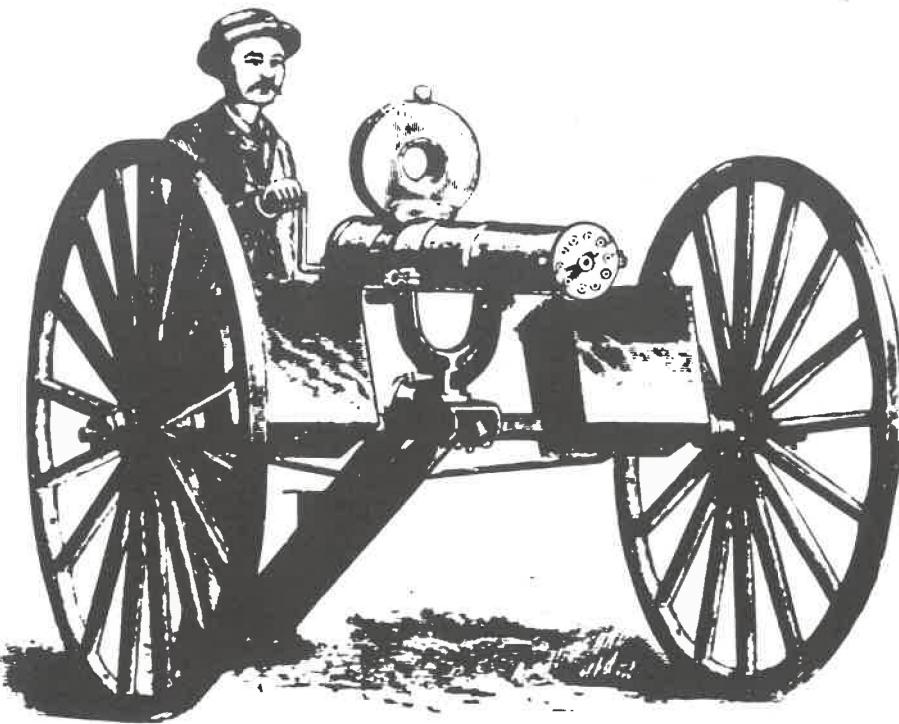


EPISTEMOLOGÍA PARA UNA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

ESTRUCTURA Y DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN EL MUNDO



TECN

Este trabajo pretende establecer una interpretación de los términos "técnica" y "tecnología" para fundamentar la Educación Tecnológica y ayudar a que cada uno se responda a preguntas como: ¿La Educación Tecnológica debe hacer referencia a la tecnología o a la técnica? ¿Qué diferencia y qué relación hay entre ellas?

Con estos fines se hace un recorrido histórico por lo que en distintos períodos han sido para el hombre técnica, tecnología y ciencia partiendo de la mitología griega.

Esta interpretación tiene la decidida intención de ser útil y ninguna pretensión de ser única.

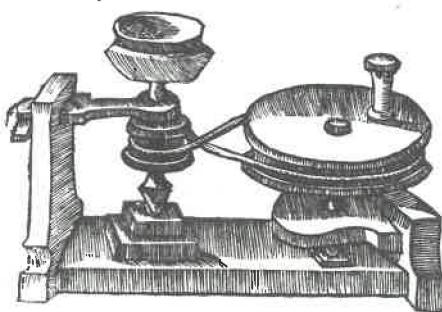
LUIS FERNÁNDEZ

Era un tiempo en el que existían los dioses, pero no las especies mortales. Cuando a éstas les llegó, marcado por el destino, el tiempo de la génesis, los dioses las modelaron en las entrañas de la tierra, mezclando tierra, fuego y cuantas materias se combinan con fuego y tierra. Cuando se disponían a sacarlas a la luz, mandaron a Prometeo y a Epimeteo que las revistiesen de facultades distribuyéndolas convenientemente entre ellas. Epimeteo pidió a Prometeo que le permitiese a él hacer la distribución. "Una vez que yo haya hecho la distribución, dijo, tú la supervisas". Con este permiso comienza a distribuir. Al distribuir, a unos les proporcionaba fuerza, pero no rapidez, en tanto que revestía de rapidez a otras más débiles. Dotaba de armas a unas, en tanto que para aquellas, a las que daba una naturaleza inerme, ideaba otra facultad para su salva-

ción. A las que daba un cuerpo pequeño, les dotaba de alas para huir o de escondrijos para guarnecerse, en tanto que a las que daba un cuerpo grande, precisamente mediante él, las salvaba.

De este modo equitativo iba distribuyendo las restantes facultades. Y las ideaba tomando la precaución de que ninguna especie fuese aniquilada. Cuando les suministró los medios para evitar las destrucciones mutuas, ideó defensas contra el rigor de las estaciones enviadas por Zeus: las cubrió con pelo espeso y piel gruesa, aptos para protegerse del frío invernal y del calor ardiente, y, además, para que cuando fueran a acostarse, les sirvieran de abrigo natural y adecuado a cada cual. A algunas les puso en los pies cascos y a otras piel gruesa sin sangre. Después de esto, suministró alimentos distintos a cada una: a unas hierbas de la tierra; a otras, frutos de los árboles; y a otras raíces. Y hubo

FILOGÍA



especies a las que permitió alimentarse con la carne de otros animales. Concedió a aquellas escasa descendencia, y a estos, devorados por aquellas, gran fecundidad; procurando, así, salvar la especie.

Pero como Epimeteo no era del todo sabio, gastó, sin darse cuenta, todas las facultades en los brutos. Pero quedaba aún sin equipar la especie humana y no sabía qué hacer. Hallándose en este trance, llega Prometeo para supervisar la distribución. Ve a todos los animales armoniosamente equipados y al hombre, en cambio, desnudo, sin calzado, sin abrigo e inerme. Y ya era inminente el día señalado por el destino en el que el hombre debía salir de la tierra a la luz. Ante la imposibilidad de encontrar un medio de salvación para el hombre, Prometeo roba a Hefesto y a Atenea *la sabiduría de las artes junto con el fuego* (ya que sin el fuego era imposible que aquélla fuese adquirida por nadie o resultase útil) y se la ofrece, así, como regalo al hombre. Con ella recibió el hombre la sabiduría para conservar su vida, pero no recibió la sabiduría política, porque estaba en poder de Zeus y a Prometeo no le estaba permitido acceder a la mansión de Zeus, en la acrópolis, a cuya entrada había dos guardianes terribles. Pero entró furtivamente al taller común de Atenea y Hefesto en el que practicaban juntos sus artes y, robando el arte del fuego de Hefesto y las demás de Atenea, se las dio al hombre. Y debido a esto, el hombre adquiere los recursos necesarios para la vida, pero sobre Prometeo, por culpa de Epimeteo, recayó luego, según se cuenta, el castigo de robo.

