, al realizar La última cena desechó la técnica de la pintura al fresco, que juzgaba enemiga del pensamiento ya que no permitía el tiempo necesario para ponderar y experimentar.

La concepción leonardiana del arte como actividad mental contaba con un lado oscuro; la inhabilidad o falta de interés por parte de Leonardo para completar las obras que había comenzado. Como más arriba hemos señalado, su inhabilidad para terminar los proyectos que se le encomendaban era legendaria. Empezaba muchas obras y no acaba ninguna, porque le parecía que la mano no podía añadir nada a la perfección de lo que había concebido en su mente. El resultado ha sido que las obras que pueden atribuirse a Leonardo son extremadamente escasas. Como ha señalado Hill Durant, el carácter y destino de Leonardo parecía ser el de concebir con excesiva riqueza y absorberse en la filosofía de la pintura, poniendo en segundo lugar su ejecución técnica. Leonardo estaba interesado en descubrir el diseño perfecto, la solución acerca de cómo aproximarse a un trabajo dado. Una vez encontrado esto sentía que su trabajo estaba hecho.

En 1502 Leonardo llevó a cabo un proyecto de ingeniería para el sultán Beyazid II de Constantinopla, el cual comprendía el diseño de un puente para ser construido sobre una enseñada del Bósforo. En ese entonces la idea fue desechada, pero a finales del siglo XX un grupo de ingenieros noruegos liderados por el pintor VebjornSand demostró que la construcción del puente era completamente posible. La ingeniería moderna descubrió que Leonardo había tenido razón al suponer que el clásico arco de

piedra angular podría estrecharse y ampliarse sin perder integridad utilizando pilares acampanados en cada extremo. Adaptado a las condiciones de la Noruega moderna yace ahora el puente de Leonardo, el primero de sus diseños construido para uso público, como testigo y confirmación del genio visionario de Vinci. El puente une dos extremos de un camino, pero también establece una alianza entre la inventiva del maestro y el tiempo presente.

Da Vinci, fue uno de los fundadores de la geología. Intrigado por los misterios de las rocas expuestas durante las obras del canal, se sumergió en el estudio de la tierra y sus capas más profundas. Un hallazgo posterior, que lo dejaría perplejo, fue nuevo combustible para su indagaciones la presencia de fósiles de conchas en la cima de las montañas. Las investigaciones que resultaron de estos asombros lo llevaron a suponer que los valles eran labrados por los ríos, que el nivel del mar puede descender y revelar montañas, y que todo esto sucedió a lo largo de un enorme periodo de tiempo. De este modo, en medio de una época convencida de que la edad de la Tierra era 4 000 años. Leonardo formuló la noción de tiempo geológico. La mayoría de sus observaciones anticiparon descubrimientos posteriores, como la teoría de los terrenos sedimentarios y orgánicos y la ley de la superposición, según la cual en cualquier secuencia de rocas sedimentarias las piedras más viejas son las de la base, articulada por completo por el científico danés Nicolaus Steno en 1669.

En 1513, Leonardo se enfrascaba en investigaciones alrededor de su "búsqueda favorita": la aviación. Él mismo explica el origen de esta obsesión remitiéndose a su primer recuerdo de infancia, anotado en sus cuadernos: cuando eran tan sólo una criatura, un ave descendió hasta su cuna y se posó en su cabeza. Real o imaginaría, la profunda impresión que esta experiencia dejó en la psique de Leonardo lo persiguió para siempre. Era capaz de dibujar detalles del vuelo de las aves que nadie volvió a ver hasta el descubrimiento de la cámara lenta en fotografía. De haberse publicado su bosquejo de Tratado sobre los pájaros, el mundo de la ciencia hubiera conocido desde el siglo XVI la explicación leonardesca para el modo en que el compás de un ala produce un efecto de elevación, fórmula que presentaba las conclusiones de la tercera ley de Newton –toda acción tiene una reacción opuestas- dos siglos antes que el inglés.

