

APROXIMACIÓN CONCEPTUAL DE TÉCNICA Y TECNOLOGÍA EN UN MARCO DE DESARROLLO DE PROYECTOS

Conceptual approach of technic and technology
in a frame of development of projects

Por: **David Chaquea**

Estudiante del Programa de Diseño Industrial
Departamento de Diseño
Universidad del Valle

Cristian David Chamorro R.¹

Profesor del Programa de Diseño Industrial
Departamento de Diseño
Universidad del Valle

Resumen: Este artículo examina, de manera conceptual, algunas diferencias claves entre técnica, tecnología y ciencia, y establece algunos paralelismos entre los momentos y fases de la investigación científica (según el modelo bungiano) y las del desarrollo de prototipos y objetos tecnológicos. Algunas reflexiones derivadas de la filosofía de la tecnología sirven de fundamento para establecer estas comparaciones y paralelismos. El artículo subraya que es un error entender la tecnología como ciencia aplicada o pura operacionalización de modelos y teorías científicas.

Palabras Clave: Técnica, Tecnología, Ciencia, Filosofía de la Tecnología, Diseño.

Abstract: This article analyzes, in a conceptual way, some key differences between technic, technology and science, and sets some parallelisms between the moments and phases of the scientific research (by means of the bungian model) and the phases of the prototypes and technological objects. Some reflections derived of the philosophy of the technology, are used as basis to stablish these comparisons and parallelisms. The article accentuates that it is a mistake to understand the technology as applied science or mere operationalization of models and scientific theories.

Keywords: Technic, technology, science, philosophy of the technology, design.

Introducción

“El hombre quiera o no, tiene que hacerse a sí mismo, autofabricarse. Esta última expresión no es del todo inoportuna. Ella subraya que el hombre, en la raíz misma de su esencia, se encuentra, antes que en ninguna otra, en la situación del técnico. Para el hombre vivir es, desde luego y antes que otra cosa, esforzarse en que haya lo que aún no hay; a saber, él, él mismo, aprovechando para ello lo que hay; en suma, es producción [...] (la vida) es producción, fabricación, y solo porque estas lo exigen, por lo tanto, después, y no antes, es pensamiento, teoría y ciencia” (Ortega y Gasset, 1982:52).

Técnica y Tecnología en el desarrollo de productos industriales

Para los intereses capitalistas de la sociedad actual la industrialización es un objetivo concreto de los países en vía de desarrollo. El fortalecimiento de la industria a través del desarrollo de productos competitivos y con altos niveles de comercialización, son algunas de las estrategias útiles en función de la consecución del objetivo industrial. Para ello suele requerirse la fabricación de nuevos productos o la modificación de los ya existentes, lo que supone procesos de reconfiguración y rediseño conceptual y técnico.

Para la investigación en diseño reflexionar acerca de la índole de la técnica y la tecnología resulta crucial. Pero lo que entendemos por técnica y tecnología suele darse por sobre entendido, aunque hay que reconocer que en múltiples discursos académicos la reflexión sobre tecnología y técnica aparece con alguna claridad. Pero en la transición que va desde las esferas conceptuales académicas a la puesta en marcha y desarrollo en un contexto particular, tal conceptualización suele desdibujarse.

Nos atreveremos a afirmar que es prácticamente imposible hacer referencia a procesos de desarrollo de productos sin tener una estructura conceptual suficientemente elaborada sobre técnica y tecnología, debido a que toda forma de producción material humana considera, de manera implícita o explícita, una concepción de técnica y tecnología, incluso cuando se trata de creaciones artísticas.

En este artículo nos proponemos una primera aproximación y análisis general de índole conceptual, acerca de técnica y tecnología, lo que nos obliga a su vez a hacer algunas referencias acerca de lo que las asimila y diferencia de la ciencia. Luego, tras esta revisión, haremos algunas referencias acerca de las implicaciones que el debate actual sobre los conceptos de tecnología y técnica tienen para el desarrollo de productos industriales.

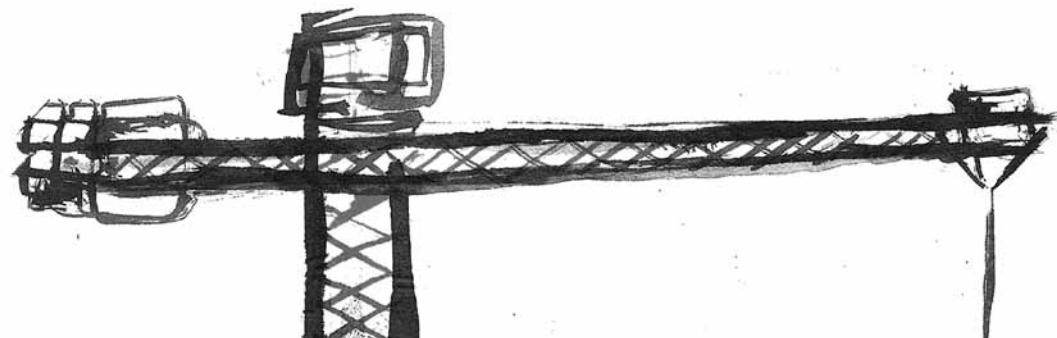
La técnica como origen

Desde un punto de vista temporal y cronológico, la *técnica* aparece en la historia de la humanidad mucho antes que la *tecnología*. Se remonta a las actividades primitivas realizadas por el hombre desde las herramientas de piedra hasta la actualidad. Ha estado presente en la vida del hombre en todas o la gran mayoría de las actividades en las que interactúa con su entorno, con un protagonismo tal que “*sin técnica, el hombre no existiría ni habría existido nunca*” (Ortega y Gasset; 1982:13). La técnica ha sido un factor determinante en la sobrevivencia y desarrollo de la especie humana, y permitió su evolución hasta el punto en que nos encontramos en la actualidad.

La técnica está asociada estrechamente a la interacción entre el ser humano y su entorno, y a la interpretación que el ser humano hace de tal interacción en busca de soluciones a las necesidades que emergen durante su existencia en el mundo. La naturaleza se presenta de manera hostil a los ojos del ser humano, es decir, ningún entorno natural le es acogedor en términos biológicos y antropomórficos, y no existe un hábitat que le sea propio; por lo tanto, el ser humano está obligado a elaborar un ambiente de su propiedad, uno artificial en donde realizar y satisfacer sus necesidades. Este es el panorama en el que el hombre se establece en el mundo, una naturaleza que se ofrece con dos rostros: provee ciertas *facilidades* ocultas tras una maraña de *dificultades*. A simple vista, la tensión entre las facilidades y las dificultades no es un caso excepcional humano, no es el único desadaptado natural: los animales padecen igual situación. En ese sentido podemos catalogar ciertas actividades animales como casos particulares de actividad técnica, una técnica animal relacionada con millones de años de evolución e instinto natural del que estas especies están dotadas; de esta manera no podemos desconocer cierta técnica animal en la forma como un pájaro elabora un nido, como una araña construye una telaraña o un chimpancé utiliza una rama para extraer termitas, pero de ello no se ocupa este artículo.

La diferencia entre dichos comportamientos y la técnica humana radica en la forma como el hombre reflexiona sobre su entorno. Para Dessauer (1964), el hombre percibe la naturaleza como *Lo Real*, aquello que le es próximo, de lo que puede disponer, tal y como lo haría un animal, pero su accionar no se queda en tal nivel. A su vez, producto de su reflexión, el hombre descubre *Lo Posible*, aquello que se encuentra tras la maraña, que no es visible ante sus ojos ni palpable a sus manos, aquello que es producto de la transformación de *Lo Real*.

Es evidente que la técnica surge como producto de una constante tensión entre facilidades y dificultades, necesidades y soluciones, *Lo Real* y *Lo Posible*. Dicha tensión se presenta en todas las actividades que realiza el ser humano y es por eso que no puede evitar ser técnico.