PROTÁGORAS, PLATÓN (427-347)

Técnica, Ciencia y Tecnología

Intentaremos responder a la pregunta de qué es tecnología. Pero ello presupone diferenciar el término de otros próximos. ¿La educación tecnológica hace referencia a la tecnología o a la técnica?. ¿Qué diferencia hay entre una y otra?. ¿Y qué tiene que ver la ciencia en todo ello?. Tras la presentación realizada por Platón, vamos a intentar dar una interpretación a los conceptos de Técnica, Ciencia y Tecnología. Interpretación que intentará ser útil, pero que no pretende ser única.

Técnica

A primera vista, parece ser perfectamente claro lo que significa la palabra "técnica". Nos encontramos rodeados de aparatos, instrumentos y procedimientos que denominamos técnicos. Vivimos inmersos en la Tecnonaturaleza.

Sin embargo, al igual que ocurre con otros conceptos usuales, como "política" o "sociedad", es muy difícil alcanzar un acuerdo sobre su significación. Y su incorporación al lenguaje ordinario impiden definiciones totalmente arbitrarias. Antes de proponer la nuestra, y con objeto de enriquecer el concepto vulgar de técnica que todos poseemos, vamos a realizar una cierta aproximación histórica.

Para Ortega y Gasset (1), es posible diferenciar tres grandes períodos en la evolución de la técnica, tomando como criterio la idea que el hombre, tiene de su propia técnica. (Períodos no concretables en fechas al hacer referencia a estados de evolución, y por tanto diferentes en cada lugar o sector socioproductivo considerado).

Por aplicación de este principio, se pueden distinguir:

- a) La técnica del azar.
- b) La técnica del artesano.
- c) La técnica del técnico.

En el primer periodo, el de la técnica del azar, los procedimientos técnicos corresponden a una vida irreflexiva. Los inventos son puramente casuales, no se aspira a ellos conscientemente. En palabras de Ortega:

"... el azar es en él, el técnico, el que proporciona el invento... el hombre primitivo ignora su propia técnica como tal técnica; no se da cuenta de que entre sus capacidades hay una especialísima que le permite reformar la naturaleza en el sentido de sus deseos."

Son características determinantes de este periodo:

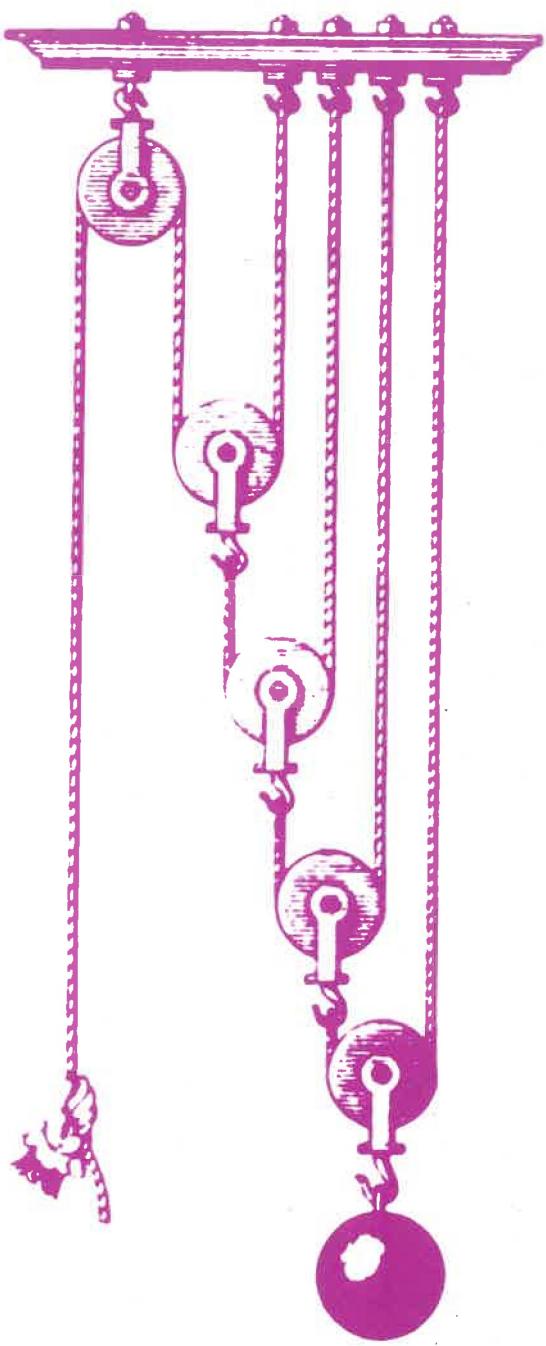
-Los actos técnicos son sumamente escasos y no llegan a destacar y diferenciarse de los actos naturales; se mezclan entre ellos y se aparecen a la mente como pertenecientes a la vida no técnica.

-La escasez y sencillez de esa técnica primitiva trae consigo que sea ejercitada por todos los miembros de la colectividad.

-El hombre no se sabe a si mismo inventor de sus inventos. La invención le aparece como una dimensión más de la naturaleza. La producción de utensilios no le parece provenir de él, como no provienen de él sus manos ni sus piernas. No se siente homo faber.

El segundo periodo, el de la técnica artesanal, viene caracterizado por:

-El repertorio de actos técnicos ha crecido enormemente aunque la proporción entre lo técnico y lo no técnico no es tal que lo técnico



"Prometeo roba a Atenea y a Efesto la sabiduría de las artes, junto con el fuego, y se la ofrece como regalo al hombre"

se haya hecho base absoluta de sustentación. Aún el hombre se asienta (o al menos eso siente él) en lo natural.

-Estos actos técnicos, en su mayoría, se han hecho tan complejos que no puede ejercitálos todo el mundo. Es preciso que ciertos hombres se encarguen a fondo de ellos, dediquen a ellos su vida: los artesanos. Esto acarrea que el hombre adquiera ya una conciencia de la técnica como algo especial y aparte. Ve la actuación del artesano (zapatero, herrero, albañil, etc) y entiende la técnica bajo la figura de los técnicos que son los artesanos; es decir, aún no se sabe que hay técnica pero se sabe que hay técnicos (artesanos), hombres que poseen un repertorio peculiar de actividades que no son las generales y naturales de todo hombre.

