

LA CIENCIA, TÉCNICA Y TECNOLOGÍA

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Nombre del curso: “La Ciencia, técnica y tecnología”
Institución Formadora: Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Ciencias de la Educación



ANTOLOGÍA

LA CIENCIA, TÉCNICA Y TECNOLOGÍA

MÓDULO 1 SESIÓN 1

La ciencia, la técnica y la tecnología.

Aquiles Gay

En la realidad técnica hay una realidad humana.

Gilbert Simondon

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

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

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

Como consecuencia el hombre se plantea, por un lado, conocer y comprender la naturaleza y los fenómenos a ella asociados, y por el otro, controlarla y modificarla, o por lo menos transformar el entorno que lo rodea. Es decir que para el hombre el mundo es objeto de indagación y de acción.

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

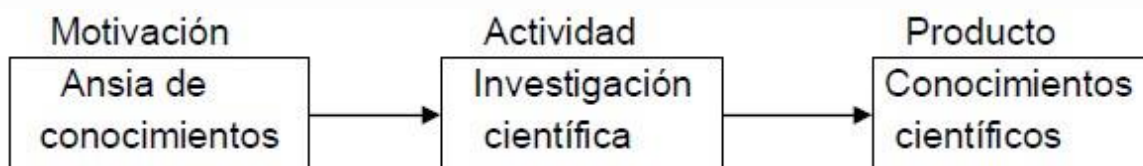
- El campo de la ciencia (la indagación)
- El campo de la técnica y de la tecnología (la acción).

El campo de la ciencia

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



Aquí se va de lo particular a lo general.

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

O como dice Mario Bunge: «El conocimiento científico es general: ubica los hechos singulares en pautas generales, los enunciados particulares en esquemas amplios.»

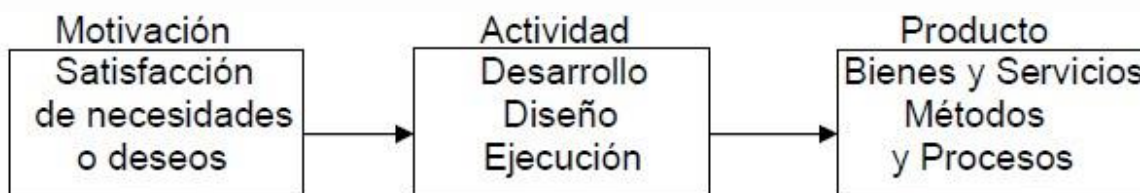
El campo de la técnica y de la tecnología.

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

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

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

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



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

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

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

Ciencia

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

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

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

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

La concepción actual de la ciencia se remonta a los siglos XVI y XVII, pues, aunque tiene raíces profundas en el tiempo, fueron Galileo Galilei, Francis Bacon, René Descartes, Isaac Newton, etc., quienes sentaron los fundamentos de la ciencia moderna. La

nueva concepción de la ciencia fue esbozada por Galileo (1564-1642) y completada por Newton (1642-1727). Con Galileo y Newton se inician la investigación objetiva y experimental de la naturaleza, y la búsqueda de la cuantificación y expresión matemática de los fenómenos naturales. Galileo estableció el principio de la objetividad del conocimiento científico y basó sus conclusiones en la observación y la experimentación. Aunque posiblemente buscó hacer una ciencia más demostrativa que experimental, sus trabajos dieron nacimiento al método experimental en las ciencias. Planteó la observación empírica como método básico de la investigación, así como la expresión de las leyes físicas con fórmulas matemáticas.

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

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

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

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

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

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

Técnica

Desde un punto de vista general:

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

También podemos decir que:

Técnica es el o los procedimientos puestos en práctica al realizar una actividad (construir algo, efectuar una medición o un análisis, conducir una auto, tocar el piano, vender algo, nadar, etc.) así como también la pericia o capacidad que se pone de manifiesto cuando se realiza una 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, pero desde nuestro punto de vista podemos restringirlo diciendo que:

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

La técnica implica tanto el conocimiento de las operaciones, como el manejo de habilidades, tanto las herramientas, como los conocimientos técnicos y la capacidad inventiva.

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

La técnica no es privativa del hombre, se da en la actividad de todo ser viviente y responde a una necesidad para la supervivencia. En el animal la técnica es instintiva y característica de la especie (todos los horneros utilizan la misma técnica para construir sus nidos, todas las abejas construyen sus panales en la misma forma).

En el ser humano la técnica surge de su relación con el medio y se caracteriza por ser consciente, reflexiva, inventiva y fundamentalmente individual. El individuo la aprende y la hace progresar.

