



Postítulo de Especialización en Educación
Tecnológica para EGB 3

EL IMPACTO EPISTEMOLÓGICO DE LA TECNOLOGÍA (1)

Evandro Agazzi. Universidad de Génova
(Italia).



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

Resumen: La tecnología y la ciencia moderna están estructuralmente conectadas. En primer lugar porque la ciencia moderna es ciencia experimental, es decir, sus experimentos se realizan mediante instrumentos y son situaciones artificiales. Pero, en un sentido más importante, la tecnología es un elemento estructural del conocimiento científico moderno, porque en este son necesarios, por un lado, conceptos, y por otro, tecnologías que conecten los conceptos con sus referentes. El impacto tecnológico sobre el conocimiento científico es, pues, relevante en tres direcciones: control teórico de la experiencia, comprobación del éxito de la predicción y constitución del ámbito de objetos.

Abstract: Technology and modern science are structurally connected. In the first place, because modern science is experimental science, that is to say, experiments are accomplished by instruments, and they are artificial situations. Moreover, in a most important sense, technology is a structural element of the modern scientific knowledge, because it needs, on the one hand, concepts, and on the other hand, technologies connecting these concepts with their references. Accordingly, the technological impact on scientific knowledge is relevant in three levels: the theoretical control of experience, the corroboration of predictions, and the elaboration of the field of scientific objects.

Técnica y tecnología

A fin de centrar la cuestión, comenzaré proponiendo una especie de definición "estricta" de tecnología que acostumbro presentar con el fin de distinguirla de la noción más general de técnica(2). Su justificación práctica es que existen idiomas como el inglés, en donde se utiliza habitualmente "technology" y prácticamente no se emplea, estrictamente

hablando, la palabra "técnica" ("technique" o "technics"), salvo en un sentido poco usual (en general, para designar las maneras concretas y especiales de realizar una operación determinada). En español e italiano, así como en otros idiomas, al contrario, se utilizan ambos términos con significado similar. Es por eso que me propongo aprovechar esta doble posibilidad para tomar el término "técnica" en un sentido muy general y el término "tecnología" en un sentido más especializado.

Según un sentido elemental, se puede entender la técnica como un conjunto de conocimientos eficaces que el hombre ha desarrollado a lo largo de los siglos para mejorar su manera de vivir en los aspectos prácticos. Bajo esta perspectiva, la técnica es en realidad antiquísima, tan antigua como la humanidad misma, y, desde el punto de vista de la antropología filosófica, resulta una característica específica del hombre, por cuanto, si se considera que los animales sobreviven adaptándose al medio ambiente, el hombre, por el contrario, sobrevive adaptando el medio ambiente a sí mismo. No es cierto que los seres humanos puedan "adaptarse a cualquier medio ambiente", pero sí es verdad que el hombre ha ideado miles de formas para adaptar el medio ambiente a sus necesidades: la técnica es precisamente esto y consiste básicamente en la construcción por parte del hombre de un "entorno artificial" para su vida. Por consiguiente puede afirmarse que, hasta un cierto punto, el reino de lo artificial es lo natural para el hombre, pues lo artificial es el signo distintivo del hombre frente a los demás animales (es decir, lo que caracteriza a su naturaleza propia). La manera típica de vivir del hombre es la manera técnica, no hay vida que pueda considerarse humana en un sentido específico que no posea los primeros rudimentos de la técnica. Además, la técnica no se limita a asegurar al hombre este mínimo para sobrevivir, pues cada necesidad típica de este lo impulsa a producir otros aspectos



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

artificiales que ensanchan el dominio técnico. Por eso, no es aventurado decir que todas las dimensiones culturales, entendidas en un sentido sociológico, se encuentran condicionadas por la técnica, y que el mundo del hombre, en su conjunto, es una cierta articulación de la técnica.

De todas maneras, prefiero aquí limitarme a los aspectos más materiales de la técnica, y caracterizarla, justamente, por constituir un conjunto de conocimientos y habilidades eficaces. Obviamente, va de suyo que la técnica constituye un proceso acumulativo, siendo también el resultado de la experiencia de generaciones. Si el descubrimiento de una pequeña variación respecto a lo que "se hacía" hasta hace poco resulta ser un cambio útil, entonces tal variación será transmitida a través de generaciones, adoptándose de manera general hasta que se descubra otra variación aún más útil. Sin embargo, no es necesario que el hombre u hombres que han descubierto ciertas técnicas y que han aceptado, según cierta tradición, su puesta en práctica, sepan por qué esta práctica es eficaz. ¿Por qué, por ejemplo, es esta la mejor manera de cortar la madera para construir un determinado instrumento? La respuesta será que así nos lo han enseñado y se ha comprobado que así es mejor. En primera aproximación, pues, el uso de la técnica no va acompañado habitualmente -ni tampoco originariamente- del conocimiento de las razones justificadoras de la eficacia de ciertas prácticas que se realizan.