-En la artesanía no se concibe la conciencia del invento. El artesano tiene que aprender, en largo aprendizaje, técnicas que ya están elaboradas y vienen de una insonable tradición. Se producen mejoras, pero éstas se presentan más como variaciones de estilo en las destrezas que como verdaderas innovaciones.

-El artesano une en su persona dos aspectos del acto técnico, latentes desde el principio y que estallarán en él: por un lado el plan de actividad, el procedimiento, y por otro la ejecución de dicho plan.

Finalmente, el periodo actual de la técnica, el que Ortega designa como el de la técnica del técnico, viene caracterizado por:

-Un fabuloso crecimiento de los actos y resultados técnicos que constituyen el sistema sociotecnológico, base física de la sociedad actual. El hombre actual no puede elegir entre vivir en la naturaleza o en esta sobrenaturaleza.

-Por fin el acto técnico se rompe (y con su ruptura explota el artesanado) en dos hechos muy diferenciados: el método y la ejecución del método. (Ruptura que culmina con Taylor, con quien la trituración del método en unidades elementales hace desvincularse totalmente al ejecutor del sentido de su acción; alcanza su máxima

expresión con Ford y la producción en cadena (magníficamente caricaturizado por Charlot en Tiempos Modernos), y hoy está sometida a una fuerte revisión (Teoría Z, Círculos de calidad, etc) en un intento de vincular de nuevo a todas las voluntades del proceso productivo en dicho proceso). Nacen entonces el técnico en su sentido actual y el obrero. Un elevado número de causas determinan este acontecimiento, pero sin duda una importante es la creciente complejidad de los medios técnicos, de las máquinas, que se desplazan de ser un utensilio que auxilia al artesano (que lo comprende en toda su extensión) a ser un artefacto independiente, desconocido por el artesano, y al que más parece servir que de ayudarse de él.

-Y por fin el hombre toma conciencia de su condición de técnico, se reconoce como inventor. Al revés que el primitivo o el artesano, antes de inventar sabe que puede inventar.

Ciencia

Haciendo una cronología breve, y quizás cometiendo una gran injusticia con los llamados conocimientos precientíficos, podemos considerar que las escuelas jónicas del Asia Menor, aparecidas el siglo -IV, señalan el principio de la Ciencia. Los griegos daban límites del conocimiento científico al eximir su racionalidad y su irreductibilidad a una simple acumulación de experiencias; de este modo la ciencia nació y su tituidad, como una determinada manera de hablar y pensar a cerca de la naturaleza, y empieza a gozar de una cierta autonomía. Este discurso científico se propone coordinar los datos adquiridos a partir de una observación más o menos elaborada de la naturaleza, con la pretensión de conocer la "verdadera naturaleza" de las cosas, de dar razón a las apariencias.

La ciencia moderna nace en el siglo XVII. A lo largo de este siglo los hombres de ciencia revolucionan el concepto de ciencia que había prevalecido desde Aristóteles. La Física (la ciencia) deja de ser cualitativa (limitada a describir los fenómenos tal como los percibe la mente humana de forma directa por sus sentidos y buscando sus causas últimas) y empieza a preocuparse por la cantidad (se miden valores de magnitudes y se buscan leyes que relacionen estos valores); el mundo natural sensible se sustituye por una naturaleza "matematizable".

Este giro, producido inicialmente en la Física y centríamente en Galileo, hace alta la Técnica. El

siglo XVI, precursor, simbolizable en Leonardo da Vinci, supone el encuentro en las mismas cabezas de la más pura teoría con la resolución de problemas prácticos. Da Vinci es hombre de taller, se pasa la vida inventando artificios. (En la carta donde solicita empleo a Ludovico Moro adelanta una larga lista de invenciones bélicas e hidráulicas). El Galileo joven no está en la Universidad, sino en los arsenales de Venecia, entre grúas y cabrestantes. Allí se forma su mente.

Tecnología

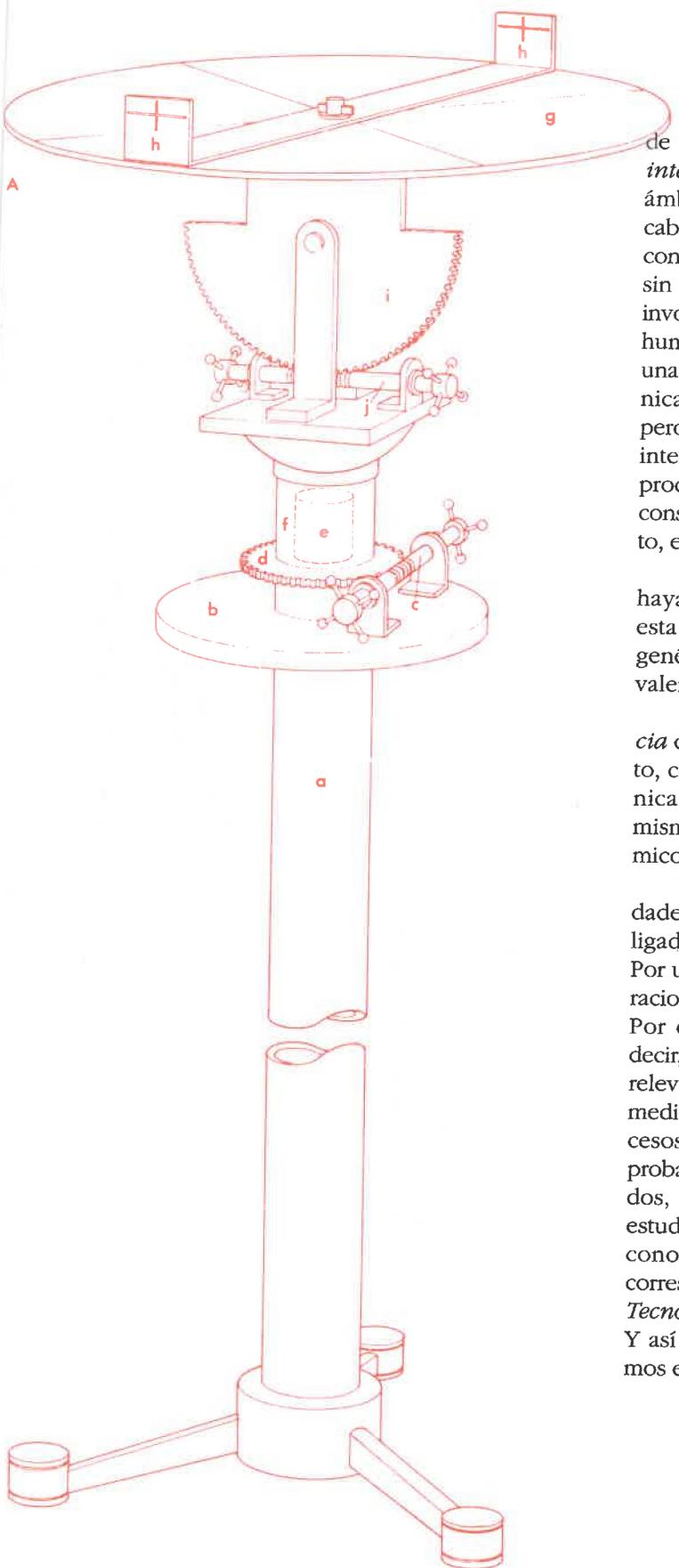
Y por fin la Tecnología. Hemos recorrido una rápida panorámica sobre la Técnica, que aparece compuesta por acciones (actos técnicos) y destinada a modificar el medio al servicio del hombre. La ciencia, discurso sobre el ser de las cosas, destinada a satisfacer la inquietud del por qué, nace después. Ambas se encuentran en Europa, en los siglos XVI y XVII. De este choque surge un nuevo concepto de Ciencia al reflejarse en la Técnica. Y simétricamente, comienza a desarrollarse (y explotará con la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX) el discurso sobre los actos técnicos para buscar su por qué. Ciencia de la Técnica, a quien en sentido etimológico le corresponde el término TECNOLOGÍA.