Sus investigaciones del comportamiento de los pájaros lo habían conducido a descubrir el principio esencial de la aviación, según el cual el aire no es una forma del vacío, como se había creído desde los griegos, sino un ente similar a la materia, por lo cual es posible apoyarse en él. A partir de este principio, y tomando como modelo las estructuras anatómicas de las alas de aves y murciélagos, Leonardo emprendió la aventura de imaginar y construir los aparatos valedores más insólitos. Al principio, sus creaciones eran rígidas y propulsadas por el poder de un hombre batiendo sus brazos como alas. Más adelante desechó estos principios, e imaginó barcos que flotaban por los cielos y cápsulas que se elevaban por el aire.

Uno de estos diseños sería la inspiración para que Igor Sikorsky inventara el helicóptero a principios del siglo XX, perfeccionado por el español Juan de la Cierva. Con el tiempo, sus búsquedas lo acercaron a la planeación y lo llevaron a esbozar un artefacto bastante parecido a los modernos planeadores. Sabemos que Leonardo puso a prueba sus modelos debido a que ideó modos para evitar una catástrofe durante su uso, como el rodear al piloto con bolsas infladas para amortiguar el impacto o realizar las pruebas sobre una superficie de agua.

Los estudios leonardescos sobre el vuelo son representativos de la particular noción del sentido de la vista que el artista había desarrollado. La realización de estas investigaciones suponía, como arriba se ha señalado, el contar con una aguda capacidad de percepción visual. Leonardo contaba con ella, y lo sabía. Quizá este rasgo está en el origen de su juicio acerca de la visión como la más importante de las

capacidades mentales. Leonardo subordinaba todos los sentidos y facultades humanas a la vista. Juzgaba a los pintores y dibujantes como entes superiores, incluso por encima de filósofos y poetas. Estaba convencido de que mirar era comprender, y que cada acto de la vista era un acto de análisis. Intrigado por los ojos, como Borges por la breve esfera del Aleph, se preguntaba: "¿Quién creería que un espacio tan pequeño pudiese contener las imágenes de todo el universo?" Miraba cada fenómeno pre dividió como un objeto de conocimiento, y hacía converger así el origen de su ciencia y de su arte en un solo punto: la observación detallada."Jamás ha mirado alguien más intensamente", afirma Martín Kemp. Y, en la actualidad, sus ideas acerca de la vista nos sirven para matizar la extendida condena de la cultura visual que nos rodea. Siguiendo a Leonardo, quizá el "homo videns" cuestionado por Giovanni Sartori no sea necesariamente un autómata del pensamiento; si se le asume con habilidad integrándolo equilibradamente con la cultura libresca y la palabra escrita, puede ser la manifestación de otra de las formas de la inteligencia.

Leonardo había descubierto la anatomía desde el tiempo en que era aprendiz de Verrocchio. Una vez convertido en un artista exitoso, Leonardo profundizó esta afición. Debido a su prestigio le era fácil conseguir el permiso para diseccionar cadáveres en diversos hospitales, como el ya mencionado Santa María Nuova de Florencia, el Hospital Mayor de Milán y el Santo Spirito de Roma. Echando mano de una técnica inusualmente moderna –retratar cada parte del cuerpo desde ángulos distintos-, Leonardo llevó a cabo esbozos de prácticamente todos las partes y órganos del cuerpo. Los diagramas resultantes son los más meticulosos estudios anatómicos hechos antes del siglo XX. Una idea central regía sus estudios: la tentativa de representar y comprender el funcionamiento del cuerpo mediante un modelo mecanicista. Así, algunos de sus dibujos se separan del detalle estrictamente orgánico para representar músculos y tendones como alambres de acero, poleas y palancas.