Pero, en el desarrollo de la civilización occidental, llegó el momento en el que a la dimensión simplemente práctica se añadió la preocupación de saber por qué es mejor hacer las cosas de una determinada forma. Es el gran momento de la *téchne* griega. En casi todos los idiomas, esta palabra se traduce modernamente por el vocablo "arte", pero esta forma de traducir no clarifica precisamente hoy día el significado del término griego. Pues, el "arte" se refiere espontáneamente a las denominadas "bellas artes" y se conecta con la esfera estética (a la creación de lo bello). Pero

no era así la significación de la *téchne* griega. Como se puede leer en Platón, Aristóteles y muchos otros, la *téchne* era sencillamente esto: un conjunto de conocimientos eficaces que se acompaña además con el conocimiento de las razones o causas por las cuales el procedimiento es eficaz. En el primer libro de la *Metafísica* aristotélica, el filósofo examina las "causas" de modo general, no en el sentido de la denominada causa eficiente, sino según un sentido muy amplio que podríamos expresar mediante el concepto de "razón por la cual" algo acontece o se afirma. Por esto parecería obvio que Aristóteles se sirva de este análisis para precisar en qué consiste el saber, la epistémé. Sin embargo no sucede de esa forma, pues él prefiere referirse a la *téchne*, pero la cosa no debe de sorprendernos porque desde el punto de vista del conocimiento de las causas, la situación es la misma: en el caso del conocimiento en cuanto tal (de la epistémé) se nos dirá que hay que llegar a la plenitud de la verdad a través del conocimiento de las causas (es decir, de las razones que fundamentan las verdades particulares), y en el caso de la *téchne*, que hay que fundamentar la opinión práctica (eficaz) por el conocimiento de sus causas o razones. Esto muestra que en la civilización griega existía algo más que la mera acumulación, a veces simplemente casual, de experiencias que se transmitían de una generación a otra, reconociéndose que hay quienes, además de saber de la existencia de ciertos procedimientos eficaces, saben por qué lo son. Esta idea griega es la que ha quedado en ciertas expresiones, por ejemplo, cuando se dice que la "medicina es un arte", considerándose a esta como un conjunto de prácticas eficaces que se apoyan en un conocimiento que justifica estas prácticas.

Aquí se encuentra un prelude de la noción de tecnología. Cuando aparece el sufijo "logía" se quiere indicar la existencia de una cierta doctrina elaborada, una "teoría" acerca del asunto en cuestión (como cuando se habla de geo-logía, teo-logía, papiro-logía, antropo-logía, etc.). Así, en lugar de hablar de técnica hablamos de tecnología, añadiéndose algo más



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

a la pura y simple técnica. La tecnología puede entenderse como aquello que acontece en el interior de la trayectoria de la técnica cuando surge, dentro de la civilización occidental, un conjunto de conocimientos "teóricos" que permiten explicar o dar razón de lo que es eficaz en concreto. Este paso fundamental se cumple dentro de la civilización occidental en el momento histórico del descubrimiento y construcción de la ciencia natural moderna. Es esta ciencia la que permite ofrecer las razones teóricas que justifican (es decir, explican conceptualmente) por qué ciertas prácticas concretas son eficaces y (como veremos más adelante) permiten proyectar nuevas prácticas sin necesidad de basarse en una experiencia previa.

Me interesa señalar aquí que se podría escribir una historia de la técnica sin tener casi nada en cuenta a la ciencia, porque existe una historia de la técnica que avanza justamente por acumulación, modificación y transmisión empírica. Dentro de la medicina, por ejemplo, tenemos todavía una prosecución de descubrimientos que carecen (a veces), en un sentido estricto, de una justificación teórica. Sabemos, por ejemplo, que un determinado medicamento es eficaz desde hace tiempo, pero no es hasta mucho después que se ha llegado a saber por qué era así. O considérese la historia de la cirugía, la cual es casi toda historia técnica: se ha progresado sin duda a través de comparaciones con diversos casos, pero no existe lo que caracteriza al producto tecnológico, a saber, que en base a conocimientos teóricos sepamos, antes de construir la máquina, cómo va a funcionar. Tecnología, pues, es algo distinto a técnica.

El impacto epistemológico: algunas consideraciones preliminares

Ciertamente, la técnica tuvo siempre un gran impacto sobre la vida del hombre, pero no es fácil hablar de un impacto epistemológico, en el sentido de un influjo directo sobre la manera de concebir al conocimiento humano. Desde este punto de vista la misma noción griega de

téchne, como hemos visto, refleja la visión general del saber que encuentra su teorización específica en la noción de epistémé y depende por tanto de esta. Por lo contrario, en la época moderna la tecnología proporcionará unos modelos muy influyentes para la concepción del conocimiento en cuanto tal.