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

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

La técnica es creativa, el hombre no se imita simplemente a repetir procedimientos conocidos, sino que busca desarrollar otros nuevos. La técnica le ha permitido expandirse por todo el globo y vivir en climas y condiciones muy diferentes sin necesidad de una adaptación biológica.

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

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

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

Recordemos que en la Edad Media tanto en China como en los países árabes existía un nivel técnico comparable, y en muchos casos superior al de Europa, pero sin embargo todo comienza a cambiar a partir de los siglos XIV y XV aproximadamente. El desarrollo técnico adquiere en Europa una fuerza impensable.

Las razones son muchas y muy complejas, algunas las analizaremos más adelante, pero lo que nos interesa sobre todo son las consecuencias de este progreso técnico,

unido al científico, que condujo finalmente a Revolución Industrial, al nacimiento de la industria y a la tecnología moderna.

Tecnología

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

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

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

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

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

Desde esa óptica podemos definirla diciendo que:

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

ambición contribuir a mejorar la calidad de vida.

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.

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

Abarcando:

- La técnica: los conocimientos técnicos, las herramientas y la capacidad inventiva.
- La ciencia, el campo de los conocimientos científicos.

La estructura económica y sociocultural, todo el campo de las relaciones sociales, las formas organizativas, los modos de producción, los aspectos económicos, la estructura cognoscitiva, el marco cultural, etc.

«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.»

Entre las tecnologías duras podemos mencionar la mecánica, la electrónica, la biotecnología, etc. Las tecnologías “blandas”, llamadas también gestionales, se ocupan de la transformación de elementos simbólicos en bienes y servicios; su producto, que no es un elemento tangible, permite mejorar el funcionamiento de las instituciones u organizaciones en el logro de sus objetivos.

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

desarrollo del software.”

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

La tecnología integra técnicas con conocimientos científicos, valores culturales 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), que lleva por título: 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.»

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

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

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

Los tres ejes del quehacer tecnológico son: la fiabilidad, la economía y la aceptabilidad.

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

Diferencias entre Técnica y Tecnología

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

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

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

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

científicos, mientras que la tecnología se basa en conocimientos científicos, aunque utiliza también conocimientos empíricos.

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

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

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

Diferencias entre Ciencia y Tecnología

Hemos planteado dos grandes campos del quehacer humano, uno asociado a la ciencia, el otro a la tecnología, analizaremos las diferencias entre ambos.

Comenzaremos transcribiendo algunos comentarios sobre el tema:

Thomas S. Kuhn. *La estructura de las revoluciones científicas*.

«Parte de nuestra dificultad para ver las diferencias profundas entre la ciencia y la tecnología debe relacionar con el hecho que el progreso es un atributo evidente de ambos campos. Sin embargo, puede sólo aclarar, no resolver nuestras dificultades presentes el reconocer que tenemos tendencia a ver como ciencia a cualquier campo en donde el progreso sea notable.»

George Hasalla, *La evolución de la tecnología*.

«Aunque la ciencia y la tecnología supongan procesos cognitivos. Su resultado final no es el mismo. El producto final de la actividad científica innovadora suele ser una formulación escrita, el artículo científico, que anuncia un hallazgo experimental o una nueva posición teórica. En contrapartida., el producto final de la actividad tecnológica

innovadora es típicamente una adición al mundo artificial: un martillo de piedra, un reloj, un motor eléctrico.»

John J. Sparkes. *Un programa de educación recurrente: el curso de tecnología de la Open University.*

«Se piensa a menudo, y quizás también lo pensó en un principio el comité de planificación de la Open University, que la tecnología es una especie de ciencia aplicada o de matemática aplicada. Pero los primeros profesores de la materia (tecnología) que ingresaron en la Open University hicieron saber muy pronto que ésa no era su concepción de la tecnología. No sólo se trataba de una inexactitud, sino de un verdadero error»

J. Rey Pastor y N. Drewes. *Lo técnico en la historia de la humanidad.*

«Considerar, según se acostumbra, la técnica como ciencia aplicada y, por lo tanto, posterior a la ciencia pura, es concepción que contradice la realidad histórica. Más bien han nacido las ciencias puras de una previa y no siempre sistemática acumulación de conocimientos técnicos, del valioso saber astronómico de los caldeos y de su técnica astrológica se elevaron Hiparco, Aristarco y Ptolomeo a la teoría astronómica. Y las dificultades y complicaciones técnicas con que se tropezó al aplicar la teoría geocéntrica durante catorce siglos incitaron a Copérnico a buscar una teoría mejor.»