Cada nuevo genio ofrece una nueva perspectiva del lugar del hombre en el universo. Algunos de ellos, como Freíd o Darwin, lo han hecho mediante el cuestionamiento de la idea del hombre como centro del cosmos. Pero otros, como Leonardo, lo han hecho restaurando a lo humano en su integridad, elevándolo a niveles nunca antes sospechados. El hombre es un ángel y un demonio a la vez, un ser capaz de los crímenes más abyectos, pero también de los actos más sublimes. Figuras excepcionales como el maestro de Vinci hasta hecho brillar lo mejor de nuestra naturaleza de un modo tan excepcional que nos hace olvidar por un momento cualquier faceta demoníaca. Leonardo representa un emblema encantado donde todo hombre puede encontrar motivos de valor y esperanza. Ya que la humanidad ha florecido de tal modo bajo sus trazos, no hay que desesperarse de ella. Como genio total, Leonardo da vida a nuestras aspiraciones secretas. Su figura es esencial no sólo para comprender el Renacimiento, sino a la humanidad entera y a nosotros mismos.

TÉRMINOS TÉCNICO-PEDAGÓGICOS BLOQUE V. PROYECTO DE REPRODUCCIÓN ARTESANAL

Los contenidos de este bloque representan una introducción al trabajo con proyectos, de tal modo que se reconozcan sus diferentes fases: la identificación de una mejora o problema técnico a resolver, ya sea para hacer más eficiente un proceso o bien para crear un producto de una manera diferente. Se definirán las acciones a realizar, las herramientas, los materiales y energía que se emplearán, así como la representación del proceso y su ejecución. Las actividades deberán hacer énfasis en los procesos artesanales, donde el técnico tiene el conocimiento y dominio de todas las fases del proceso.

El proyecto representa una oportunidad para promover la creatividad e iniciativa de los alumnos con el fin de proponer un proyecto relacionado con su contexto e intereses. Se reproducirá un proceso técnico de tal manera que permita recrear los contenidos de los bloques anteriores, o bien, para la resolución de un problema técnico de interés para la comunidad en que se ubica la escuela.

Proceso

En términos generales, un proceso es una serie de acciones intencionadas y debidamente planificadas que, al ser ejecutadas de manera organizada atendiendo a una secuencia preestablecida, permiten realizar una transformación en materiales, objetos o sistemas.

Procesos técnicos de trabajo

Conjunto de procesos mediante los cuales se transforman materiales, energía y datos con el propósito de producir materiales y/o artefactos de todo tipo.

Proyecto técnico

Estrategia pedagógica empleada en Tecnología. Documentación que avala el proceso de trabajo de articulación de las actividades de diseño y ejecución, permitiendo la producción de un objeto o proceso tecnológico para la resolución de un problema.

Trabajo artesanal

La técnica artesanal es aquella donde todo el proceso productivo se ejecuta en forma manual, utilizando algún tipo de maquinaria auxiliar para tareas preparatorias de materias primas y dentro del proceso de elaboración del producto. Por ejemplo, el tejido a telar es un proceso artesanal pues utiliza el telar como maquinaria auxiliar, pero el proceso productivo es manual.

Se centra sobre personas con saberes exhaustivos que dominan y controlan de forma completa el ciclo de producción. En este trabajo se facilita la transmisión y distribución de los saberes necesarios hacia otras generaciones.

Entre sus características se encuentran:

- El volumen de producción es muy pequeño
- Empleo de herramientas y máquinas de uso general
- Personal polivalente.
- No existen dos productos exactamente iguales.

El método de proyectos *

Las formas de organización del trabajo actual requieren métodos de enseñanza-aprendizaje que estén en consonancia con los procesos de cambio que se están produciendo en los ámbitos social, cultural, económico, laboral y tecnológico. En un momento en el que los ciclos de innovación son cada vez más breves, las instituciones formativas se ven obligadas a una mayor versatilidad y flexibilidad para adaptarse a las nuevas estructuras que se están desarrollando en el mundo del trabajo. La internacionalización, la globalización de los mercados y el factor competitividad obligan a las empresas a ser cada vez más flexibles para adecuar los productos a las nuevas tecnologías, procesos productivos, servicios y demanda de competencias. El modelo taylorista, ya sea por razones de competitividad, ya sea por razones sociales y culturales, tiende rápidamente a ser reemplazado por modelos "socio-productivos". Cada vez surgen más grupos de trabajo, círculos de producción en los que las tradicionales estructuras de trabajo del taylorismo han sido disueltas.