Sistema Tecnológico

Quizá sea ya el momento de definir. De acuerdo con Miguel Ángel Quintanilla (25) entendemos por *realización técnica* un sistema de acciones humanas intencionalmente orientado a la transformación de objetos concretos para conseguir de forma eficiente un resultado valioso.

Denominaremos la Técnica al conjunto de todas las realizaciones técnicas.

En todo caso el concepto de técnica se refiere a *acciones*, pero no a cualquier acción, ni siquiera el utilizar una herramienta convierte la acción en acción técnica. Cuando Pascual Duarte mata a su perro de un tiro está realizando una acción intencional valiéndose de un instrumento, pero no una acción técnica. En cambio, cuando el matatíte sacrifica un animal, siguiendo unas pautas establecidas y orientadas a la consecución de un objetivo de acuerdo con ciertos criterios de utilidad (mejorar la calidad de la carne, evitar sufrimiento al animal, garantizar condiciones higiénicas, etc), si está aplicando una técnica por elemental que pueda ser.



Por otra parte sólo utilizaremos el concepto de técnica para referirnos a *sistemas de acciones intencionalmente orientados*. Esto excluye del ámbito de las técnicas las acciones llevadas a cabo, de forma sistemática pero intuitiva, como la construcción de nidos por las aves. No excluye, sin embargo, la posibilidad de que una técnica involucre acciones no deliberadas de individuos humanos. Un remero, un ciclista o un obrero en una cadena de montaje pueden ejecutar una técnica de forma automática, una vez aprendida; pero el conjunto de acciones que realiza ha sido intencionalmente sistematizado, a través de un proceso de aprendizaje o por una planificación consciente, para conseguir el máximo rendimiento, el mínimo esfuerzo o la máxima regularidad.

Para que haya técnica es necesario que haya *transformación de objetos concretos*. De esta forma nos apartamos de un uso aún más genérico del término "técnica" que la hace equivalente a "método".

Resulta, por fin, difícil de definir la *eficiencia* de una acción. Nos quedaremos, de momento, con la noción intuitiva, según la cual una técnica es más eficiente que otra si consigue el mismo resultado a menor coste (bien sea económico, energético, de tiempo, etc).

Toda técnica supone un conjunto de habilidades, (saber -poder- hacer), pero a su vez va ligada a un amplio conjunto de conocimientos. Por un lado están los conocimientos de tipo operacional (saber cómo hacer) propios de la técnica. Por otro están sus fundamentos científicos, es decir, los fenómenos físico-químicos o biológicos relevantes en ella, las propiedades de todos los medios intervenientes, las leyes que rigen los procesos que se desencadenan, las leyes lógicas o probabilísticas que rigen la obtención de resultados, etc.. A este último conjunto, obtenido del estudio de cada técnica, desde presupuestos de conocimiento más generales (las ciencias), le corresponde etimológicamente la calificación de *Tecnología* asociada a la técnica correspondiente. Y así lo denominaremos nosotros cuando utilicemos el término en su sentido más restrictivo.

"Es posible diferenciar tres grandes períodos en la evolución de la técnica: la técnica del azar, la del artesano y la del técnico"

"Utilizaremos el concepto de técnica para referirnos a sistemas de acciones intencionalmente orientados"

Por último, desde la sociedad exterior, toda técnica se percibe asociada a (y muchas veces definida por): un conjunto de medios instrumentales característicos de sus acciones, unos productos o resultados de dichas acciones, e incluso unos comportamientos sociales (formas de hablar, conductas de grupo, ideas estéticas, etc) propios de sus actores más habituales. A todo ello lo denominaremos contexto sociotécnico.

Pues bien, al conjunto formado por una técnica, más la tecnología asociada, más su contexto sociotécnico lo denominaremos *Sistema Tecnológico*. El conjunto de todos los sistemas tecnológicos constituirían la *TECNONATURALEZA* sobre la que la especie humana asienta su actividad. (De una manera genérica, y por razones que veremos más adelante se suelen denominar Tecnologías (y así lo haremos nosotros cuando utilicemos el término en sentido amplio) a la suma de una técnica, más su tecnología asociada, más una parte de su contexto sociotécnico (generalmente medios y productos))

Cabe preguntarse aquí si entenderemos, que en sentido global, el objeto de la educación tecnológica es el conocimiento, al nivel que corresponda, de la antedicha Tecnonaturaleza; o si por el contrario vamos a plantearnos como objetivo de dicha educación, lo que el esfuerzo de aproximación a, y conocimiento de los sistemas tecnológicos puede aportar al desarrollo de las capacidades generales del individuo, o a la mejor integración del discente en el sistema educativo. Incluso si ambos objetivos son realmente dos realidades dispuntas, que no puedan o deban abordarse interactivamente.

El método de la técnica: el técnico

Si aceptamos la propuesta de Ortega, podemos afirmar que se producen simultáneamente el nacimiento de la tecnología y del técnico, al romperse, en su evolución, el artesano.