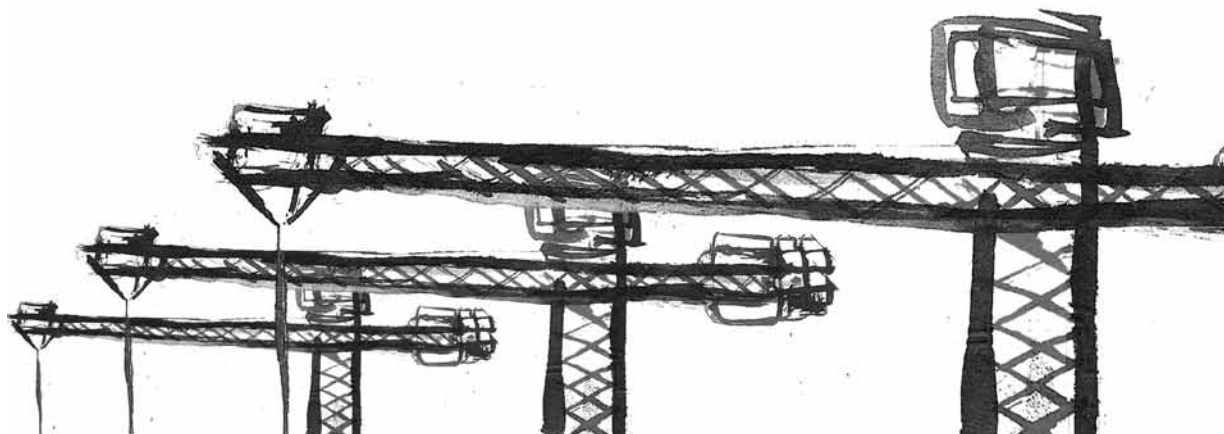


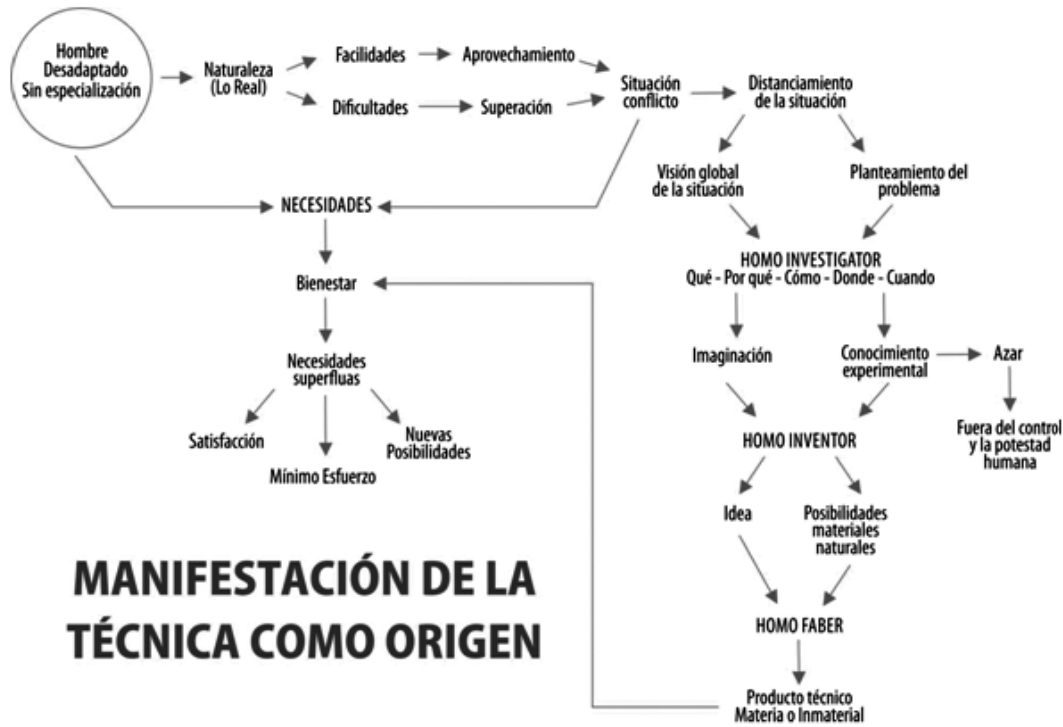
Pero hace falta algún análisis acerca de lo que se entiende por *necesidad*. Es cierto que el hombre biológicamente comparte una raíz común de necesidades con las demás especies, alimento, descanso, protección y demás, pero el ser humano va más allá. Según Ortega y Gasset, “*el hombre no tiene empeño alguno por estar en el mundo. En lo que tiene empeño es en estar bien. Solo esto le parece necesario y todo lo demás es necesidad en la medida en que haga posible el bienestar*” (Ortega y Gasset; 1982:34).

Si bien la técnica humana aflora a partir de aquellas necesidades básicas, fundamentales para alcanzar cierto bienestar, lo relevante es que la técnica humana no se limita únicamente a la satisfacción del tipo de necesidades inmediatas que el ser humano tiene en común con otras especies. Aunque alimentarse es una necesidad primaria y debe ser resuelta al instante, a diferencia del animal, el hombre no se limita a satisfacer su hambre, y en su lugar se plantea siempre problemas que transforman la necesidad primaria. Por ejemplo, consciente del esfuerzo que implica la obtención de alimento, aspira a obtenerlo con mayor facilidad y en ese sentido la necesidad primaria se transforma en necesidad de nuevo tipo. Ya no es necesario obtener alimento, la verdadera necesidad es obtenerlo con el menor esfuerzo². Esa mutación de las necesidades primarias permite la evolución de la técnica, puesto que una necesidad primaria se encuentra dentro del marco de *Lo Real* hasta ser resuelta dentro de las condiciones de *Lo Posible*, y se transforma a una necesidad superflua, que se convierte en nuevo Real a satisfacerse a partir de un nuevo Posible; esto genera una nueva necesidad superflua, y así sucesivamente, en comportamiento y dinámica recursiva y cíclica sin final determinado, un comportamiento primigenio que no se ha detenido ni se detendrá.

Como breve conclusión sobre los aspectos relevantes al surgimiento de la técnica encontramos tres nociones importantes: necesidad, entorno y transformación. Aunque aún no hemos definido ni caracterizado la técnica, una breve contextualización histórica sobre el origen compartido del hombre y la técnica nos permite una aproximación más clara a la construcción de un concepto, o por lo menos, una definición inicial: hasta el momento podemos considerar la técnica como la transformación ejercida por el hombre a su entorno en busca de la satisfacción de sus necesidades superfluas específicas.

En el siguiente diagrama (Figura 1) se ofrece una síntesis de lo que se podría entender como las diferentes variables y relaciones presentes en el momento de identificar el origen de la técnica como manifestación. Desarrollaremos este diagrama más adelante.





MANIFESTACIÓN DE LA TÉCNICA COMO ORIGEN

Figura 1. Identificación de variables y sus relaciones en la Manifestación de la técnica como origen.

La técnica como evolución

El hombre ha vivido y vivirá en artificios que le han sido posible construir a través de sus capacidades técnicas, desde las cavernas primitivas hasta los rascacielos de la actualidad.

Así como las necesidades del hombre se han transformado a lo largo de su historia, también la técnica ha evolucionado para satisfacerlas, en una dinámica de co-determinación o de determinación mutua (técnica ↔ necesidades) presente a lo largo de las diferentes etapas de la existencia humana.

Toda evolución compromete un método y el caso de la técnica no representa una excepción. La transformación de las necesidades solamente representa la fuerza motriz que pone en marcha la maquinaria de la evolución de la técnica; pero la forma mediante la cual esta se modifica es propia y particular de su caso, y considera entre otras el azar. Entendemos el azar como el nulo o escaso control o comprensión que el hombre puede ejercer sobre cierta situación dada o cierto efecto alcanzado. De esta forma, es preciso aclarar que el azar es producto de la percepción humana, de la interpretación de aquello que le es inexplicable e incontrolable. Cabe afirmar que en la naturaleza los procesos naturales suceden bajo la estructura *causa-efecto*, producto de una sucesión y encadenamiento de acontecimientos que desencadena un resultado específico; por lo tanto, en la naturaleza el azar no es una condición considerable.

Así, el método mediante el cual la técnica evoluciona es el azar. El hombre primitivo tiene un acercamiento superfluo a la naturaleza, es decir no puede explicar más allá de lo que su condición humana y sus limitaciones físicas e intelectuales le permiten comprender, y sin comprensión no puede existir control. Este azar influye en las diferentes etapas que atraviesa el ser humano en sus procesos técnicos, las cuales, para Dessauer (1964) consisten en tres: *Homo Investigator*, *Homo Inventor* y *Homo Faber*³. A la etapa del *Investigator* le corresponde el acercamiento con el entorno, el planteamiento del problema, el cuestionamiento. La del *Inventor* comprende la concepción de una idea, el producto de la interacción entre su saber empírico y su imaginación; y finalmente en la etapa del *Faber* se materializa la imagen mental, se establece un precedente objetual en el mundo, se evidencia su experiencia y su percepción sobre su entorno. En la etapa del *Investigator* el hombre está sujeto a la espontaneidad de la naturaleza, a la manifestación esporádica de cierto efecto, a lo que se entiende por azar; es decir, le es imposible inducir un proceso natural ajustado a su deseo. En la etapa del *Faber* se encuentra en igual situación. Las innumerables variables que comprenden la elaboración de un objeto, por primitivo que sea, están fuera de su alcance y se encuentra sometido al ensayo y el error.

