

## La ciencia, la técnica y la tecnología

Por Aquilés Gay

*En la realidad técnica hay una realidad humana.*

Vivimos en un mundo donde la tecnología marca el ritmo del progreso y las pautas de vida. En otras palabras, vivimos en un mundo modelado por la tecnología; y en el concepto de tecnología están implícitos los de la ciencia y la técnica. Estas tres palabras clave, **ciencia, técnica y tecnología**, están vinculadas a actividades específicas del hombre y ligadas indisolublemente al desarrollo de la civilización.

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

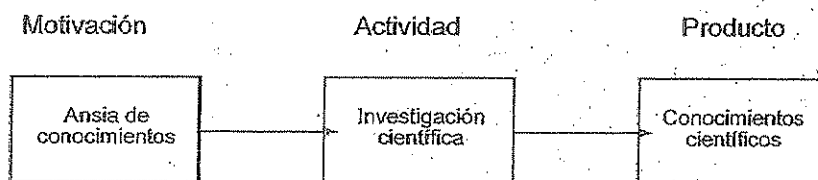
Frente al mundo natural, el hombre siente el deseo o la necesidad de **conocerlo** para sentirse más tranquilo y no como flotando a la deriva, y de **actuar** sobre el mismo, tratando de adaptarlo a sus requerimientos para hacer su vida más confortable y segura. Como consecuencia, el hombre se plantea por un lado, **conocer y comprender** la naturaleza y sus fenómenos asociados, y por el otro, **controlarla y modificarla**, o al menos transformar el entorno que lo rodea. Esto significa que para el hombre el mundo es **objeto de indagación y de acción**.

Teniendo en cuenta esto, podemos hablar de dos grandes campos vinculados al quehacer humano, muy ligados entre sí pero substancialmente diferentes: **el campo de la ciencia (la indagación)** y **el campo de la técnica y la tecnología (la acción)**.

### El campo de la ciencia

Este campo responde al deseo del hombre de conocer y comprender racionalmente el mundo que lo rodea y los fenómenos con él relacionados, deseo que lo lleva a investigar científicamente. Normalmente, el resultado de las investigaciones científicas incrementa el cuerpo metódicamente formado y sistematizado de conocimientos.

Esta actividad humana (**la investigación científica**) y su producto resultante (**el conocimiento científico**), es lo que llamamos **ciencia**. En este campo, la motivación es el ansia de conocimientos, la actividad es la investigación y el producto resultante es el conocimiento científico.



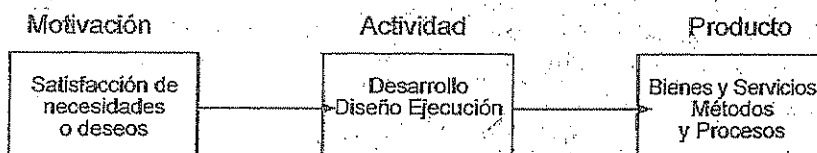
Aquí se va de lo particular a lo general, pues como dice Bertrand Russell: "la ciencia, aunque arranca de la observación de lo particular, no está ligada esencialmente a lo particular, sino a lo general. Un hecho en ciencia no es un mero hecho, sino un caso".<sup>1</sup>

O en palabras de Mario Bunge: "el conocimiento científico es general: ubica los hechos singulares en pautas generales, los enunciados particulares en esquemas amplios".<sup>2</sup>

### El campo de la técnica y de la tecnología

Este campo, por su parte, responde al deseo y la voluntad del hombre de transformar su entorno. Esto es, transformar el mundo que lo rodea, buscando nuevas y mejores formas de satisfacer sus necesidades o deseos. En este campo prima la voluntad de hacer (construir, concebir, crear, fabricar, etc.). Esta actividad humana y su producto resultante, es lo que llamamos técnica o tecnología, según sea el caso.

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



En este campo se va de lo general a lo particular. Sintetizando, podemos decir que la ciencia está asociada al deseo del hombre de conocer (conocer y comprender el mundo que lo rodea), mientras que la técnica y la tecnología se vinculan a la voluntad del hombre de hacer (hacer cosas para satisfacer sus necesidades o deseos). A continuación trataremos de aclarar los conceptos de ciencia, técnica y tecnología.