El sistema artesanal encierra en sí una profunda contradicción (3). Por un lado la vida y prosperidad de los miembros de una cofradía

depende del secreto de sus procesos artesanales (y con él, de su invariabilidad), que permiten diferenciar (y preferir) los aceros de Toledo o los paños de Béjar. Por otro, la competencia estimula al perfeccionamiento del producto (y con ello a la evolución de los métodos).

La figura que nace de estas contradicciones, literalmente expulsada del seno que la produce, es el "magister de ingeniis": el constructor de máquinas, fundamentalmente concernientes a tres ámbitos: agricultura, construcción y guerra. Es decir, áreas que exigen un gran esfuerzo colectivo en obreros y medios de producción y, por tanto, la protección del Reino o del Señor, enfrentado por otra parte a los gremios.

La situación resulta paradójica: desde el punto de vista social, supone una cierta regresión, ya que el "magistre engigniere" está dispuesto a colaborar con la nobleza contra los gremios. En este sentido, el ingeniatore es un traidor a su propia casta. Pero desde el punto de vista tecnoeconómico, esta "traición" dirige la historia hacia la eclosión de la ciencia moderna y de la tecnología.

Hay algo sustancialmente nuevo en el conocimiento del ingeniator. Su "conocimiento técnico" es comunicable en cualesquier circunstancias, fuera del esquema cerrado y restringido del gremio. Esto implica la aparición de nuevos instrumentos de medida y de un nuevo lenguaje: la Geometría (a caballo entre nuestras matemáticas y nuestro dibujo técnico). O lo que es lo mismo, aparece una nueva forma de representar la realidad. Esta comunicabilidad universal tiene su plasmación, por medio de la imprenta, en el libro.

El libro (soporte de la enseñanza técnico-profesional como hoy la concebimos), supone la disolución del maestro artesano: el saber no está ya en sus consejos, seguidos ciegamente, acriticamente, y que enseñan a repetir las mismas operaciones corporales, sino en obras escritas, difundidas mecánicamente, potencialmente asimilables por una gran masa de posibles lectores.

Se produce aquí una inflexión en la evolución de la Técnica. Una buena óptica para aproximarnos a ella, puede ser analizar lo que Ortega denomina "tecnicismo de la técnica", y que el mismo define:

"El tecnicismo es sólo el método intelectual que opera en la creación técnica."

El método del artesano, cuando es tal, es decir cuando el invento no surge por puro azar

sino que es deliberadamente buscado, se halla prisionero de la finalidad inmediata planteada en su dimensión global. Planteado un problema, definido un resultado a alcanzar, tenderá a buscar aquellos actos o procedimientos que, a ser posible, produzcan de un solo golpe, con una sola operación, el resultado total. Esto limita el campo de problemas solubles a aquellos en los que el salto cualitativo (problema/solución) es reducido o el artesano genial.

El método de la técnica moderna (la del técnico) se diferencia radicalmente del anterior. Surge en las mismas fechas que la ciencia física y es hijo de la misma matriz histórica. Y como tal, va a proceder como lo hace la "nouva scienza". No selecciona los medios bajo la imagen directa del resultado apetecido. Sino que, en palabras de Ortega:

"Se detiene ante el propósito y opera sobre él. Lo analiza. Es decir, descompone el resultado total (que es el único primeramente deseado) en los resultados parciales de que surge."

Es decir, la gran fisura que aparece entre la técnica artesanal y la técnica tal como hoy la concebimos, hace referencia, entre otras cosas, a un cambio radical en el "método intelectual" que opera en la creación técnica. Supone la aparición, aunque inicialmente sea de modo implícito, de una forma radicalmente nueva de operar frente a los problemas que circundan (o al menos él así lo siente) al hombre, y común a todos ellos. Nace el "método" técnico, abstracción y estructura común a los innombrables procesos técnicos puestos al servicio de la resolución de dichos problemas. Su importancia en el desarrollo posterior es tal, que llega a eclipsar al resto de las componentes de los sistemas tecnológicos, convirtiéndose para algunos en la auténtica Técnica (concepción que rechazamos, como ya indicamos).

Se hace necesario distinguir ahora, dado la explosiva importancia que la innovación va a tener en la técnica actual, entre *acto de ejecución técnica* y *acto de innovación técnica*, constituyentes ambos indisolubles de la acción total del hombre sobre el medio. Roto el artesanado, van a recaer, cada vez más distanciadamente, en personas distintas: el *obrero* y el *técnico*. Y desde el punto de vista de la formación van a dar lugar a dos campos de actuación disjuntos (tanto en sus objetivos, como en sus medios, como en los sectores sociales destinatarios de su acción): la *formación para el trabajo* y la *formación técnica*.

Relación técnica/ciencia

Retomando el hilo, podemos periodizar de nuevo, de un modo similar, la evolución de la Técnica en este último periodo, (el del técnico), por la relación que guarden la técnica y la ciencia, precisamente en la figura del técnico.

Para ello resulta muy válido el esquema propuesto por Munford (4) de considerar tres períodos (también desvinculados de fechas, pues como se podrá constatar coexisten entremezclados en el tejido industrial actual, al menos los dos últimos):

- La técnica eotécnica
- La técnica paleotécnica
- La técnica neotécnica

Al primero de ellos (fase auroral de la técnica en su sentido actual) le corresponde ser testigo del nacimiento del técnico, del magister de ingenii. Munford lo sintetiza como el periodo del agua y la madera. En él, las fuentes de energía utilizadas son el agua y el aire. El material de construcción por excelencia la madera. Haciendo ingenios de madera para dominar y aprovechar las fuerzas del agua y el viento, el hombre se reconoce un día como técnico. Nace a la conciencia de que aquello que gira ante él, es intrínsecamente diferente al caudal de agua que lo mueve, y no debe su existencia a la misma causa que el río o el fuego del bosque. Que es el resultado de su acción creadora y modificadora del entorno, en un intento de dominarlo, de hacerlo más habitable, y que por ello, es analizable, repetible y mejorable por él mismo.

Su acción, la del técnico eotécnico, está totalmente desvinculada del pensamiento científico de la época. Más apegado a lo inmediato, es impermeable al desarrollo de la ciencia de su tiempo. Jamás busca (y quizás no lo hallase) la explicación de lo que ocurre. Se limita a describir, con la mayor precisión posible, cómo lo hace.

A partir de 1750 se produce una gran conmoción en el mundo industrial que había ido creciendo paulatinamente desde el siglo XV. Arrancando de Inglaterra, una segunda revolución multiplica, vulgariza y extiende los resultados de la primera. Comienza el periodo paleotécnico que Munford caracteriza por el carbón y el acero.