De esta manera, la constante interacción entre el ser humano y la naturaleza comprende una transformación de esta última, y a su vez la creación de objetos inexistentes. Al respecto, Ortega y Gasset (1982) afirma lo siguiente:

“El hombre quiera o no, tiene que hacerse a sí mismo, autofabricarse. Esta última expresión no es del todo inoportuna. Ella subraya que el hombre, en la raíz misma de su esencia, se encuentra, antes que en ninguna otra, en la situación del técnico. Para el hombre vivir es, desde luego y antes que otra cosa, esforzarse en que haya lo que aún no hay; a saber, él, él mismo, aprovechando para ello lo que hay; en suma, es producción [...] (la vida) es producción, fabricación, y solo porque estas lo exigen, por lo tanto, después, y no antes, es pensamiento, teoría y ciencia” (Ortega y Gasset, 1982:52).

Tanto en el proceso de acercamiento al entorno como en la materialización de sus ideas la técnica está sujeta al azar. J. Ladriere (1977) se acerca a este fenómeno entendiéndolo como “[...] un conjunto de habilidades prácticas carentes de verdadera justificación teórica. Se sabía cómo producir tal o cual efecto pero no se estaba en condiciones —al menos— de explicar por qué tal tipo de acción comportaba tal efecto” (Ladriere; 1977: 50). La falta de justificación, para el momento histórico, no representaba ninguna inconformidad, puesto que la moderada eficiencia de los procesos técnicos era suficiente para alcanzar los objetivos. Aun en la actualidad muchas técnicas en su mayoría artesanales continúan ejecutándose con ausencias teóricas en sus procesos, debido a que representan siglos de tradición cultural y de “eficiencia técnica”.

Ortega y Gasset propone tres etapas de la técnica a lo largo de la historia humana; la técnica del azar, la técnica del artesano y la técnica del técnico.

La técnica del azar

Esta etapa hace explícita referencia a lo anteriormente mencionado, pero existen ciertos factores expuestos por el filósofo español que son de gran utilidad para alcanzar finalmente una sólida conceptualización y caracterización de la técnica. En primer lugar, el acto técnico se realiza de manera inconsciente y comprende una serie de actos limitados, principalmente enfocados en la consecución de alimento, agua y refugio. En términos sociales los actos técnicos tienen un alto grado de generalidad, es decir, en una sociedad primitiva todos sus individuos ejecutan la misma técnica bajo los mismos patrones sin ningún tipo de especialización por parte de un individuo o un segmento del grupo. No es posible afirmar que sus creaciones sean idénticas, pero sus variaciones responden a características antropomórficas y habilidades motrices, y no a un razonamiento respecto a la modificación técnica. Finalmente, hay que añadir, que en esta etapa el hombre se acerca y transforma su entorno a través de herramienta, entendiendo estas como una máquina operada a mano o por lo menos que el elemento de contacto directo entre la máquina y el mundo en principio sea la manipulación humana”⁴.

Quizás el término “máquina” no esté muy acorde con el discurso que estamos planteando, y aunque desde su perspectiva mecanicista Mitcham (1994) lo enuncie así, optaremos por sugerir reemplazar el término por “objeto”.

La técnica del artesano

Se inicia con el establecimiento de las grandes civilizaciones pero se hace mucho más evidente en la Edad Media. Principalmente, se caracteriza por la configuración del artesano como el individuo que ejecuta cierta técnica específica conforme a sus habilidades y su conocimiento tradicional. De esta manera, la generalidad de la etapa anterior se disemina en la especificidad de ejecuciones particulares adquiriendo la forma de oficios como el herrero, el alfarero, el agricultor, el alquimista, el carpintero, el constructor, entre otros. Hay que aclarar que el artesano no es una forma personal, hace referencia al grupo de individuos que ejecutan cierta técnica. Es importante mencionar este aspecto puesto que dentro de los diferentes oficios técnicos es posible identificar los estilos, es decir, habilidades desarrolladas con cierta consciencia de su ejecución y ejecutadas por un grupo o escuela específica dentro de una técnica particular.

Otro de los aspectos relevantes de esta etapa es que no existe una simple motivación en transformar el entorno, sino que hay un evidente interés por conocer los sistemas naturales. Durante la primera etapa mencionamos las herramientas, diseñadas para transformar y modificar, más no para analizar y comprender. Para alcanzar estos nuevos objetivos el hombre desarrolla instrumentos. Para Mitcham (1994) un instrumento es un dispositivo de medición, registro u observación operado a mano o de otra manera⁴. A través de este nuevo tipo de objetos el hombre reconoce las propiedades de los elementos que le rodean y se aproxima a aquello que le era ajeno en la etapa anterior, la comprensión y el control.

En última instancia consideraremos que el Artesano continúa siendo un Técnico-Obrero, es decir, aún es el planeador y ejecutor de la técnica; es quien estipula el fin (objeto), estructura el proceso y a su vez lo ejecuta. Aunque esta característica no establece una diferencia con la etapa anterior, sí es pertinente al compararla con la que le precede.

La técnica del técnico

Históricamente es posible contextualizar este fenómeno durante la Revolución Industrial. Como primera y fundamental característica encontramos que los supuestos técnicos superan a los naturales. Debido al conocimiento de la naturaleza que le otorgan los instrumentos, la técnica se desprende de lo que las manifestaciones naturales y las circunstancias le puedan ofrecer, el control de los fenómenos se hace evidente, y el técnico permite plantearse cuestiones que trascienden la mecánica inmediata de la naturaleza. En segundo lugar, el hombre se hace consciente de *la técnica* como universalidad, como característica de su devenir y actuar en el mundo. Anteriormente, tenía conciencia de aplicaciones o actividades técnicas, mas no del fenómeno técnico como tal. Esta conciencia técnica se asemeja al control de un poder sobrenatural capaz de transformar su entorno a su antojo y conforme a sus necesidades, y le permite al hombre evolucionar más eficientemente en sus actos técnicos. Este tipo de reflexión, sumado a la conciencia técnica y el control nos permite asegurar que la tercera etapa consiste en la constitución de la base tecnológica.

En tercer lugar, a partir de su consciencia técnica existe un desligamiento de la planeación y la ejecución del acto técnico. A diferencia del artesano, en esta etapa se hace visible la figura del Ingeniero-Diseñador, como aquel individuo responsable del diseño de un producto y la planeación de su proceso de elaboración; y el Obrero, como aquel responsable de la ejecución y control de dicho proceso de producción.

En las primeras etapas el control del artesano era ejercido sobre la herramienta y los instrumentos; para la tercera, la aparición de la máquina dentro de los procesos de producción desplaza la mano de obra humana al punto de transformarla en una herramienta adicional. De acuerdo con Mitcham (1994) una máquina es una herramienta que no necesita energía humana porque tiene una fuente de poder externa “pero que sí requiere dirección humana” (Mitcham, 1994:162)⁶. Recordaremos que la herramienta representaba un intermediario entre el hombre y la transformación del entorno e implicaba una directa manipulación. Para el caso de la máquina el hecho de contar con fuentes de energía diferentes a la mecánica humana implica la ausencia de manipulación directa, por lo tanto, es otro tipo de control el que se ejerce durante esta etapa.

Tan diferente como el control de una herramienta y el control de la naturaleza por medio del conocimiento elaborado a partir de instrumentos, el control de la máquina hace referencia a la posibilidad de obtener el mismo resultado en la misma cantidad de repeticiones que se ejecute un proceso (criterio de efectividad según Ladriere, 1977). En los actos técnicos en donde el ser humano (artesano) es el protagonista del proceso de transformación, su imperfección terrenal influye en el resultado final. Sus habilidades, estado de salud, estado anímico, agotamiento y en general su condición humana lo hace susceptible al error; por lo tanto, la variación en el resultado final será una constante.

Con la implementación de la máquina en la fabricación de productos se eliminan los factores expuestos con anterioridad. No depende de destrezas, ni salud, ni estado de ánimo. No se agota y debido a la poca participación directa de la mano de obra humana, la probabilidad de la aparición de errores o modificaciones al final de una línea de producción es mucho menor o prácticamente nula.

Aunque ciertas condiciones de la última etapa técnica pertenecen a la caracterización de la tecnología, fueron tenidas en cuenta para complementar el ciclo técnico expuesto por Ortega y Gasset, haciendo referencia a la implementación principalmente de la máquina. (Ver Figura 2).



Figura 2. Evolución de la técnica

Conceptualización y caracterización de la técnica

A partir de lo anterior, del origen y la evolución de la técnica, es posible recoger los aspectos relevantes que nos permitan elaborar un concepto lo suficientemente acorde con nuestros intereses. En un primer momento se entiende a la técnica como la transformación ejercida por el hombre a su entorno en busca de la satisfacción de sus necesidades superfluas específicas. Esta definición se queda corta a la hora de considerar los elementos que comprende el fenómeno de la técnica, de esta manera se acerca más a la categorización de un acto técnico.