La necesidad de adecuación de los nuevos tiempos de cambio con cambios en los mercados, en la organización del trabajo, tecnológicos y en los valores de la sociedad demanda una formación polivalente, multifuncional y flexible. Todos esos procesos de cambio hacen necesario que la actual división entre teoría y práctica, planificación y realización, pensar y actuar, se sustituya por una formación de carácter más global e integral. Pero también es cierto que muy pocas veces la exigencia de competencias interdisciplinarias, sociales y orientadas a la acción está acorde con la selección de métodos de enseñanza aprendizaje utilizados en la transmisión de conocimientos.

* En Comunidad Económica Europea /Tippelt y Lindemann. (2001). *El método de proyectos*. München Berlin.

Vinculación del método de proyectos con la formación orientada a las competencias de acción

Para poder desarrollar los diferentes tipos de competencias- sobre todo si nos referimos a una formación orientada a la práctica - a las situaciones de trabajo reales, es necesario disponer de los métodos de enseñanza aprendizaje más apropiados.

El aprendizaje mediante el método de proyectos fomenta una actuación creativa y orientada a los objetivos en el sentido de que se transmiten, además, de las competencias especificas (técnicas), sobre todo las competencias interdisciplinarias a partir de las experiencias de los propios alumnas/os.

La clave de la eficacia y aceptación del método de proyectos radica en su adecuación a lo que podrían denominar "características necesarias para el desarrollo de competencias".

Carácter interdisciplinario

Aprendizaje orientado a proyectos

Formas de aprendizaje autónomo

Aprendizaje en equipos

Aprendizaje asistido por medios

Como se puede comprobar, el método de proyectos, a diferencia de los métodos de aprendizaje tradicionales, como el método de instrucción (los cuatro pasos), método expositivo, lección magistral, etc., reúne todos los requisitos necesarios, como instrumento didáctico, para el desarrollo de competencias

Fases del método de proyectos

El método de proyectos permite desarrollar el "modelo ideal" de una acción completa través de las seis fases del proyecto.

- Informar
- Planificar
- Decidir
- Realizar
- Controlar
- Valorar reflexionar (Evaluar)

¿Qué entendemos por acción completa? Poner en práctica por medio de las diferentes fases del proyecto

- La competencia especifica (p. ej., los conocimientos técnicos)
- La competencia metodológica (p. ej., planificación y diseño de la secuencia del proyecto)
- La competencia social (p. ej., cooperación con los otros miembros del proyecto) y la competencia individual humana(p.ej., disposición para el trabajo en equipo)

Características del método de proyectos

- Afinidad con situaciones reales: Las tareas y problemas planteados tienen una relación directa

con las situaciones reales del mundo laboral.

- Relevancia práctica: Las tareas y problemas planteados son relevantes para el ejercicio teórico y práctico de la inserción laboral y el desarrollo social personal.
- Enfoque orientado a los participantes: La elección del tema del proyecto y la realización están orientadas a los intereses y necesidades de los aprendices.
- Enfoque orientado a la acción: Los aprendices han de llevar a cabo de forma autónoma acciones concretas, tanto intelectuales como prácticas.
- Enfoque orientado al producto: Se trata de obtener un resultado considerado como relevante y provechoso, el cual será sometido al conocimiento, valoración y crítica de otras personas.
- Enfoque orientado a procesos. Se trata de orientar a procesos de:
- Aprender a aprender
- Aprender a ser
- Aprender a vivir juntos
- Aprender a hacer

Aprendizaje holístico – integral: En el método de proyectos intervienen las competencias cognitivas, afectivas y psicomotrices (todas ellas forman parte de los objetivos)

Autoorganización: La determinación de los objetivos, la planificación, la realización y el control son en gran parte decididos y realizados por los mismos aprendices.