Pero en palabras suyas:

"La historia detallada de la máquina de vapor, del ferrocarril, de la fábrica de tejidos, del barco de hierro, podría escribirse sin hacer más que una referencia a la labor científica del periodo. Pues

todos estos ingenios fueron posibles en gran parte por el método de la práctica empírica, mediante el ensayo y selección: muchas vidas se perdieron por la explosión de calderas de vapor antes de que la válvula de seguridad se extendiese. Y aunque estos inventos hayan favorecido a la ciencia, en su mayoría, llegaron a realizarse sin su ayuda. Fueron los hombres prácticos de las minas, las fábricas, los talleres de máquinas, los de relojería y cerrajería o los curiosos aficionados a manipular materiales y a imaginar nuevos procedimientos, quienes los hicieron posibles”

Es decir, existe ya una ciencia amplia, cuantitativa, próxima a los trabajos más característicos de la evolución técnica. Pero la tracción de la innovación está en la técnica. De ella manan los problemas que serán objeto de estudio por la ciencia del momento. Aparece un cuerpo tecnológico amplio, pero más próximo a la ciencia que a la técnica. Se produce un importante flujo de información desde la actividad práctica hacia la reflexión científica, decantando en un amplio abanico de nuevos conocimientos. Pero es mínimo el flujo en sentido contrario. Dicho en otros términos, los actos de innovación técnica son notablemente ajenos a la realidad científica del momento.

Por otra parte, aumentan enormemente las acciones de ejecución técnica, los procesos de producción (reproducción) repetitivos, sentándose las bases de la división del trabajo, y comenzando a distanciarse los ámbitos de acción del técnico y el obrero.

En la segunda mitad del siglo XIX, comienza, en algunos puntos del mundo industrializado, lo que Munford denomina el periodo neotécnico, y que él sintetiza en la electricidad como fuente de energía y las aleaciones como materiales más característicos. Se produce en él una inversión importante respecto al anterior:

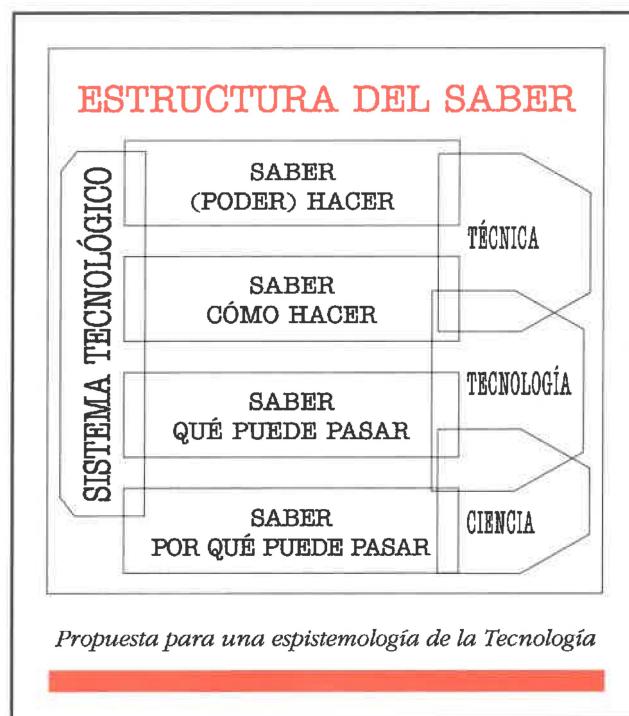
“En la fase neotécnica, la principal iniciativa procede, no del ingenioso inventor, sino del

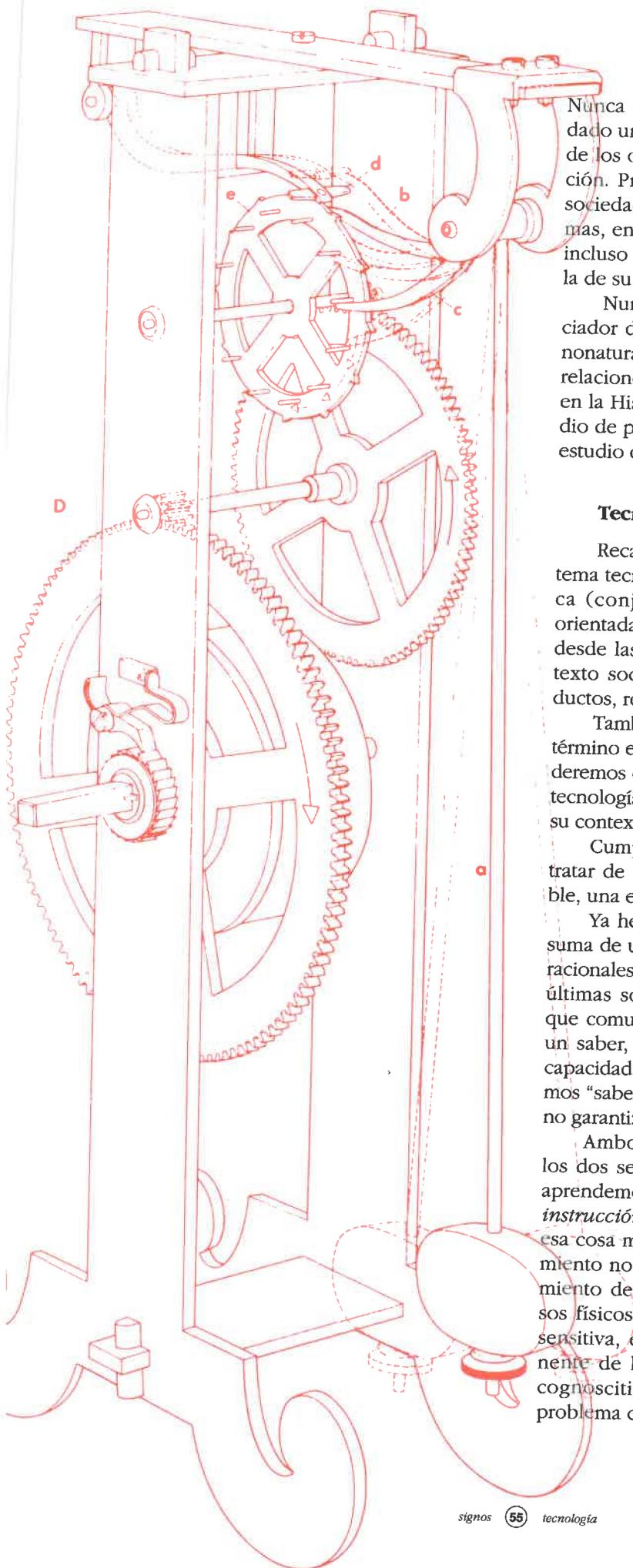
científico que establece la ley general: la invención es un producto derivado. Fue Hey quien en sus elementos esenciales inventó el telégrafo, no Morse; fue Faraday quien inventó la dinamo, no Siemens; fue Oersted quien inventó el motor eléctrico, no Jacobi; fueron Clerk-Maxwell y Hertz quienes inventaron el radiotelégrafo, no Marconi y De Forest.”