### Ciencia

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

La ciencia surge cuando el hombre busca descubrir y conocer, por la observación y el razonamiento, la estructura de la naturaleza. Si bien esta observación de la naturaleza y los fenómenos naturales se remonta a los orígenes mismos del hombre, la ciencia es algo más que la mera observación. Fundamentalmente, también es razonamiento, y nace cuando se abandona una concepción mítica de la realidad y se la enfoca con una visión objetiva y reflexiva.

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

La concepción actual de la ciencia se remonta a los siglos XVI y XVII, ya que, a pesar de tener raíces profundas en el tiempo, fueron Galileo Galilei, Francis Bacon, René Descartes e Isaac Newton entre otros, quienes sentaron los fundamentos de la ciencia moderna. La nueva concepción de la ciencia fue esbozada por Galileo (1564-1642) y completada por Newton (1642-1727). Con ambos se inician la investigación objetiva y experimental de la naturaleza y la búsqueda de la cuantificación y expresión matemática de los fenómenos naturales. Galileo estableció el principio de la objetividad del conocimiento científico y basó sus conclusiones en la observación y la experimentación, y aunque posiblemente buscó hacer una ciencia más demostrativa que experimental, sus trabajos dieron nacimiento al método experimental en las ciencias. Planteó asimismo la observación empírica como método básico de la investigación y la expresión de las leyes físicas con fórmulas matemáticas. El método científico que nace en la época de Galileo -aplicable a las ciencias fácticas-, se puede esquematizar planteando tres etapas básicas:

- 1) "La observación" de ciertos hechos, para descubrir la(s) ley(es) principal(es) que los rige(n).
- 2) "La formulación de hipótesis", entendiéndose por hipótesis una respuesta tentativa que permita explicar los hechos observados.
- 3) "La comprobación de la hipótesis", mediante la experimentación y el análisis.

Si la comprobación confirma la hipótesis, esta pasa a ser una "ley", válida hasta el momento en que el descubrimiento de nuevos hechos pueda plantear la necesidad de introducir modificaciones en su formulación. En el lenguaje de la ciencia, una ley es una proposición general, vinculada al conocimiento de algún sector del universo y cuya veracidad ha sido suficientemente comprobada.

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

Esto marca el comienzo de una nueva etapa en el desarrollo de la ciencia, signada por la complementariedad entre ciencia y técnica, actualmente, ciencia y tecnología. Se inicia además en esa época la cientificación de todos los conocimientos.

## Técnica

Desde un punto de vista general, la técnica es el procedimiento o conjunto de procedimientos que tienen como objetivo obtener un resultado determinado (en el campo de la ciencia, la tecnología, las artesanías u otra actividad). También podemos decir que se trata de el o los procedimientos puestos en práctica al realizar una actividad (construir algo, efectuar una medición o un análisis, conducir un auto, tocar el piano, vender algo, nadar); así como también la pericia o capacidad que se pone de manifiesto cuando se realiza la actividad. Estos procedimientos no excluyen la creatividad como factor importante de la técnica.

Como vemos, el término "técnica" tiene un campo de aplicación bastante amplio, aunque desde nuestro punto de vista podemos restringirlo diciendo que es el o los procedimientos prácticos que tienen como objetivo la fabricación de bienes (transformación consciente de la materia) o la provisión de servicios. La técnica implica tanto el conocimiento de las operaciones, como el manejo de habilidades, las herramientas, los conocimientos técnicos y la capacidad inventiva.

Históricamente, las técnicas se han basado no sólo en conocimientos empíricos transmitidos, sino también en la experiencia o en la intuición. Ultimamente, bajo el influjo de la ciencia, muchas han perdido su carácter fundamentalmente empírico.