Jorge A. Sábato y Michael Mackenzie. *La producción de tecnología.*

«Es particularmente perjudicial la creencia generalizada de que la tecnología no es otra cosa que ciencia aplicada, y que, por lo tanto, para obtener aquélla es suficiente producir esta última.»

Es bastante corriente confundir tecnología con ciencia aplicada, pero es un error, la tecnología no es solamente ciencia aplicada, pues si bien es cierto que se basa en conocimientos científicos, se basa también en la experiencia, utiliza muchas veces conocimientos empíricos y tiene en cuenta además muchos otros factores (algunos ajenos a la específica aplicación de determinados conocimientos científicos) como ser los aspectos prácticos de la construcción o de la producción industrial, los modos y medios de producción, la factibilidad económica, la adaptación del producto a las costumbres del usuario, la aceptación que el producto pueda o no tener en el público, etc.; además la tecnología está, sobre todo, vinculada a cosas que el hombre hace,

a cosas artificiales. Como ejemplo podemos tomar a última parte del párrafo citado en ‘La Previsión Tecnológica’, en el que se plantea que un geólogo aplicado puede predecir un deslizamiento de tierra (ciencia aplicada), mientras que un ingeniero, proyectando y supervisando las adecuadas obras de defensa, puede llegar a evitar el deslizamiento de tierra (tecnología).

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

En el libro, *Tecnología: un enfoque filosófico*, Miguel Ángel Quintanilla escribe:

«A diferencia de las ciencias, que son sistemas de conocimientos, las técnicas son sistemas de acciones de determinado tipo que se caracterizan, desde luego, por estar basadas en el conocimiento, pero también por otros criterios, como el ejercerse sobre objetos y procesos concretos, y el guiarse por criterios pragmáticos de eficiencia, utilidad, etc. [...] las acciones técnicas son la forma más valiosa de intervenir o modificar la realidad para adaptarla a los deseos o necesidades humanas.»

Resumiendo: la ciencia busca entender a naturaleza de las cosas, la tecnología busca hacer cosas, y en forma óptima y eficiente (lo mejor posible dentro de las condiciones impuestas).

En la ciencia podemos ver un intento racional y ordenado del hombre por conocer y explicar el mundo físico, en la tecnología un intento, también racional y ordenado del hombre, para transformar y controlar el mundo físico. Esta distinción se puede plantear como la diferencia entre la búsqueda del “cómo son” y el “porqué” de las cosas y el saber “qué hacer” cuando se debe solucionar un problema.

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

Ya en la antigüedad se planteaba la diferencia entre ciencia y técnica: la ciencia era filosofía y la técnica era el arte del artesano, decían los maestros constructores de la catedral de Milán en 1392. La ciencia estaba alejada de los asuntos técnicos, y los

progresos técnicos eran más bien el resultado del trabajo de los artesanos.

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

Con referencia a este tema, en el Libro de André-Yves Portnoff y Thierry Gaudin. *La revolución de la inteligencia*, leemos:

«Basta sin embargo examinar la realidad para comprobar que el conocimiento científico es útil, pero que no siempre es el que origina las innovaciones. Se ha vuelto trivial recordar que la máquina de vapor precedió a la termodinámica, que la metalurgia fue puesta en práctica antes que una ciencia de los metales ayudara a concebir aleaciones.»

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

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

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

«La tecnología no solamente es mucho más antigua que la ciencia, sino que su desenvolvimiento a lo largo de la historia ha tenido una influencia mucho mayor sobre el avance científico que la ejercida por éste en las Innovaciones tecnológicas.

Todavía durante los primeros doscientos años de su desarrollo, la ciencia moderna

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

Con respecto a este tema, Carl Mitcham dice:

«Se puede argumentar razonablemente que el uso de la mecánica en la ciencia (como en la mecánica celeste” de Newton), deriva de las primeras modernas tecnologías (especialmente la de relojes). Así, en cierto sentido, esa ciencia podría ser descrita con precisión como tecnología teórica.»

Refiriéndose a la relación entre la ciencia y la tecnología HL. Nieburg expresa:

«La ciencia y la tecnología no son autónomas, sino aspectos estrechamente unidos e inseparables. La deuda que los conocimientos teóricos tienen contraída con la tecnología resulta clara en todos los terrenos. El desarrollo de las matemáticas por Copérnico, Kepler y Galileo dependió de los notables progresos de la ingeniería mecánica en el siglo XV, y en especial de la creación de mecanismos de relojería y de juguetes mecánicos de gran ingenio.»