Para conceptualizar la técnica es necesario plantear en primera instancia que hace referencia a un conocimiento empírico carente de justificación teórica, es decir saberes tradicionales o etnoconocimientos, en función de la transformación del entorno en procura de la satisfacción de las necesidades humanas. Estos saberes, tal y como lo mencionó Ladriere (1977) con anterioridad, son de orden práctico enmarcados dentro del *saber cómo* producir tal o cual efecto desconociendo el *saber qué*. Dicho conocimiento se modifica y evoluciona a través de la experiencia y la destreza de sus ejecutores apoyándose en el ensayo y error. Por carecer de suficiente base teórica para replicar un procedimiento en cualquier situación, el azar continuamente juega un papel fundamental en sus desarrollos y productos, lo que vuelve lenta su efectiva evolución.

Hasta este punto hacemos referencia únicamente a la técnica como conocimiento y su evolución. Por lo tanto, es posible inferir que la técnica es, principalmente, el medio a través del cual se alcanza un fin, es decir, el conocimiento mediante el cual se logra una transformación o modificación del entorno.

A lo anterior añadiremos ciertas características que facilitan la caracterización específica de los actos técnicos.

- La mano de obra del hombre es la fuerza motriz que permite la transformación de su entorno.
- La modificación de la naturaleza se realiza a través del uso de herramientas, como únicas intermediarias entre el hombre y su entorno.
- Las habilidades humanas tienen gran influencia en la consecución de los objetivos de transformación.
- Los actos técnicos pueden variar de una sociedad a otra, o de un grupo social a otro, aun si ejecutan la misma técnica. Esto está determinado por los etnoconocimientos de los que cada grupo está dotado y se configuran como estilos.

Hasta aquí, contamos con suficientes elementos para determinar si un proceso de producción de cierto objeto puede constituirse como producto de conocimiento y ejecución técnica.

La tecnología

La tecnología podría catalogarse como un caso particular de la técnica. Difícilmente podríamos usar el término *evolución* para referirnos al proceso mediante el cual la técnica configura de alguna manera la tecnología, puesto que la técnica es producto del azar y la contingencia. Por lo tanto, en principio, si consideramos a la tecnología un caso particular de la técnica, entonces no podríamos entenderla como producto de procesos evolutivos relativamente controlados y pensados. Se precisa antes de continuar reflexionar conceptualmente el estatuto de la Ciencia, antes de volver a hablar de la tecnología como una forma particular de la técnica. Es decir, antes de descomponer analíticamente el fenómeno tecnológico es necesario establecer ciertos parámetros acerca de la ciencia.

Aspectos relevantes de la Ciencia

Hay que aclarar que la construcción conceptual de Ciencia amerita una revisión más profunda, pero para nuestros intereses solo algunas características contienen relevancia suficiente.

Con la elaboración de instrumentos, cuyo objetivo es facilitar la apropiación de conocimiento sobre los sistemas naturales, se inicia la configuración de la ciencia. Aunque la simple recolección de datos no puede ser catalogada como conocimiento científico, es una primera y valiosa aproximación.

El ser humano aspira a ampliar los márgenes de control. La comprensión y el entendimiento de la naturaleza que lo rodea están en función de la ampliación del dominio y control. Mario Bunge (1960) expone este fenómeno en los siguientes términos:

“(...) mientras los animales inferiores solo están en el mundo, el hombre trata de entenderlo; y sobre la base de su inteligencia imperfecta pero perfectible, del mundo, el hombre intenta enseñorearse de él para hacerlo más confortable. En este proceso construye un mundo artificial: ese creciente cuerpo de ideas llamado “ciencia”, que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible” (Bunge, 1960:7).

La ciencia constituye entonces un cúmulo de conocimiento principalmente sistemático y general, por lo que se distancia del conocimiento técnico.

Diremos entonces que la ciencia se construye a partir de dos elementos: la conciencia y procedimientos lógicos o racionales, y la experiencia. Por lo pronto, nos detendremos en la experiencia, puesto que el razonamiento y análisis lógico comprende fenómenos que no son relevantes en este estudio.

Tanto el conocimiento técnico como el científico están basados en la experiencia. En ese sentido, no difieren el uno del otro. Las diferencias residen en los modos de derivar conocimiento a partir de la experiencia. La experiencia técnica, como lo mencionamos anteriormente, se construye a partir de la espontaneidad de la naturaleza, del ensayo y el error, del azar y la contingencia. Por su parte, la ciencia obtiene conocimiento a partir de una experiencia elaborada, estructurada y controlada. Ya no es necesario aguardar por una manifestación de la naturaleza para derivar conocimiento, por el contrario, se trata de controlar las condiciones y variables necesarias para que aparezcan fenómenos específicos susceptibles de análisis y estudio sistemático⁷.

Al no depender de un fenómeno esporádico y azaroso, la experiencia científica trasciende la simple observación, puesto que compromete una participación activa en términos de planificación y control: deja de ser un simple espectador. Aunque la experiencia compromete algunas formas de observación, en la ciencia dicha actividad compromete ciertos requerimientos. Ladriere (1977) lo expone en los siguientes términos:

[Observar en ciencias es] un procedimiento que consiste en aparecer un efecto determinado, detectable y analizable en circunstancias que han sido preparadas, según un plan preciso y en función de ciertas hipótesis relativas a los posibles efectos (...). Observar científicamente un sistema no es anotar de modo pasivo lo que sucede en él, si no preparar un dispositivo con el que sea posible recoger las informaciones de una especie dada, elegida a sabiendas, que proceda del sistema (...). Lo esencial en la experiencia no es evidentemente la recolección de datos, sino todo lo que precede y todo lo que le sigue. Antes de obtener los efectos, hay que efectuar lo que se llama una <preparación>, es decir, someter el sistema estudiado a ciertas violencias, la principal de las cuales consistirá en acoplarlo con sistemas artificiales, cuyo comportamiento es perfectamente conocido y sobre lo que es posible actuar con toda eficacia, sabiendo, en cada instante, qué efecto produce sobre el estado del sistema la maniobra efectuada. Esto es verdad, como acabamos de ver, aun en el caso de la simple observación, ya que toda observación supone un encuadramiento previo y la interpretación de unos instrumentos. (Podría admitirse, en rigor, que hay observaciones sin instrumentos, pero entonces habrá que considerar que los órganos de los sentidos y en especial los ojos, desempeñan el papel de instrumentos) (Ladriere, 1977:28-34).

Fundado en una experiencia consciente y controlada, el razonamiento científico permite la construcción de conocimiento general y sistemático del entorno, pero no se detiene allí. Tal y como la técnica evoluciona basada en el método de ensayo y error, una de las principales características de la ciencia es el Método Científico⁸, y de acuerdo con Ladriere (1977) implica un tipo de pensamiento planificado:

Por otra parte, después de recoger los datos y antes de llegar a un resultado significativo, hay que sintetizarlos, hacer la crítica de la experiencia de modo que se elimine, en lo posible, el papel de los errores de <observación>, e interpretar, finalmente, los datos brutos obtenidos (que se traducirán en curvas, series estadísticas, tablas de correlación...etc.) para que puedan deducirse enunciados utilizables, sobre la base de las ideas teóricas de que se dispone para <comprender> el fenómeno estudiado. Por ejemplo, si la experiencia ha estado inspirada por una hipótesis, es preciso que los datos sean interpretados en términos que puedan ser directamente comparados con esta hipótesis, por ejemplo, bajo la forma de un enunciado equivalente, compatible o incompatible con ella” (Ladriere; 1977:34).

El método científico considera tanto la forma de obtención del conocimiento, como el procedimiento y su sistematización; y supone un constante proceso de evolución a partir de la información obtenida a través de experiencias controladas previas.

Es posible identificar tres grandes fases dentro del desarrollo de la actividad metódica y científica. La constitución de conocimiento base, la experimentación y la obtención de resultados. Fundamentalmente, el método científico mantiene un comportamiento cíclico, de retroalimentación, por lo tanto los resultados obtenidos constituyen la base para iniciar un nuevo proceso.

Haciendo a un lado la experimentación, de la cual se ha hablado suficiente y cuyo objetivo es poner a prueba un sistema, es preciso mencionar los objetivos de las dos secciones que le acompañan. La constitución de un conocimiento base pretende establecer una hipótesis, y la obtención de resultados está en favor de establecer teorías. Las hipótesis y las teorías constituyen una segunda característica fundamental de la ciencia y se encuentran en función del bastante mencionado control.