La técnica no es privativa del hombre, se da en la actividad de todo ser viviente y responde a una necesidad para la supervivencia. En el animal, es instintiva y característica de la especie (por ejemplo, todos los horneros utilizan la misma técnica para construir sus nidos y todas las abejas construyen sus panales en la misma forma). En el ser humano, surge de su relación con el medio y se caracteriza por ser consciente, reflexiva, inventiva y fundamentalmente individual. El individuo la aprende y la hace progresar. Sólo los humanos son capaces de construir con la imaginación algo que luego pueden concretar en la realidad.

En este artículo consideraremos la palabra técnica como implícitamente referida a la técnica humana, es decir que se excluye del concepto todo lo que signifique acciones instintivas.

La técnica es creativa, el hombre no se limita simplemente a repetir procedimientos conocidos, sino por todo el globo y vivir en climas y condiciones muy diferentes sin necesidad de una adaptación biológica. Desde el punto de vista biológico, evolución es la adaptación del organismo al medio ambiente, mientras que desde la óptica técnico-tecnológica, evolución es la adecuación del medio ambiente al organismo.

La técnica, al sobrepasar la satisfacción de las necesidades elementales del hombre, pasa a pertenecer al orden de la cultura. Integra así, junto a la tecnología, un sector de la cultura denominado cultura material.

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

Recordemos que en la Edad Media tanto en China como en los países árabes existía un nivel técnico comparable (y en muchos casos superior) al de Europa. No obstante, todo comienza a cambiar a partir de los siglos XIV y XV, aproximadamente. El desarrollo técnico adquiere en Europa una fuerza impensable debido a muchas y muy complejas razones, algunas de las cuales analizaremos más adelante. Sin embargo, lo que nos interesa sobre todo son las consecuencias de este progreso técnico que, unido al científico, condujo finalmente a la Revolución Industrial, el nacimiento de la industria y de la tecnología moderna.

## Tecnología

La palabra **tecnología** data del siglo XVIII, cuando la técnica -históricamente empírica- comienza a vincularse con la ciencia y empiezan a sistematizarse los métodos de producción. Si quisieramos hacer extensivo el término a épocas anteriores, deberíamos hablar de tecnologías primitivas. La tecnología surge al enfocar determinados problemas técnico-sociales con una concepción científica y dentro de un cierto marco económico y sociocultural. Está íntimamente vinculada con la ciencia, y la complementariedad entre ambas se acrecienta cada vez más.

En el pasado, generalmente ciencia y técnica marcharon separadamente sin complementarse. Podemos recordar, por ejemplo, la Grecia clásica donde la ciencia no estuvo vinculada con aplicaciones técnicas, o mencionar la ingeniería romana o del medievo, donde había una técnica sin ciencia subyacente.

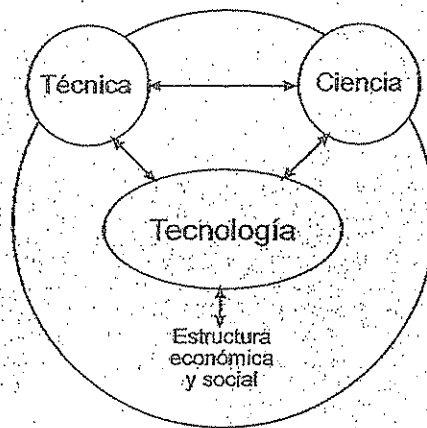
Hoy, la tecnología y la ciencia marchan indisolublemente ligadas. La tecnología utiliza el método científico, comprende un saber sistematizado y en su accionar se maneja tanto a nivel práctico como conceptual. Es decir que abarca el hacer técnico y su reflexión teórica.

Actualmente, se utiliza la palabra tecnología en campos de actividades muy diversos. Sin plantear la corrección o no de su uso en determinados contextos, en este análisis la vinculamos específicamente a la concepción y elaboración de bienes, procesos o servicios. De esta manera, tomamos la palabra tecnología con un sentido restringido.