Realización colectiva: Los aprendices aprenden y trabajan de forma conjunta en la realización y desarrollo del proyecto.

Carácter interdisciplinario: A través de la realización del proyecto, se pueden combinar distintas áreas de conocimientos, materias y especialidades.

Aplicaciones del método de Proyectos

Desde el punto de vista de la teoría del aprendizaje, el método de proyectos debe entenderse como un proceso interactivo entre el aprendizaje y el mundo laboral, entre el individuo y el grupo. Las diferentes formas de autocontrol durante todo el proceso del proyecto hacen que los aprendices lleven a cabo un proceso permanente de reflexión sobre su forma de actuar (autodeterminación y responsabilidad propia de los integrantes del grupo).

Y es precisamente este proceso permanente de reflexión, lo que diferencia el método de proyectos de la mera realización de un producto. El producto final- aunque es un aspecto muy importante- es sólo un componente del proyecto. Un proyecto va mucho más allá. El proyecto se basa en una idea que se quiere llevar a la práctica. Se comenta, se discute, se verifica, se toman decisiones y se evalúa la puesta en práctica de la idea del proyecto, siempre sobre la base de una planificación detallada y exacta de los pasos a seguir.

El método de proyectos por sí sólo no puede ser considerado un concepto metodológico. Siempre será necesario complementar la idea del proyecto a través de otros métodos de aprendizaje que faciliten la realización del mismo.

Ventajas del aprendizaje por proyectos

- Los aprendices toman sus propias decisiones y aprenden a actuar de forma independiente.
- Es un aprendizaje motivador, puesto que es parte de las experiencias de los alumnas/os y de sus intereses y facilita las destrezas de la motivación intrínseca.
- Las Capacidades construidas y los contenidos aprendidos son más fácilmente transferibles a situaciones semejantes. Este proceso de aprendizaje facilita la comparación de estrategias y de conceptos lo cual permite enfocar la solución correcta desde perspectivas diferentes, hecho que favorece la transferencia
- Se fortalece la autoconfianza
- Los mismos aprendices configuran las situaciones de aprendizaje.
- Favorece la retención de los contenidos puesto que facilita la comprensión lógica del problema o tarea.
- El aprendizaje se realiza de forma integral (aprendizajes metodológicos, sociales, afectivos y psicomotrices).
- Dado que el aprendiz practica la inducción en el proceso de análisis de casos concretos, deduce principios y relaciones, formula hipótesis que se demuestran en la práctica o las rechaza para inducir nuevas hipótesis de acción, es decir, ejercita el pensamiento científico.
- Se fomentan niveles superiores de aprendizaje (transferencia y forma de actuar orientadas a la resolución de problemas).
- Se fomenta formas de aprendizaje investigativo.

RECAPITULACIÓN DEL PRESENTE MATERIAL DIDÁCTICO

A lo largo de este material de apoyo docente, se ha tratado de proporcionar pequeños ejemplos a los docentes de actividades ó énfasis tecnológicos, con la finalidad en primera instancia de que reconozcan y comprendan los términos técnico-pedagógicos empleados en la asignatura de Tecnología, en segunda observen su aplicación y relación con los temas incluidos en los cinco bloques que integran el programa de estudio de primer grado.

Por lo que, a continuación como punto final, se le solicita que mediante palabras clave caractericen cada uno de los bloques que conforman el programa genérico de primer grado de la asignatura de Tecnología (Cuadro 8).

Cuadro 8. Palabras clave representativas de los bloques de primer grado del programa de la asignatura de Tecnología.

Bloques de primer grado	Nombre del bloque	Palabra (s) clave (s)
BLOQUE I		
BLOQUE II		
BLOQUE III		
BLOQUE IV		
BLOQUE V		

BIBLIOGRAFÍA

Fuentes convencionales

Barón, M. (2004). *Enseñar y aprender tecnología*. Novedades Educativas. Buenos, Aires.