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

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

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

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

Al señalar las diferencias entre ciencia y tecnología, Jorge A. Sábato y Michael Mackenzie dicen:

«Mientras que la ciencia emplea exclusivamente el método científico, que es el único que acepta como legítimo, la tecnología usa cualquier método (científico o no) y su legitimidad es evaluada en relación con el éxito que con él se obtiene.»

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

Los datos y conocimientos científicos, en que se fundamenta la tecnología son generalmente de libre disponibilidad cualquiera puede obtenerlos y utilizarlos (el resultado de las investigaciones científicas normalmente se publica); mientras que la tecnología como cuerpo de conocimientos muchas veces está protegida por patentes o es conocida por un grupo limitado de personas y forma parte de ese ‘saber cómo hacer’ que en inglés recibe el nombre ‘know how’ (el resultado de las investigaciones o desarrollos tecnológicos no se publica sino que más bien se patenta); desde este punto de vista la tecnología es un bien comercializable, es decir que además de su valor de uso tiene un valor de cambio. He aquí otra diferencia fundamental entre ciencia y tecnología. Como lo observa Derek J. De Solla Price (1960), el científico publica (es papirófilo), el tecnólogo oculta sus hallazgos (es papirófobo); en general no existen documentos tecnológicos (de investigación y desarrollo) de acceso público porque el tecnólogo no comunica abiertamente sus conocimientos sino que a menudo los oculta

para obtener ventaja comercial frente a sus competidores. Price define la tecnología como «la investigación en Zaque el producto principal no es un documento, sino una máquina, un medicamento, un producto o un proceso de cualquier tipo»

Si quisiéramos plantear un ejemplo de lo que terminamos de decir podríamos referirnos a las teorías científicas en que se basan numerosos dispositivos o máquinas y que son de público conocimiento, mientras que las tecnologías que son necesarias para su fabricación muchas veces están protegidas por patentes o son del conocimiento de un limitado número de personas, es decir que no son de libre disponibilidad.

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

“La Previsión Tecnológica”

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

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

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

Léase texto completo en:

Ferreras, M. y Gay, A. (1997). La Educación Tecnológica: aportes para su implementación. Buenos Aires, Argentina: CONICET. Documento recuperado de: http://www.ifdcelbolson.edu.ar/mat_biblio/tecnologia/curso1/u1/03.pdf

Tecnología, Ciencia y Técnica

La palabra Tecnología es de origen griego, formada por las palabras tecno (arte, técnicas u oficio) y logos (conjunto de saberes o tratado).

La palabra tecnología data del s. XVIII cuando los métodos de producción se hicieron sistemáticos, y ciencia y técnica se relacionan estrechamente entre sí; existiendo el deseo de aplicar un enfoque científico a determinados problemas sociales o necesidades.

Por tanto, para poder entender mejor la definición de tecnología, debemos definir previamente los conceptos de ciencia y técnica:

- *Ciencia*: es el conjunto de conocimientos que tiene el ser humano del mundo, de la naturaleza. Ejemplos: la Biología, la Física, la Medicina, la Genética.
- *Técnica*: son las habilidades o destrezas, todo aquello que sabemos hacer. Ejemplos: construir un puente, arar un campo, unir dos piezas de madera, soldar dos piezas metálicas, fabricar cualquier objeto.

La Real Academia de la Lengua define tecnología como:

Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Sin embargo, dicha definición es incompleta ya

que asocia la tecnología únicamente a la ciencia y a la técnica. Por ejemplo, las tecnologías como la agricultura y la ganadería se desarrollaron de un modo experimental, no científico, por ensayo y error (y por ello con lentitud y dificultad), miles de años antes que la Biología, sin necesidad de saberes científicos.

Una definición más completa sería:

Tecnología: Conjunto ordenado de conocimientos y procesos necesarios que tienen como objeto la producción de bienes y servicios teniendo en cuenta la técnica, la ciencia y los aspectos económicos, sociales, culturales implicados; siempre y cuando dichos bienes y servicios respondan a las necesidades de la sociedad.

Dicho de otro modo, la tecnología se encarga de producir objetos y de desarrollar sistemas que resuelvan los problemas y necesidades surgidos en una sociedad determinada. Para conseguirlo relaciona la técnica, la ciencia y la estructura social.

Las tecnologías son los medios para satisfacer las necesidades y deseos humanos. Son funcionales, permiten resolver problemas prácticos y en el proceso de hacerlo, transforman el mundo que nos rodea haciéndolo más previsible, crecientemente artificial y provocando al mismo tiempo grandes consecuencias sociales y ambientales que, en general, no son igualmente deseables para todos los afectados.