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

Por otro lado, desde un punto de vista más estructural, podemos plantear la siguiente definición: **tecnología** es el resultado de relacionar la **técnica** con la **ciencia** y con la **estructura económica y sociocultural**, a fin de solucionar problemas técnico-sociales concretos. La tecnología proviene entonces de analizar determinados problemas que se plantea la sociedad y buscar la solución, relacionando la técnica con la ciencia y con la estructura económica y sociocultural del medio, abarcando:

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



"A los fines de su clasificación, en lo que respecta a los métodos de producción utilizados, se puede hablar de dos grandes ramas de la tecnología, las denominadas 'duras' y las denominadas 'blandas'. Las tecnologías 'duras' son las que tienen como propósito la transformación de elementos materiales con el fin de producir bienes y servicios. Entre ellas pueden distinguirse dos grandes grupos: las que producen objetos en base a acciones físicas sobre la materia y las que basan su acción en procesos químicos y/o biológicos".<sup>3</sup> Entre las tecnologías duras podemos mencionar la mecánica, la electrónica y la biotecnología.

Las tecnologías 'blandas' (también llamadas gestionales), se ocupan de la transformación de elementos simbólicos en bienes y servicios. Su producto, que no es un elemento tangible, permite mejorar el funcionamiento de las instituciones u organizaciones en el logro de sus objetivos.

"Entre las ramas de las tecnologías blandas se destacan entre otras las relacionadas con la educación (en lo que respecta al proceso de enseñanza), la organización, el marketing y la estadística, la psicología de las relaciones humanas y del trabajo y el desarrollo del software".

Teniendo en cuenta que la tecnología está íntimamente vinculada con la estructura sociocultural, lleva implícita ciertos valores y por lo tanto, podemos decir que no es ni social ni políticamente neutra.

No puede plantearse la tecnología desde un punto de vista puramente técnico-científico, ya que los problemas asociados a la misma son también socioculturales. La dificultad de aislar la tecnología de su contexto sociocultural tiene implicancias muy importantes en el tema de la transferencia de tecnologías.

La tecnología integra técnicas con conocimientos científicos, valores culturales y formas organizativas de la sociedad. Johan Galtung escribe en un interesante estudio preparado para la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo), cuyo título es El desarrollo, el medio ambiente y la tecnología (Naciones Unidas, Nueva York, 1979):

"Una forma ingenua de entender la tecnología sería considerarla meramente como cuestión de herramientas (equipos) y aptitudes y conocimientos (programas). Claro que estos componentes son importantes, pero constituyen la superficie de la tecnología, como la punta visible del iceberg. La tecnología también comprende una estructura conexa, e incluso una estructura profunda. Los conocimientos en que se basa constituyen una determinada estructura cognoscitiva, un marco mental, una cosmología social que actúa como un terreno fértil en el que pueden plantarse las semillas de determinados tipos de conocimientos para que crezcan y generen nuevos conocimientos. Para utilizar las herramientas hace falta una cierta estructura del comportamiento. Las herramientas no funcionan en un vacío, las hace el hombre y las utiliza el hombre y para que puedan funcionar requieren determinadas circunstancias sociales. Incluso una tecnología de la producción totalmente automatizada implica una estructura cognoscitiva y del comportamiento, es decir de distanciamiento del proceso de producción. Por lo general se tiene muy poca conciencia de estas estructuras que acompañan a las tecnologías. [...] hay tendencia a reducir las tecnologías a técnicas".<sup>4</sup>

Como hemos planteado, los problemas vinculados a la tecnología no son meramente técnico-científicos, sino también sociales. El objeto de la tecnología es la satisfacción de necesidades sociales concretas. La tecnología es la suma total de nuestros conocimientos, capacidades y habilidades para resolver problemas técnico-sociales, y abarca todos los medios de que dispone el hombre para controlar y transformar su entorno físico, así como para convertir los materiales que le ofrece la naturaleza en elementos capaces de satisfacer sus necesidades.

Involucra además un proceso intelectual que, partiendo de la detección de una demanda, se aboca al diseño y la construcción de un objeto o producto determinado y culmina con su uso. En ella confluyen la teoría y la práctica (la ciencia y la técnica). En el concepto de tecnología están implícitos aspectos vinculados a la concepción y la fabricación así como también a la comercialización y el uso de los productos tecnológicos. Los tres ejes del quehacer tecnológico son la **fiabilidad, la economía y la aceptabilidad**.

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