Es decir, lo que caracteriza a este periodo es el doble y poderoso flujo de información entre las aplicaciones prácticas (técnicas) y los desarrollos teóricos (ciencias), y como consecuencia, el crecimiento explosivo de ese puente de conocimientos entre ambos, constituido por las tecnologías. (Hasta el punto que el término tecnología, por extensión, acaba denominando a casi todo el sistema tecnológico incluidos muchos de los desarrollos teóricos a él vinculados, lo que justifica nuestra aceptación a su utilización como tal, cuando se usa en sentido genérico). Es decir, se aproximan hasta confundirse la innovación técnica y la ciencia.

Si al comienzo habíamos convenido que la técnica, nacida en el albor de la humanidad, y la ciencia, mucho más joven, se encontraron en un momento histórico, y de allí nacieron la ciencia moderna y la tecnología (reflexión sobre la técnica), podemos decir ahora que, a partir de entonces, la ciencia y la técnica han vuelto a entrecruzarse múltiples veces, y cada vez en lazos más cortos, alrededor de un núcleo creciente, la tecnología, que parece constituirse en guía de su evolución.

Efectivamente, la importancia de la tecnología radica en que en el momento actual, en plena explosión de “actos y resultados técnicos”, se adelanta a los acontecimientos, invierte la relación inicial, y de reflexión sobre las técnicas existentes salta a, sobre la base del conocimiento humano, buscar nuevas técnicas, adelantándose incluso a las necesidades, configurándolas.





Nunca en la historia de la humanidad se había dado un fenómeno paralelo a proyectos como el de los ordenadores de la llamada quinta generación. Proyectos tecnológicos que alumbran una sociedad radicalmente nueva. Nueva en sus formas, en sus medios, en sus relaciones de poder, incluso en su concepción básica del hombre: en la de su inteligencia.

Nunca como hoy se asistió al relato anunciativo de la evolución de esa complejísima tecnonaturaleza sobre la que el hombre asienta sus relaciones ecológicas y sociales. Por primera vez en la Historia, la Tecnología deja de ser un estudio de pasado o de presente para pasar a ser un estudio del Futuro.

Tecnología y conocimiento

Recapitulando, hemos acordado que un sistema tecnológico está compuesto por: una técnica (conjunto de acciones intencionalmente orientadas); su tecnología (resultado del estudio desde las ciencias, de dicha técnica); y un contexto sociotécnico (medios, instrumentos, productos, resultados, modos culturales, etc).

También hemos convenido que, utilizando el término en sentido amplio, por Tecnología entenderemos el conjunto formado por una técnica, su tecnología (en sentido estricto), y gran parte de su contexto (generalmente medios y productos).

Cumplida la presentación histórica, vamos a tratar de encontrar, en la medida que sea posible, una estructura interna a esta Tecnología.

Ya hemos dicho que toda técnica supone la suma de un conjunto de conocimientos (los operacionales) más un conjunto de habilidades. Estas últimas son componentes *no cognoscitivos*. Lo que comúnmente llamamos "saber hacer", no es un saber, es poder, no es un conocimiento, es capacidad para actuar, mientras que lo que llamamos "saber cómo hacer" si es conocimiento, pero no garantiza la capacidad de hacer.

Ambos conceptos tienen algo en común: los dos se aprenden. La diferencia está en que aprendemos cómo se hace una cosa mediante la *instrucción*, mientras que aprendemos a hacer esa cosa mediante el *entrenamiento*. El entrenamiento no se reduce a la transmisión y procesamiento de información, incluye además procesos físicos de adaptación (muscular, neuronal, sensitiva, etc). La distinción entre este componente de habilidad práctica y el componente cognoscitivo es fundamental para afrontar el problema de la educación tecnológica.

"La Tecnología es el discurso sobre los actos técnicos para buscar un por qué"

A su lado, las tecnologías (en sentido estricto) aparecen configuradas fundamentalmente por elementos cognoscitivos. Como se desprende del análisis anterior, en el momento actual, y de forma fuertemente acelerada, los elementos tecnológicos asociados a cada técnica son muchos y de diversidad y complejidad teórica creciente. (Tecnologías como la del laser se apoyan en fenómenos sólo explicados desde los últimos presupuestos científicos).

Desde la óptica de la formación, y como ya hemos indicado, tradicionalmente se distinguen dos núcleos de objetivos: la formación para el trabajo, generalmente constituida alrededor del saber hacer, enormemente fragmentada en cuanto a su amplitud, socialmente asignada (salvo algunas excepciones) a las clases bajas, compuesta de repertorios técnicos, cada vez más pobres en contenidos tecnológicos; y la formación técnica, dirigida fundamentalmente al conocimiento de las tecnologías, con inclusiones más o menos amplias de "saber como hacer", dividida en ramas y especialidades, y socialmente asignada a clases medias.

Pero en este campo aparentemente complejo, es posible encontrar un eje vertebrador. Al igual que el amplio y complejo mundo de la informática se encuentra nucleado alrededor del ordenador (motor universal de todo tipo de programas), la Tecnología (en sentido amplio) puede estructurarse alrededor de su motor inicial: el método intelectual que opera en la creación técnica (el "tecnicismo" orteguiano).

Hemos acordado que los sistemas tecnológicos actúan detectando necesidades, aislando, analizando, planteando soluciones, ejecutando, modificando para hacerlas efectivas, manteniéndolas, divulgándolas, y en su sentido ideal, estudiando sus repercusiones en las personas y en el ecosistema. Desde hacer un cartel a un túnel submarino, hay una gama infinita de problemas susceptibles de desencadenar "procedimientos tecnológicos" para resolverlos.

De una manera genérica podemos decir que el modo de actuar de la Tecnología es mediante la ejecución de procedimientos tecnológicos.

Situados aquí, el problema podría reducirse a establecer la estructura común a todos los antedichos procedimientos.