Figura 1. Relación tecnología-ciencia, técnica y sociedad.



Por último, tal y como afirmó, Carlos Marx (refiriéndose a las máquinas industriales) las tecnologías no son buenas ni malas, sino lo serán en función del uso que se les da. Por ejemplo podemos usar un ordenador para cálculos imposibles para las personas, controlar procesos, guardar información o para el tráfico de datos personales, espionaje informático, piratería informática.

Léase texto completo en:

Landin, P. (2016). *El proceso tecnológico*. Recuperado de: <https://drive.google.com/file/d/0BxOrdGiYZyv5MkpjWUkweXJ1a1E/view>

La diferencia entre tecnología y ciencia

El presente trabajo aborda la distinción conceptual entre ciencia y tecnología. A partir del análisis y crítica de dos respuestas clásicas y predominantes del dilema, se explica y discute la idea de la posibilidad de una diferencia gradual entre ciencia y tecnología determinada por la relación restrictiva que se da entre el objetivo y la amplitud de la investigación.

Desde hace siglos, la ciencia y la tecnología se han presentado como agentes de cambios tanto históricos como sociales. Hoy en día, es imposible hacer una evaluación profunda de casi cualquier aspecto de nuestra sociedad sin entender los rasgos esenciales de los sistemas tecnológicos y científicos sobre los que descansa.

Según la Real Academia Española, la ciencia es un «conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales». Mientras que la tecnología es un «conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico».

Estas definiciones parten de viejas ideas y se basan en el supuesto de que la tecnología no es más que ciencia aplicada. Sin embargo, en la actualidad, esa concepción no parece la adecuada por dos razones. Primero, porque las instituciones tecnológicas tienen sus propios departamentos de investigación y éstos, más que repetir lo que dice la ciencia, son sumamente activos y están directamente vinculados con objetivos propios de la tecnología. Segundo, porque la relación de transmisión cognitiva entre ciencia y tecnología no es unidireccional: ambas se han guiado mutuamente a lo largo de la historia. Dentro de este contexto, por ejemplo podemos afirmar que el trabajo de Faraday contribuyó fuertemente en las innovaciones tecnológicas de Edison; pero la creación del telescopio se convirtió en una base para el desarrollo moderno de la astronomía. Tenemos tan buenas razones para hacer la afirmación de que la tecnología es una aplicación de la ciencia, como para afirmar que la ciencia es una aplicación de la tecnología. Sin embargo, como veremos más adelante, ambas son mucho más que eso.

El problema con las definiciones exhaustivas que se han dado hasta ahora es que suelen ser o, demasiado incluyentes o demasiado excluyentes (Okasha, 2002: 153). Por ejemplo, se ha tratado de definir a la ciencia como una actividad destinada a entender, explicar y predecir los sucesos del mundo. Podemos ver que esta definición es demasiado inclusiva, puesto que algunas disciplinas que no forman parte de la ciencia cumplen con las condiciones mencionadas. Por ejemplo, la mitología intenta explicar y entender el mundo sin acudir a la ciencia y la astrología intenta predecir sucesos basándose en creencias que difícilmente podríamos llamar científicas. Es por eso que, para demarcar a la ciencia de esta clase de disciplinas, algunos pensadores han tratado de enumerar condiciones más rigurosas.

Max Weber caracterizó a la ciencia como una disciplina en la que se llega a juicios válidos para toda persona racional (Putnam, 1988: 220). Ahora bien, ¿qué significa ser una persona racional? Si se definiera persona racional como persona que acepta los juicios de la ciencia, se estaría cayendo, claramente, en un círculo vicioso. Por eso, la manera que encontró Weber para describir la racionalidad consistía en identificarla con el acuerdo de la mayoría de las personas. Entonces, lo que diferenciaba a los juicios científicos de los demás juicios era su capacidad de ser aceptados por una cantidad mayoritaria de seres humanos. Sin embargo, esta definición también se muestra demasiado inclusiva, puesto que hoy en día parece que existen más personas que creen en la religión que en la ciencia a pesar de que los juicios religiosos no forman parte del conjunto de juicios que podrían ser llamados científicos. Por eso la definición de Max Weber no sirve de mucho. Después de él, varios filósofos retornaron al tema tratando de considerar elementos más concluyentes.