Buch, T. (1999). *Sistemas Tecnológicos - Contribuciones a una Teoría General de la Artificialidad*. Aique Grupo Editor, Buenos Aires.

Buch, T. (2008). *El Tecnoscopio*. Aique Grupo Editor. Argentina.

Cruz, A. (1989). *Instrumentos Agrícolas de la Zona Central de Veracruz*. Universidad Autónoma Chapingo. Patronato Universitario, México.

Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Centro de estudios para el desarrollo (CED). Chile.

Ferrer, E. (2007). *Da Vinci y la Mona Lisa*. Fondo de Cultura Económica, México.

Giedion, S. (1948). *La mecanización Toma el Mando*, Gustavo Gil. Barcelona.

Ministerio de Educación Argentina. Instituto Nacional de Educación Tecnológica (2000). *La Educación Tecnológica. Aportes para su Implementación*. Argentina.

Universidad Javeriana de Cali. Colombia (2000). *Practicas pedagógicas en la universidad para la construcción de ambientes de aprendizaje significativo*. Colombia.

Secretaría de Educación Pública (2009) *Educación Básica. Secundaria. Programas de Estudio 2006. Tecnología. Secundarias Técnicas*, México.

Comunidad Económica Europea/Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001). *El método de proyectos*. München Berlin.

Fuentes electrónicas

Olimpiadas Nacionales de Contenidos Educativos en Internet. (2010). *El hombre y la energía*. Consultado en marzo 30, 2010 en www.oni.escuelas.edu.ar

Wikipedia (2010). *Concepto de actuador*. Consultado en mayo 22, 2010 en http://es.wikipedia.org/wiki/Actuador.

Wikipedia (2010). Concepto de Artefacto. Consultado en mayo 22, 2010 en http://es.wikipedia.org/wiki/Artefacto.

Documentos de trabajo de Actualización Curricular de la EGB, 1995. Argentina. Material de consulta disponible en: [http://www.buenosaires.gov.ar/educacion/docentes/planeamiento/docum/areas/edtec/doc1.pdf]

Quintanilla, (1998). *Cultura Tecnológica*. Consultada en abril 28, 2009 en http://www.campusred.net/telos/anteriores/num_042/opi_editorial0.html

Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, (1995). *EGB. Actualización curricular. Tecnología. Documento de trabajo no. 1*. Consultado en marzo 24, 2010 en http://estatico.buenosaires.gov.ar/areas/educacion/curricula/docum/areas/edtec/doc1.pdf.

Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, (*1998*). Educación Tecnológica. Documento de trabajo no. 5. Consultado en marzo 24, 2010 en http://buenosaires.gov.ar/educacion/docentes/planteamiento/docum/areas/edtet.pdf.

Gay, (2010). *La ciencia, la técnica y la tecnología*. TecnoRed educativa. Consultado en junio 26, 2010 en http://170.210.182.11/apuntes/Apuntes%20Masala/CienciaTecnicaTecnologia%20Aquiles%20Gay.pdf.

Corporación Nacional del Cobre (CODELCO). (2010). *Las técnicas de producción*. Consultado en junio 24, 2010 en https://www.codelcoeduca.cl/.

Osorio, C. (2010). *Aproximaciones a la tecnología desde los enfoques en CTS*. Consultado en junio 16, 2010 en http://www.oei.es/ctsiparaguay/osoriotec.pdf.

Dirección General de Educación Secundaria Técnica

Dirección Técnica

Subdirección Tecnológica

Departamento de Planes y Programas de Asignaturas Tecnológicas

El Material de Apoyo Curricular
"Compendio de términos técnico-pedagógicos
del programa genérico de la asignatura de tecnología"
fue elaborado en la Subdirección Tecnológica
de la Dirección General de Educación Secundaria Técnica
de la Administración Federal de Servicios Educativos en el Distrito Federal

Compilación

Asesores Técnico-Pedagógicos
del Departamento de Planes y Programas
de Asignaturas Tecnológicas
de la Subdirección Tecnológica