Una hipótesis en pocas palabras puede considerarse como una predicción, basada en cierta experiencia y susceptible de comprobación. Dicha predicción asigna cierto valor a los procedimientos de control dentro del proceso científico, y no parte del azar ni lo contingente para llegar a lo desconocido, si no que previamente cuenta con referentes y anticipaciones sobre las modificaciones que puede experimentar un sistema y los probables efectos derivados de los fenómenos inducidos. Mario Bunge (1960) estipula que “cuando una proposición general (particular o universal) puede verificarse solo de manera indirecta –esto es, por el examen de algunas de sus consecuencias- es conveniente llamarla “hipótesis científica” (Bunge, 1960:38). Por lo tanto, la hipótesis permite comparar una suposición inicial con un resultado final, lo que le da un carácter medible y cuantificable a la experiencia, de manera que es posible realizar una evaluación del proceso y así corroborar o descartar dicha suposición.

Finalmente, el objetivo de la ciencia es estructurar teorías científicas. Una teoría científica, según Ladriere (1977), es una réplica modelada de la realidad:

“Es una especie de repetición de la realidad que se ofrece a la visión. Repite en el universo de la palabra las etapas constitutivas de la manifestación. Por este medio, llega a ser ella misma la manifestación, no solamente en el sentido de que al producirse se ofrece a la contemplación, en su conclusión, si no también y más radicalmente, en el sentido en que se convierte en el momento supremo de la manifestación, la instancia que recoge la aparición de la realidad en la fuerza de la palabra” (Ladriere; 1977:28).

El objetivo de la ciencia es el conocimiento puro, la comprensión de los procesos que se llevan a cabo en los sistemas naturales en los que el hombre se encuentra atrapado. Las teorías científicas abstraen, a partir de eventos particulares, comprensiones más generales y universales; operan una traducción del momentáneo plano experimental a la eternidad de la palabra⁹.

En este punto es evidente otra característica distintiva entre la técnica y la ciencia. En la técnica el conocimiento adquirido es un saber tradicional, variable de un individuo a otro o de un grupo a otro según su experiencia. Compromete etnoconocimientos cuyo contenido ideológico difícilmente puede ser transmitido de una forma diferente a la tradición oral, depende de habilidades particulares y es prácticamente imposible de replicar en otros contextos. Por su parte, el conocimiento científico, las teorías, refieren a un saber experimental producto de la puesta a prueba de hipótesis cuyos resultados son corroborados, no dependen de habilidades y saberes tradicionales; y su carácter universal permite la reproducción, a través de la escritura, de un “plan preciso” que réplica el fenómeno bajo condiciones específicas, con idénticos resultados. La teoría elimina el azar condicionando la dinámica de los sistemas naturales para alcanzar el objetivo del control.

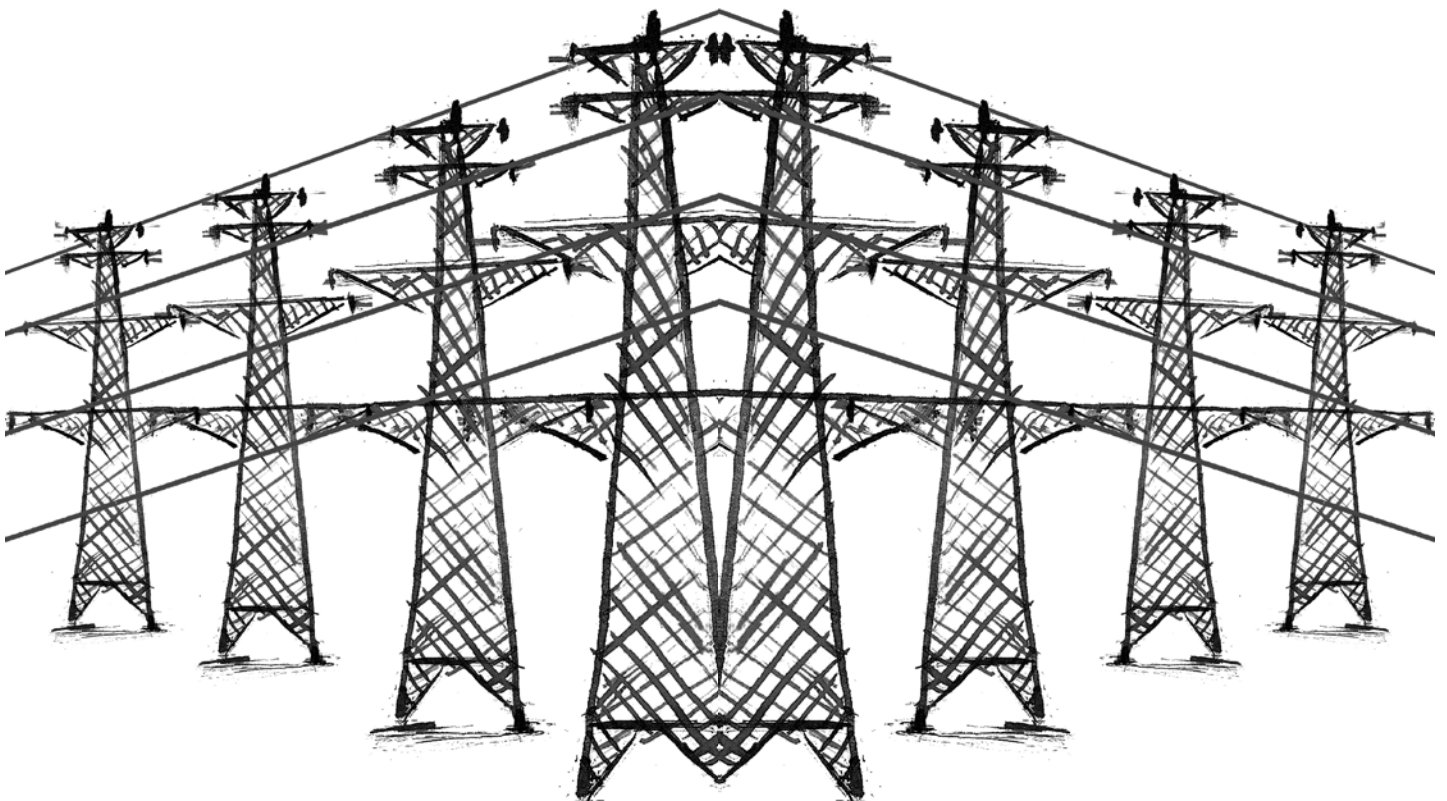
A partir de lo anterior se puede concluir lo siguiente: en primer lugar, la ciencia es el creciente cúmulo de conocimientos puros y sistemáticos de los sistemas naturales y hace referencia al *saber qué* (a diferencia del *saber cómo* de la técnica).

“... la actividad científica consiste en obtener informaciones suplementarias de los sistemas existentes; en transformar, por tanto, una información expresada objetivamente en forma de organización, en información expresada en forma de representaciones conceptuales” (Ladriere, 1977:57).

En segundo lugar, diremos que el medio a través del cual la ciencia realiza su acercamiento experimental a la naturaleza es el Método Científico, y finalmente señalaremos que el objetivo de la ciencia está en la abstracción de dicho conocimiento, elevándolo desde la particularidad hipotética a la universalidad teórica.

Finalmente, añadiremos una facultad particular de la ciencia, su carácter autopoietico. Aunque tiene lugar en relación directa con el método científico, su estrecha relación con la tecnología merece mencionarse. La autopoiesis refiere a la capacidad para crearse, modificarse y eliminarse a sí misma en relación a su proceso de evolución.

Por su contenido, la ciencia proporciona cierto saber sobre la realidad. Y por su método, trata de hacer posible un crecimiento ordenado de este saber y hasta de mejorar progresivamente los medios que garantizan este crecimiento. Probablemente, el aspecto más característico del proceso científico sea esta capacidad de progreso, que define cierto tipo de evolución (Ladriere, 1977:24).



Surgimiento de la Tecnología

La tecnología es producto de la interacción entre la técnica y la ciencia. La técnica surge a la par con la aparición del ser humano, y la ciencia, en Europa, obtiene su reconocimiento hacia el siglo XVIII. Cabe anotar que cierto tipo de conocimientos relativamente sistemáticos fueron desarrollados por alquimistas y eruditos algunos siglos atrás, pero siendo rigurosos este tipo de conocimientos no son científicos en tanto no consideran procedimientos de experimentación controlados y una teoría que permita su réplica sistemática. La ciencia surge en relación con la articulación de cada vez más amplias comunidades académicas, un cuerpo crecientemente complejo de problemas de estudio desde donde formular nuevos problemas y nuevas preguntas, la acumulación de procedimientos sistemáticos para investigación, y flujos crecientes de financiación y de recursos suministrados por instituciones de diverso tipo. Ella responde fielmente a su objetivo de revelar la verdad sobre la naturaleza. Esta ciencia comprometida con la teorización y matematización del entorno y los sistemas que lo componen es catalogada como *ciencia académica*; un tipo de ciencia que no manifiesta ningún otro tipo de motivación diferente a la comprensión y entendimiento del mundo.