Según Karl Popper, el rasgo fundamental que caracterizaba a la ciencia y la distinguía de todo lo demás era su capacidad de hacer conjeturas arriesgadas falseables (Okasha, 2002: 153). Por falseable se entiende que existe la posibilidad de verificar que una conjetura dada puede no ser cierta. Una teoría falseable debía ser capaz de hacer predicciones y contrastarlas con la experiencia. Si las conjeturas de una teoría no predecían los sucesos acertadamente, debía ser considerada falsa y debía ser rechazada.

Por otra parte, el término tecnología es empleado en múltiples sentidos y es importante distinguirlos para evitar caer en confusiones conceptuales. Stephen Kline (Kline, 2003: 210) agrupa los principales sentidos en los que se usa tal término en tres categorías:

- 1) *Tecnología como artefacto*. Aquí se denota un conjunto de objetos materiales que no se encuentran en la naturaleza y que son manufacturados por seres humanos. Para establecer algún tipo de ejemplo podríamos mencionar el fenómeno tecnológico del longbow inglés (arco de 2 metros de altura aparecida en el siglo VI). En este caso, la tecnología empezaría y acabaría con el arco mismo: un pedazo de tejo de 78 pulgadas en D, palas de 2 pulgadas de ancho y una cuerda.
- 2) *Tecnología como sistema de manufactura*. Bajo esta acepción, la tecnología

implica todos los procesos necesarios para fabricar un artefacto: la gente involucrada, los recursos materiales, las máquinas utilizadas y las políticas empleadas tanto para producir como para usar el artefacto. Por ejemplo, en el caso del fenómeno tecnológico del longbow inglés, se engloban procesos diversos tales como las ventajas tributarias otorgadas a los artesanos expertos en su fabricación durante la Guerra de los Cien Años, o ciertas alianzas comerciales con España e Italia.

- 3) *Tecnología como saber.* Aquí la palabra saber se refiere al conocimiento necesario para cumplir con tareas específicas tanto en la fabricación de artefactos como en alterar y controlar procesos naturales. Volvamos al ejemplo del longbow inglés para ilustrar esta concepción de la tecnología. Supongamos que en el siglo XIV el ejército francés hubiera quemado todos los arcos galeses y además hubiera destruido todos los centros artesanales de producción de tales arcos ¿Qué hubiera quedado de este fenómeno tecnológico una vez que se han eliminado todos los artefactos y todos los sistemas de manufactura destinados a su producción? Lo que queda es el conocimiento tecnológico de un instrumento momentáneamente en desuso.

A partir de aquí emplearemos el término tecnología en un sentido que pertenece a la tercera de estas categorías.

La respuesta aristotélica

Una forma bastante popular de caracterizar la diferencia entre ciencia y tecnología consiste en afirmar que la ciencia se ocupa de saber la verdad, mientras que la tecnología se encarga de la utilidad. Esta respuesta parte de una concepción que pone a la ciencia como una disciplina que se encarga del conocimiento puro y universal y a la tecnología como una aplicación lineal de este conocimiento desinteresado y noble. Podemos rastrear su origen en la forma en que Platón y Aristóteles trazaron la distinción entre conocimiento teórico y conocimiento práctico. Ambos pensaban que la verdadera sabiduría se encontraba en el conocimiento contemplativo y abstracto –la filosofía y las ciencias puras como las matemáticas–, mientras que el saber relativo a necesidades prácticas pertenecía a una forma inferior.

El conocimiento práctico era ordinario, más bajo, basado en los sentidos y

enfocado a cuestiones específicas. El conocimiento contemplativo de las causas primarias o de la naturaleza última de las cosas era un tipo de saber más elevado y genuinamente racional, al cual el conocimiento práctico estaba sometido. En Aristóteles hay dos razones principales para justificar la superioridad del conocimiento teórico. Primero, que responde a motivos más nobles que la mera utilidad y el placer. Así, Aristóteles dice:

Primero, quien inventó cualquier arte que fuese más allá de las percepciones comunes del hombre fue naturalmente admirado por los seres humanos, no solamente porque había algo útil en sus invenciones, pero porque se pensaba que él era superior al resto. Pero como más y más artes fueron inventadas, y otras fueron dirigidas a las necesidades de la vida, otras a la recreación, los inventores de las últimas fueron naturalmente vistos siempre como más sabios que los inventores de las primeras, ya que sus ramas de conocimiento no apuntaban a la utilidad. Entonces cuando todas esas invenciones lograron establecerse, las ciencias que no apuntaban a dar placer o a satisfacer las necesidades de la vida fueron descubiertas (Aristotle, 2003: 23) [Traducción propia].

Segundo, continúa Aristóteles, porque es acerca de lo universal.