Aunque son posibles diversas estructuras, desde el punto de vista de los docentes, (tanto por razones metodológicas como de contenidos), puede resultar útil descomponer todo procedimiento en los siguientes componentes:

-Componente sociohistórico: Todo procedimiento nace para dar respuesta a una necesidad o interés de una persona o grupo. El resultado de todo procedimiento repercute sobre la sociedad, tanto por su eficiencia (usuario), como sobre los que lo ejecuten (trabajadores), o sobre el medio (impacto). La historia moderna (a través de las armas o la competencia internacional) y las formas de la cultura (la música, el video, etc.) están más conformadas que condicionadas por la tecnología.

-Componente representacional: desde la definición y análisis del problema, hasta la concepción, anticipación y comunicación de la solución, todo procedimiento plantea un problema específico de representación de la realidad. Y por tanto, todo procedimiento tecnológico está estructurado alrededor de lenguajes específicos (léxicos, gráficos, informáticos, etc.).

-Componente técnico: La razón última de todo procedimiento es modificar la realidad mediante una secuencia de acciones. Su componente objetivo es esa secuencia de acciones (el saber hacer) que modifica el medio en el sentido deseado. Supone la consumación del mismo y permite apreciar si se obtienen los resultados supuestos.

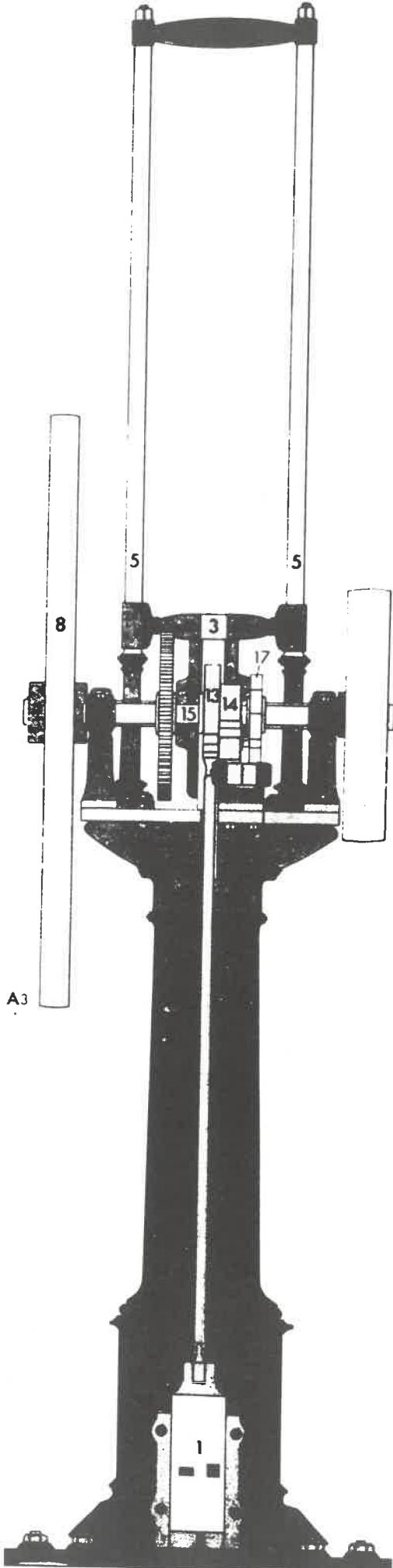
-Componente tecnológico: En el estado de evolución actual, no hay acción técnica sin una fuerte correlación con las ciencias colindantes. Es decir todo procedimiento está inspirado, articulado y justificado desde las ciencias a través de su tecnología.

-Componente metodológico. Situado transversalmente a los anteriores (metacomponente), encontramos el método, el modo intelectual de operar de la técnica actual. Conjunto de estrategias para resolver problemas reales en situaciones concretas. Motor del desarrollo tecnológico actual.

Educación Tecnológica

Es en este contexto donde se debe situar la educación tecnológica.

Para ello sería necesario aceptar una finalidad propia dentro del currículum. En estas hojas se apuesta por la siguiente: La educación tecnológica, anterior (en el proceso educativo de cualquier ciu-



A3

dadano) a la formación técnica o para el trabajo, ha de realizar una función polivalente. Situada en un periodo de fuertes cambios en las capacidades cognoscitivas de los alumnos, se iniciará con una decidida finalidad de herramienta para el desarrollo de capacidades básicas: de análisis, creatividad, expresión y comunicación, trabajo en equipo, sentido crítico, interpretación de la realidad exterior, psicomotricidad (lo que supone incluir manualidades necesariamente), etc.; para que, en su variación a lo largo de los cuatro años, termine aportando elementos de la sociotecnología (desde el conocimiento de materiales hasta la idea de impacto, ecológico y social, de las acciones técnicas) que favorezcan la relación del formado con los sistemas social, ecológico, económico y productivo donde está inmerso. Todo ello a través del eje vertebrador de los procedimientos tecnológicos.

Bibliografía

- I) Libros en los que se fundamenta el texto
- *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. José Ortega y Gasset. Revista de Occidente en Alianza Editorial. Madrid 1982.
- *Técnica y Civilización*. L. Munford. Alianza Universidad. Madrid 1971.
- *Filosofía de la técnica de la naturaleza*. Félix Duque. Cuadernos de Filosofía y Ensayo. Tecnos. Madrid 1986.
- *Tecnología: un enfoque filosófico*. Miguel Ángel Quintanilla. Colección Impactos. Fundesco Madrid 1989

II) Libros de donde se han extraído los anexos

- Leonardo da Vinci. Dibujos. *La invención y el arte en el lenguaje de las imágenes*. Editorial Debate. Madrid, 1987.
- Nicolás García Tapia. *Vida y técnica en el renacimiento*. Manuscrito de Francisco Lobato vecino de Medina del Campo. Biblioteca de Castilla y León. Universidad de Valladolid. Valladolid, 1987.
- Melvin Kranzberg, Carroll W. *Historia de la Tecnología*. Gustavo Gili, S. A. Barcelona, 1981.
- Varios. CEPs de Asturias (revista de los CEPs de Asturias).
- I. C. E. de la Universidad de Deusto. *La reforma en las Enseñanzas Medias*. Ediciones Mensajero. Bilbao, 1984.
- Hubert H. Hill. *La ciencia del trabajo*. Rialp. Madrid, 1963.
- Manuel Medina y José Sanmartín. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Nueva Ciencia. Ediciones Anthropos. Barcelona, 1990.

"Tradicionalmente se distinguen dos núcleos de objetivos: la formación para el trabajo o saber hacer, y la formación técnica, o saber cómo y por qué hacer"