Existe pues, considerando lo anterior, otro tipo de ciencia de la cual hablaremos a continuación. Para el siglo XIX la manufactura europea adopta la máquina de vapor y se convierte en el estandarte de la Revolución Industrial. La máquina a vapor suele presentarse como el ejemplo prototípico del hecho tecnológico¹⁰. Esta revolución, tal y como su nombre lo indica, modifica las formas de producción e introduce modificaciones continuas y permanentes en los procesos industriales. Mientras la ciencia académica corresponde a las universidades y las instituciones científicas, la industria construye laboratorios de investigación donde se desarrolla la *ciencia industrial*.

Ciencia industrial era un término que designaba el conocimiento construido a partir de la investigación científica en laboratorios financiados por las industrias, una investigación orientada a derivar aplicaciones concretas y directas en los sistemas industriales. Una ciencia útil con una estrecha relación con la técnica y las primeras formas de producción industrial, una actividad primitivamente tecnológica.

La tecnología es el resultado de la investigación que se produce en los laboratorios industriales – “ciencia industrial” – y se compara con la investigación que se desarrolla en los círculos académicos – “ciencia académica” – [...] El laboratorio de investigación industrial es el espacio en que la ciencia y la técnica se integran de manera definitiva (Hernández; 2001:9).

Aún así el conocimiento científico académico era susceptible de aplicación en el campo industrial.

Sobre la ciencia industrial se establecen diversos tipos de presión socioeconómica que modifican las condiciones y criterios de funcionamiento y desarrollo, distanciándose su similar académica, más autónoma. La ciencia académica está en función de criterios epistémicos como precisión, coherencia, universalidad, simplicidad, entre otros; mientras la ciencia industrial responde a criterios como eficacia, costos, utilidad social, etc. Sus diferencias también se aprecian en los resultados que obtiene cada una: mientras la academia produce artículos científicos, la industria genera patentes.

Tres aspectos relevantes convergen en el origen de la tecnología: la tecnología surge a partir de dos momentos históricos, el establecimiento de la ciencia y la Revolución Industrial; la tecnología encuentra su estructura más primitiva reflejada en el laboratorio industrial y la ciencia industrial, responde a un tipo de ideología que explota la interacción científico-técnica; y en tercera instancia, implica la inclusión central de la *Máquina* dentro de los procesos de producción.

¿Es la tecnología técnica o ciencia?

Hemos afirmado que *“la tecnología es un caso particular de la técnica”*(Hernández, 2001:16). Ahora resulta más práctico resaltar aquello que la tecnología no es en relación con la técnica y la ciencia.

La tecnología es un caso tan particular de la técnica, pero no es —en sentido estricto— técnica; y debido a su origen en la ciencia industrial no es ciencia: *“la técnica parece condenada a desaparecer frente a la profunda sofisticación y eficiencia de la tecnología; mientras la ciencia moderna ve amenazados los valores epistémicos y metodológicos que la caracterizan desde sus orígenes”*(Hernández, 2001:16).

La técnica y la tecnología comparten un objetivo común, la transformación y adaptación del entorno y los sistemas naturales en favor de la satisfacción de las necesidades superfluas humanas; pero se distancian diametralmente al poner en marcha sus dinámicas. Como ya lo mencionamos, la técnica construye su conocimiento a partir del azar, de la contingencia, de la experiencia de ensayo y error; e implica cierto tipo de conocimiento rico, en ocasiones, en contenidos místicos y tradicionales¹¹. La tecnología, en cambio, presenta una construcción y aprehensión de conocimiento a través de la ciencia industrial. Dicho conocimiento se estructura mediante cierta aspiración y adhesión a valores como la objetividad y la universalidad del método científico, en función de la predictibilidad y efectividad de sus desarrollos.

La tecnología se asimila a la ciencia, pero aún así procura diferencias fundamentales. La tecnología subordina el conocimiento científico a sus objetivos prácticos como primera medida; pero, además, construye su propio conocimiento apropiándose del método científico. La sistematicidad del método científico es el aporte fundamental de la ciencia al desarrollo de la tecnología, y procura esta suerte de relación simbiótica entre ambas, una relación de correspondencia en la que el progreso de la ciencia estimula el desarrollo de la tecnología, y los resultados de la actividad tecnológica permiten a la ciencia avanzar en su aprehensión del mundo. La tecnología se apropia del contenido y el método de la segunda; y en la relación técnica-tecnología, ambas comparten objetivos, pero se diferencian en el método y el tipo de conocimiento que procuran. La ciencia y la tecnología se distancian en los objetivos y el tipo de resultados (ver Figura 3). Según Ladriere (1977) “podría decirse que el objetivo de la ciencia es el progreso del conocimiento, mientras que la tecnología tiene por objetivo la transformación de la realidad dada. La ciencia tiende a adquirir nuevas informaciones sobre la realidad, mientras que la tecnología tiende a introducir la información en los sistemas naturales existentes” (Ladriere; 1977:52).

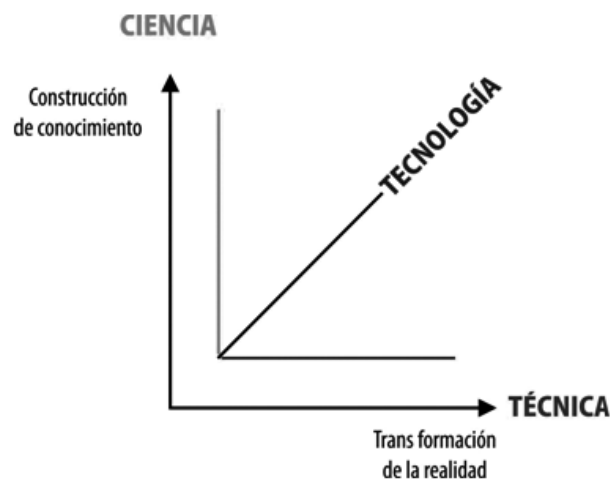


Figura 3. Relación entre ciencia, técnica y tecnología

Por supuesto la tecnología no se restringe a una manifestación material. Es decir, un producto tecnológico puede ser tanto un aparato celular como un nuevo lenguaje de programación para dicho aparato. Lo que define a la tecnología es su pretensión de transformar la realidad dada mediante desarrollos tangibles e intangibles que modifican los sistemas naturales o artificiales.

A partir de lo anterior es preciso afirmar que la tecnología no es técnica, ni tampoco es ciencia; es producto de cierta interacción entre las dos anteriores.

Caracterización de la Tecnología

En un primer vistazo, podemos identificar diferentes matices que adopta la tecnología. Carl Mitcham menciona una gran variedad de tipos tecnológicos en su publicación *Thinking about technology: a path between engineering and philosophy* (1994), de los cuales hemos derivado dos perspectivas: tecnología como operación y tecnología como conocimiento. La primera hace referencia a la manera como la tecnología actúa y se desempeña en relación a la naturaleza y la sociedad, y la segunda a la forma como construye su propio conocimiento.

La tecnología como Operación

Para abordar este primer matiz, estableceremos un referente a partir de las consideraciones de Jean Ladriere (1977), en las que especifica aquello que define a la tecnología:

(...) Se trata esencialmente de intervenir en el curso de las cosas, para impedir que se produzcan ciertos estados o por el contrario hacer aparecer estados que no lo harían espontáneamente. Y esto en función de ciertos objetivos dictados, en definitiva, por los sistemas de valores que rigen la acción. [...] El problema tecnológico consiste propiamente en obtener el efecto apetecido, con el máximo de eficacia, es decir, de tal forma que se tengan las máximas posibilidades de obtener ese efecto (Ladriere, 1977:54).

Vale la pena subrayar, en Ladriere (1977), su énfasis en dos aspectos definitivos la capacidad de intervención de la tecnología y la importancia de la eficacia.

En la técnica se intervienen los sistemas naturales en busca de la transformación y adaptación de la naturaleza a los intereses del hombre; y en la tecnología se intervienen los sistemas para comprender y entender su comportamiento. En la tecnología la intervención se funda en la ciencia y el método científico. Hay que aclarar, que la tecnología se apropia de la dinámica propuesta por el método, pero realiza cierto tipo de adaptaciones que se correspondan con los objetivos que le son propios. Sostenemos que las etapas expuestas por Mario Bunge para la ciencia encuentran cierto paralelismo con las del proceso tecnológico de desarrollo de productos (ver a continuación cuadro comparativo).