De todas las características, la de saber todas las cosas debe pertenecer a quien tiene conocimiento universal en el grado más alto; porque él sabe en cierto sentido todas las instancias que caen bajo lo universal. Y estas cosas, las más universales, son las más difíciles de conocer para los hombres; pues son las más lejanas de los sentidos (Aristotle, 2003: 23).

Y también:

Todos los hombres suponen que la sabiduría trata con las primeras causas y principios de las cosas; así que, como hemos dicho, se piensa que el hombre de experiencia es más sabio que quien posee cualquier percepción sensorial, el maestro de obra más que el mecánico, y los conocimientos teóricos más cercanos a la naturaleza de la sabiduría que los productivos (Aristotle, 2003: 23).

A partir de estas razones, Aristóteles deriva la idea de una relación jerárquica

entre ambos tipos de conocimiento, en donde el hombre contemplativo debe mandar sobre el hombre práctico.

Quien es más exacto y más capaz de enseñar las causas es más sabio en todas las ramas del conocimiento, y la ciencia que es deseable por sí misma y por el puro deseo de conocimiento es más cercana a la naturaleza de la sabiduría que la que es deseable según sus resultados, y la ciencia superior es más cercana a la naturaleza de la sabiduría que la auxiliar; porque el hombre sabio no debe seguir órdenes sino darlas, y no debe obedecer a otro sino que el menos sabio debe obedecerlo a él (Aristotle, 2003: 23).

Esta división entre conocimiento práctico y teórico es la base en la actualidad de una concepción frecuentemente admitida sobre la diferencia y la relación entre ciencia y tecnología. Las ideas de las que surge suelen ser las predominantes en las instituciones dedicadas a las “ciencias puras”. En realidad aquí queremos englobar una gama enorme de distintas visiones más o menos similares entre sí, que pueden ser adquiridas de manera consciente o inconsciente. De cualquier forma, la doctrina aristotélica parece apuntar al corazón de todas ellas. Hay muchas afirmaciones en las que podemos reconocer una conexión con ella: “la ciencia se dedica a entender y la tecnología a controlar”, “la ciencia describe el mundo mientras que la tecnología nos permite actuar en él”, “la ciencia busca leyes generales por curiosidad y la tecnología se ocupa de problemas particulares relacionados con necesidades humanas”, “la ciencia busca la verdad y la tecnología la utilidad”, etc.

La respuesta baconiana

Ésta es una visión pragmática que invierte la relación jerárquica entre ciencia y tecnología. De acuerdo con ella, es imposible que la ciencia esté motivada por mera curiosidad o por el simple placer de encontrar la verdad: el criterio para aceptar o rechazar una teoría científica está íntimamente vinculado con su capacidad para controlar y predecir los fenómenos naturales. Es decir, el objetivo real de la ciencia está o debería de estar emparentado con fines prácticos: la satisfacción de necesidades humanas concretas. Así, se pone a la ciencia al servicio de la tecnología. Si hay una diferencia entre ellas, radica en el alcance del conocimiento buscado: la ciencia busca leyes de largo alcance cuyo conocimiento la tecnología podrá utilizar

para casos específicos. Así como la visión anterior centraba la distinción entre ciencia y tecnología en los motivos que las guiaban –la primera busca la verdad y la segunda la utilidad, la visión baconiana pone el acento en el nivel de generalidad en que se sitúan sus respectivas investigaciones: la investigación física más abstracta está tan motivada por el deseo de dominio como la investigación relativa a la elaboración de una bomba nuclear; si existe algo que las distingue tiene que ver con que la primera aborda un problema general y la segunda un problema concreto. Esta concepción está fuertemente influida por la idea de Francis Bacon según la cual conocimiento y poder se implican mutuamente:

Porque el hombre es sólo el sirviente e intérprete de la Naturaleza y sólo hace y entiende tanto como haya podido observar, en hecho o en pensamiento, del curso de la Naturaleza; más que esto ni sabe ni puede hacer. Ninguna fuerza puede desatar o romper la cadena causal, y la Naturaleza sólo se supera obedeciéndola. Así es que esos dos objetos de la humanidad, el conocimiento y el poder, vienen de hecho a ser la misma cosa; y la falla en las tareas viene casi siempre de la ignorancia de las causas (Bacon, 2003: 29).