Paralelo entre los componentes del Método Científico y las etapas del desarrollo de producto.

DESARROLLO DE PRODUCTO (INTI)		MÉTODO CIENTÍFICO (MARIO BUNGE)
Definición Estratégica	—————	Reconocimiento de los hechos Descubrimiento del problema Formulación del problema
Diseño de Concepto	—————	Selección de factores pertinentes Invencción de hipótesis
Diseño en Detalle	—————	Traducción matemática Búsqueda de soportes empiricos Búsqueda de soportes racionales
Verificación y Testeo	—————	Diseño de la prueba Ejecución de la prueba Elaboración de resultados Inferencia de conclusiones
Disposición Final	—————	Comparación de conclusiones Reajuste del modelo Sugerencia acerca del trabajo ulterior

Cada una de las fases de desarrollo de producto expuestas en el cuadro comprende ciertas características específicas en relación con la tecnología. Por el momento, es posible homologar cada una de las fases con cierto número de componentes del método. Cabe anotar que lo que tienen en común las fases de desarrollo de productos y el método científico es una aspiración a aumentar el control sobre las variables del sistema. De esta manera la intervención de los sistemas a partir del método científico garantiza un grado de control ulterior sobre los procesos y los resultados.

El control de los sistemas, naturales y artificiales, ha significado un horizonte inalcanzable para el hombre desde sus inicios técnicos. La ciencia logró acortar la brecha; y la tecnología, en términos muy coloquiales, lo llevó a la práctica. En este punto es posible analizar el concepto de eficacia, mencionado por Ladriere.

La eficacia implica cierto grado de control orientado a alcanzar determinados efectos y resultados. De acuerdo con Ladriere (1977), la eficacia considera dos criterios específicos: el criterio de efectividad y el criterio de economía. Según Ladriere (1977), el primero hace referencia a la capacidad de obtener cierto efecto con seguridad; y el segundo, corresponde a la necesidad de aplicar el procedimiento menos costoso y evitar efectos secundarios. Estos dos criterios están ausentes en la técnica, la efectividad aparente y la mística que rodean sus creaciones dispersan la atención sobre los efectos secundarios y el costo de los procedimientos. Además, el número reducido de unidades fabricadas no era suficiente para prestarle atención a tales criterios. Así mismo, estos criterios no están presentes en la ciencia académica, puesto que sus intereses epistemológicos están encaminados a la observación y comprensión del comportamiento de un sistema y sus transformaciones, no sus aplicaciones prácticas.

Los criterios de efectividad y economía se acentúan después de la revolución industrial y a partir de la inserción de la Máquina, la estandarización de los productos y la producción en masa. Así, el criterio de efectividad sugiere que en series de producción de millones de unidades se obtenga el mismo resultado en cada repetición, y se relaciona en gran medida con el criterio de economía, que sugiere evitar efectos secundarios adversos que terminan reflejándose en los costos de fabricación. Estos criterios y la apropiación del método científico fuerzan una constante evaluación sobre los procesos y los productos que se están elaborando, evaluación que se traduce en la acelerada y continua evolución tecnológica, pues para alcanzar un objetivo se examinan los resultados, se los confronta y valora a partir de criterios de efectividad y economía, y se establecen nuevas posibles alternativas de desarrollo para optimizar los procedimientos previamente desarrollados.

Es necesario hacer una distinción entre tres términos bastante confusos. La eficiencia, la eficacia y la efectividad. La eficiencia corresponde a la consecución del efecto deseado con los recursos deseados (una definición similar al criterio de economía en Ladriere), mientras que la eficacia consiste en la obtención del efecto deseado sin importar los recursos que deban ser empleados. La eficiencia tiene una mayor relevancia que la eficacia¹² puesto que “fue fundamental en la consecución de los efectos intencionales, medibles en una modernidad industrial, que defendió la racionalidad, previsión y planificación en el control y la manipulación de los mundos sociales materiales y sigue siendo un importante valor postindustrial sobre todo en su permanente preocupación por residuos y el sabio manejo de los recursos” (Meijers, 2009:1007).

Operaciones tecnológicas

La tecnología como operación puede descomponerse a su vez en acciones elementales u operaciones. Ladriere (1977) establece cinco características para estas operaciones, las cuales finalmente definen un proceso como tecnológico.

En primer lugar, toda operación es una transformación. En segundo lugar, las operaciones tecnológicas responden a esquemas formales. Es decir, a pesar de que sus desarrollos cobran importancia a través de la materialización de sus resultados, depende de un grado de abstracción previo, un plan preciso, un esquema operatorio que finalmente se revela en el campo material. Y en tercer lugar, y en relación con los dos aspectos anteriores, las operaciones tecnológicas son tematizables. Debido a que pueden distinguirse de las variables y condiciones de su puesta en práctica, estas operaciones pueden ser tratadas como entidades individuales y derivar en operaciones de otros niveles.

Por otra parte, las operaciones tecnológicas son generalizables, ya que no se restringen y limitan a su manifestación material, pueden ser aisladas de sus referentes concretos, propiedades locales y características particulares, y ser analizadas en un mayor nivel de abstracción, para incluirlas y comprenderlas como partes de procesos operatorios más generales.

Y finalmente, Ladriere (1977) menciona que las operaciones tecnológicas establecen conexiones unas con otras en redes operatorias. Por lo cual, directa o indirectamente, las operaciones tecnológicas interactúan entre sí, de manera que aumentan los grados de especificidad o las posibilidades de combinación.

El hecho de que hablar de tecnología corresponda directamente a la ejecución de una acción o una operación, es un indicio de lo que la tecnología es en sí misma. Al igual que la técnica, la tecnología difícilmente puede conceptualizarse como un fin, y se deviene más bien un medio por el cual es posible alcanzar determinados fines. Definir la tecnología a partir de sus efectos resulta por demás complejo e inabarcable: imagínese por un momento los efectos sociales, culturales, políticos, estéticos, económicos del teléfono móvil. Si se intentara definir el teléfono móvil a partir de sus efectos no podría establecerse límite alguno. Por esa razón, en esta reflexión hemos optado por pensar la tecnología como operación y como medio para alcanzar fines específicos.

Podemos concluir que la tecnología consiste en el medio a través del cual el hombre ejerce una transformación y adaptación de su entorno para satisfacer sus necesidades (igual ocurre con la técnica) mediante la intervención de los sistemas naturales y artificiales, a partir de la apropiación del método científico y la aplicación del conocimiento teórico de la ciencia. O, de acuerdo con Ladriere (1977):

La actividad tecnológica consiste en, sentido inverso, en transformar las informaciones expresadas en forma de representaciones mentales (como planes o esquemas de acción o como reglas de procedimiento), en informaciones expresadas en forma de organización objetiva; dicho de otro modo, en proyectar una información abstracta y libre (constituida precisamente por una representación) sobre una estructura concreta que reciba, por el hecho de esta proyección, una nueva organización (Ladriere, 1977:58).

La tecnología como conocimiento

Como producto de la adopción del método científico, la tecnología asimila a su vez el carácter autopoietico de la ciencia. Un sistema se define como autopoietico cuando posee una serie de procesos u operaciones que lo autoconstituye y le permite diferenciarse de los demás sistemas y de su entorno, pero aún más importante, es capaz de crear o destruir elementos de sí mismo adaptándose y adaptando activamente su entorno. La tecnología redefine sus objetivos a partir de sus propias dinámicas y en ese sentido deviene autopoietica¹³; pero tal y como lo mencionamos, la tecnología es sobre todo un medio, y requiere el tipo de conocimientos necesarios para convertirse en un medio eficiente.

De ahí que sea un error común a la hora de definir y pensar la tecnología concebirla como pura aplicación del conocimiento derivado de la actividad científica. Si la ciencia construye conocimiento a partir del método científico, la tecnología elabora conocimiento propio a través del mismo método. Es claro que la base teórica científica tiene una estrecha relación tanto con el origen de la tecnología como con sus desarrollos tecnológicos. “En las técnicas, las teorías son además de eso, la base de sistemas de reglas que representan el curso de la acción práctica óptima” (Mackey, 2004:63). Pero la acción tecnológica no se detiene ahí.

Hay una clara diferencia entre el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico: la ciencia busca la verdad mientras la tecnología aspira a la aplicación. Aun así, podríamos afirmar que ambas entidades consideran la verdad, pero el tipo de verdad que resulta relevante para cada una es distinto. El conocimiento científico es verdadero en clave teórica, es susceptible de continua modificación y refutación. Las teorías científicas están en función de la matematización del mundo y la interpretación de los sistemas naturales hasta el límite de su comprensión. La verdad en la ciencia aspira a una cierta universalidad. Por su parte el conocimiento tecnológico es verdadero en clave teórica también, pero no aspira a ninguna universalidad, si no a cierta efectividad. La verdad en la tecnología se refiere a la probabilidad de obtener el efecto deseado. Por ejemplo, una nueva vacuna contra el cáncer evita el desarrollo de tumores en el 90% de los casos. En términos científicos la universalidad se alcanza en el 100%, tal y como las leyes de la gravedad no funcionan solo en el 80% de la tierra o la termodinámica no solo se aplica sólo al comportamiento de ciertos gases y fluidos. Por lo tanto, para la ciencia, dicha vacuna no representa la cura de la enfermedad, y por ende no es una verdad. Sin embargo, en cuestiones de efectividad, una vacuna que cura el cáncer en 90 personas de cada 100, es más que suficiente para establecerle como una verdad, y asegurar que constituye una vacuna contra la enfermedad. Aquello que por sus valores epistemológicos no representa el conocimiento verdadero para la ciencia, la tecnología lo hace una verdad a través de sus criterios de efectividad. De esta manera aquello que sea efectivo será verdadero en términos tecnológicos, tanto así, que “la fusión entre la tecnología y la ciencia podría inhibir el progreso científico, pues solo daría cabida a dudas en relación con la efectividad, pero no con la verdad en conjunto de la teoría” (Mackey, 2004:57).



La construcción de conocimiento tecnológico sucede por medio del método científico, tal y como hemos subrayado desde el principio. En términos muy generales el método se apoya en soportes científicos, los pone a prueba y evalúa sus resultados¹⁴. Dado que los criterios de la tecnología son diferentes a los de la ciencia, y debido a que la evaluación tecnológica de resultados difiere en gran manera de la evaluación científica, las teorías tecnológicas en cuestiones netamente prácticas superan las teorías científicas, puesto que no solo se limitan a determinar aquellos efectos que tienen cabida bajo ciertas causas, si no que se esfuerzan por establecer aquello que se debe hacer para producir o anular, o simplemente modificar lo dado. De esta manera, el conocimiento tecnológico en forma de teoría es el producto de la aplicación del conocimiento científico ajustado a las pretensiones de la efectividad. Un ejemplo de las teorías tecnológicas corresponde a la aerodinámica o teoría del vuelo, resultado de la puesta en práctica de otras teorías científicas como la teoría de fluidos, la termodinámica y la electrónica. Seguramente, la manera como se sustentan los aviones en el aire no se corresponda del todo como los modelos ideales de las utopías aerodinámicas, pero en nuestro presente esas turbinas, en su eficacia y efectividad, constituyen una sólida verdad tecnológica.

En conclusión, la tecnología como conocimiento no se reduce a las versiones más operativas, prácticas y aplicativas de las dinámicas tecnológicas: el desarrollo de conocimiento tecnológico no es la pura puesta en marcha y aplicación de conocimiento teórico. Esto resulta de gran importancia, pues ahora entendemos que pensar la tecnología únicamente como operación que conduce directamente a la acción y a la transformación es insuficiente, y resulta irrelevante si no reconocemos que el hecho tecnológico requiere generar un tipo de conocimiento específico que no es pura derivación de la ciencia académica, ni es la pura intuición y aleatoriedad del ensayo y error de la técnica. De esta manera, la interacción entre estas dos comprensiones, la tecnología como operación y como conocimiento, resulta crucial y relevante para pensar las dinámicas de desarrollo de productos industriales, puesto que refuerzan y se sustentan mutuamente en cada fase y momento de innovación.



¹ Miembro del grupo de investigación DI&ID.

²“(...) La técnica es, por lo pronto, el esfuerzo para ahorrar el esfuerzo o, dicho en otra forma, es lo que hacemos para evitar por completo, o en parte quehaceres que la circunstancia primariamente nos impone” (Ortega y Gasset, 1982:42).

³ Friedrich Dessauer titula el capítulo en el cual expone las tres facultades humanas así: “Fuerzas formativas de la técnica humana. – “Homo Investigator”; “Inventor”; “Faber”. – Formas especiales y temporales. – Lo que apunta más allá de sí mismo”. (Dessauer, 1964:148).

⁴“(...) The tool is a hand-operated machine or at least that the element of direct contact between a machine and the world that in principle can be humanly manipulated” (Mitcham, 1994:167).

⁵“(...) “Instrument” in a restricted sense, as a measuring, recording, or observing device – hand operated or otherwise” (Mitcham, 1994:167).

⁶“Machines – tools that do not require energy input because they have an external source of power (wind, water, steam, electricity, etc.) but do require human direction” (Mitcham, 1994:162).

⁷“Las ciencias fácticas necesitan más que la lógica formal: para confirmar sus conjeturas necesitan de la observación y/o experimento. En otras palabras, las ciencias fácticas tienen que mirar las cosas, y siempre que les sea posible, deben procurar cambiarlas deliberadamente para intentar descubrir en qué medida sus hipótesis se adecúan a los hechos” (Bunge, 1960:10).

⁸“[El Método Científico] podría esquematizarse del modo siguiente: una vez que el dominio de la investigación está bien delimitado y se ha adquirido cierta familiaridad con él, se formulan determinadas hipótesis, que se supone representan las regularidades más generales que presiden el funcionamiento de dicho dominio. Estas hipótesis se expresan en proposiciones generales, a partir de las cuales se puede efectuar deducciones que conducen a otras proposiciones generales de un grado igual o menor de generalidad. El conjunto virtual de proposiciones que puede obtenerse así a partir de las hipótesis adoptadas, compone una teoría” (Ladriere, 1977:30).

⁹“(...) la recolección de información y su ulterior disposición en tablas no es la finalidad principal de la investigación: la información de esta clase debe incorporarse a teorías si ha de convertirse en una herramienta para la inteligencia y la aplicación” (Bunge, 1960:14).

¹⁰A pesar de ello, autores como Jean Ladriere consideran que la tecnología ha existido desde el origen del hombre, sin hacer discriminación de la técnica.

¹¹“La técnica [...] está asociada a otros modos de conocer distintos a la ciencia: conocimiento ordinario, pericias artesanales, además de componentes estéticos, ideológicos y filosóficos. Estas otras formas de conocimiento tienen que tomar en consideración sistemas de conocimiento no occidentales a los que se podrían llamar etnoconocimientos”. (Hernández, 2001:16).

¹²La eficacia podría considerarse ajena a la tecnología, en la medida que simplemente responde a la obtención de un resultado determinado, sin importar los recursos empleados para tal fin. Si tenemos en cuenta que la tecnología se autoevalúa constantemente, en busca de la satisfacción de nuevas necesidades, de su efectividad y su economía, la eficacia no es un criterio suficiencia para el hecho tecnológico.

¹³“Esto significa que este sector tiende cada vez más a definir sus propias finalidades por sí mismo. Si la actividad tecnológica define progresivamente sus objetivos a partir de sus posibilidades internas, y no a partir de situaciones o necesidades exteriores [...] Pero el hecho característico es que pueden <<crear>> necesidades, que son tan artificiales como los sistemas tecnológicos a los que corresponden”. (Ladriere, 1977:63).

¹⁴“Y ese conocimiento tecnológico, hecho de teorías, reglas fundamentadas y datos, es a su vez un resultado del método de la ciencia a problemas prácticos” (Makey, 2004:63). “El conocimiento mejora considerablemente las posibilidades del hacer correcto, y el hacer puede llevar a un mejor conocer, no porque la acción sea conocimiento, sino porque, en cabezas inquisitivas, la acción puede impulsar el planteamiento de problemas”. (Makey, 2004:73).

- Bunge, M. (1960) *La Ciencia. Su método y su filosofía*. Argentina, Ediciones Siglo XX.
- Dessauer, F. (1964) *Discusión sobre la técnica*. Madrid, Ediciones Rialph.
- Hernández, L. (2001) *Técnica y tecnología. Selección crítica de textos*. Cali, Universidad del Valle.
- Ladriere, J. (1977) *El reto de la racionalidad*. Salamanca, Ediciones Sígueme.
- Makey, R. (2004) *Filosofía y tecnología*. Madrid, Ediciones Encuentro.
- Meijers, A. (2009) *Philosophy of technology and engineering sciences*. Volume 9. Elsevier.
- Mitcham, C. (1994) *Thinking through technology. A path between engineering and philosophy*.
University of Chicago.
- Ortega y Gasset, J. (1982). *Meditaciones sobre técnica y otros ensayos filosóficos*. Madrid, Alianza Editorial.

Recibido: marzo 31 / **Aprobado:** junio 15 de 2013