Bacon introdujo la noción de que explorar el sistema causal de la naturaleza nos permite anticipar y controlar sus reacciones. De esto hay un paso a afirmar, como han hecho algunos instrumentalistas contemporáneos, que las teorías científicas no hacen descripciones adecuadas o verdaderas de la realidad, y que los objetos de los que habla la ciencia no existen realmente, sino que forman modelos que sirven para predecir o modificar futuros eventos con la mayor eficacia posible. De esta forma, John Gribbin afirma que:

Cuando un científico afirma, por ejemplo, que el núcleo de un átomo está compuesto por partículas denominadas protones y neutrones, lo que en realidad debería decir es que el núcleo de un átomo se comporta, bajo determinadas circunstancias, como si estuviera formado de protones y neutrones. Los mejores científicos toman el “como si” como se lee, pero entienden que sus modelos son, efectivamente, sólo modelos (Gribbin, 2007: 305).

Si bien las dos posturas anteriores parecen ser contrarias, hay varios aspectos en los cuales se parecen. Ambas plantean una relación jerárquica entre ciencia y tecnología. Ambas ponen a una de ellas al servicio de la otra. Ambas admiten que un factor

importante para distinguir a la ciencia de la tecnología es el grado de universalidad de las leyes buscadas. Ambas valoran de cierta manera los motivos que guían las investigaciones científicas y tecnológicas. La aristotélica cree que el deseo de saber la verdad y la curiosidad desinteresada es el único motivo noble, y que todos los demás motivos que puedan guiar una investigación son más bajos. La baconiana cree que tal motivo puro no existe realmente.

Ambos lados de la discusión parecen prestar especial atención a dos propiedades que pueden afectar nuestros modos de clasificación entre una investigación científica y una tecnológica: la meta y la amplitud. La meta engloba los motivos, las intenciones y los propósitos que guían una investigación. Llamaremos meta práctica a una meta que involucre directamente necesidades humanas (curar o prevenir enfermedades, agilizar los medios de transporte, etc.) y meta pura a una que esté basada en la mera curiosidad o cualquier otro deseo no práctico. La amplitud se refiere a qué tan concreta o qué tan general resulta una indagación: la cantidad de objetos sobre los que se aplica el estudio. Como veremos a continuación, estas dos nociones se pueden combinar para formar cuatro clases distintas de proyectos de investigación. Veremos un caso paradigmático que ejemplifica cada tipo.

1. El cráter en Marte

La Nasa envió al “Opportunity”, un vehículo espacial especializado, para explorar un cráter de Marte llamado Eagle, que se encuentra en una zona llamada Meridiani Planum. La misión del Opportunity era determinar, mediante instrumentos de alta precisión como cámaras y espectrógrafos, si las rocas del cráter mostraban rastros de la presencia de agua dentro del Eagle en un pasado remoto. El resultado fue positivo y llevó a varias consecuencias teóricas como la especulación acerca de la posibilidad de vida en el planeta. Pensemos en los orígenes de la investigación. La amplitud del proyecto era muy pequeña: determinar si había agua en un cráter de Marte. Y, sin embargo, la meta no involucraba la satisfacción directa de necesidades humanas sino que respondía a una curiosidad genuina.

2. El universo en expansión

El astrónomo Edwin Powell Hubble localizó varias galaxias próximas y lejanas a la vía láctea y calculó su distancia a partir de la luz recibida desde la tierra. Observó que todas, excepto las más cercanas, mostraban una desviación hacia el rojo en

su espectro. La percepción de tal desviación implica que el objeto emisor se está alejando. Después de estudiar un número considerable de espectros, concluyó que las galaxias se están separando continuamente de nosotros y que su grado de desviación hacia el rojo es directamente proporcional a la distancia en que se encuentran, es decir, que la velocidad de recesión de una galaxia es mayor cuanto más lejos está. Este descubrimiento lo llevó a formular una ley (conocida como ley de Hubble) que especifica la relación matemática exacta entre la distancia de una galaxia y su velocidad de alejamiento y que nos permite calcular la rapidez de expansión del universo. Este es un ejemplo de una investigación con una amplitud muy grande: lo que describen las leyes descubiertas es el universo entero. Además, la meta no es práctica puesto que, sin acudir a la ciencia ficción, es difícil señalar qué necesidades humanas se relacionan directamente con el conocimiento de que otras galaxias se separan continuamente de nosotros.

Léase texto completo en:

Quallenberg, I. (2012). La diferencia entre tecnología y ciencia. *Iberofórum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, VII (14), 231-255. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2110/211026873008.pdf>

Léase también:

Cabot, E. (2014). Una aproximación a la concepción de ciencia en la contemporaneidad desde la perspectiva de la educación científica. *Ciência & Educação Bauru*, 20(3), 549-560.