Antes de pasar a considerar este asunto vale la pena mencionar brevemente una posición muy famosa que diverge radicalmente de la nuestra: la de Martin Heidegger. Según el filósofo alemán la técnica es típicamente un fenómeno moderno, en el cual se realiza la actitud del hombre occidental de manipular a la naturaleza, de hacer violencia al ser. Lejos de ser una consecuencia o aplicación de la ciencia natural, la técnica ha modelado la esencia de dicha ciencia, llevándola a proponer de la naturaleza una visión distorsionada, basada en pretensiones de matematización que puedan permitir los cálculos necesarios para manipularla y violentarla. En un famoso artículo, en el cual desarrolla esta tesis(3), basándose en una serie de elucubraciones muy bien escritas, pero ampliamente arbitrarias, en las cuales se inventan varias etimologías griegas, alemanas, e incluso sánscritas, él llega a afirmar que la verdadera esencia de la téchne no consistía en una finalidad práctica de producción, sino en una actitud contemplativa que trataba de "desocultar" la verdad del ser según un procedimiento de tipo artístico y poético. El gran descubrimiento que él nos presenta, entonces, para salvar el mundo actual de las amenazas de la técnica sería la necesidad de recuperar el sentido artístico o estético para salvar la esencia de la técnica, volviendo a descubrir que esta es obra de arte. Obviamente, no me interesa aquí polemizar con Heidegger y simplemente observaré que, cuando hacemos alusión al impacto de la tecnología, nos referimos a algo que nunca entendió el filósofo alemán. Lo que Heidegger dice de la técnica mal se puede aplicar a ella. Le falta, en particular, esta percepción de lo específico de la tecnología así como de las verdaderas razones, no inventadas mediante un simple juego lingüístico de etimologías, que



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

instituyen un parentesco entre la tecnología y la técnica, las cuales son exactamente casi lo contrario de lo que Heidegger imaginó. Se puede admirar a Heidegger en ciertas cosas, pero no en este punto particular.

De todo lo expuesto, se deduce que la tecnología como tal no es algo modernísimo, pues su raíz se encuentra ya en el pensamiento griego, correspondiendo típicamente al espíritu de la civilización occidental, es decir, a la necesidad de dar razón, de darse cuenta. Esta es una exigencia del logos que es diferente, aunque está en conexión, con la exigencia de conocer la verdad de las cosas. Porque, a esta exigencia, que es primordial, se puede responder a veces a través de la simple experiencia. El milagro del pensamiento occidental es que se plantea la pregunta acerca de algo que es ya cierto: se ve que las cosas son así, pero se quiere saber por qué. Este es el punto esencial. La "invención del por qué" es el factor que origina al mismo tiempo, la filosofía en sentido occidental (no como sabiduría aunque puede tener también esta interpretación) y la ciencia entendida como saber, es decir, en definitiva origina aquel saber que quiere estar garantizado, o sea, estar dentro de la verdad y también saber por qué esta es la verdad.

La tecnología y el conocimiento científico moderno

Con estas reflexiones estamos ya preparados para entender por qué la tecnología incide directamente dentro de la ciencia natural moderna. Y aquí es preciso modificar un aspecto tradicional de la historia de la ciencia. Es bien conocida la vieja manera de presentar a la ciencia natural antigua como basada en la especulación y el principio de autoridad y careciendo completamente de actividad observacional. Esto es rotundamente falso. La ciencia (natural) antigua era típicamente una ciencia de observación, y la ciencia moderna no es una ciencia de observación en ese sentido. La observación científica de la ciencia natural moderna es algo diferente porque es una

observación "instrumental", como se verá más adelante con detalle. Esta es la diferencia básica. Y se ha de decir que, aunque a nosotros nos parezca hoy la cosa más obvia el utilizar un instrumento para observar la naturaleza, no siempre ha sido así. Recuérdese, por ejemplo, la historia del aristotélico Cremonini, profesor de la Universidad de Padua en la época en que Galileo también se encontraba allí; este último había observado los satélites de Júpiter y comenzado a desarrollar un primer esbozo de astronomía que preparaba el camino para aceptar científicamente la teoría copernicana. Son bien conocidas las dificultades suscitadas al respecto, al colisionar tal propuesta con el espíritu de la física aristotélica aceptada comúnmente entonces. Galileo invitó a Cremonini a mirar por el telescopio asegurándole que vería lo que él había visto, pero este le dio una respuesta negativa, lo que se acostumbra a ridiculizar sobremedida, alegando que no quería hacerlo porque no deseaba confundirse en sus ideas. Pero de esta contestación no es justo reírse, porque un principio fundamental de la metodología científica de toda la tradición clásica era el siguiente: "non fit scientia per visum solum", no hay ciencia, o saber, sólo a través de la vista u observación. En verdad, este principio es realmente sagrado, pues si sólo se tiene confianza en la vista el error aparecerá cientos de veces. Por eso, el hecho de que, mirando a través del telescopio, se pueda ver algo, no me garantiza nada, ya que se ha de justificar ese conocimiento. Galileo no conocía por qué el telescopio le acercaba la realidad, pues no sabía la justificación óptica del mismo, la cual fue más bien desarrollada por Kepler.

Este caso nos previene de que la observación científica no es una simple observación que se lleva a cabo abriendo tan sólo los ojos, sino que es una observación que pasa necesariamente a través de instrumentos. Y ¿por qué éstos? Porque la ciencia natural moderna se basa en una decisión fundamental tomada conscientemente por Galileo y seguida por Newton y los nuevos "científicos" (aunque



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

no aceptada inmediatamente por muchos pensadores). Veamos seguidamente cuál resulta ser esta decisión.

Cuando nos proponemos conocer las "substancias naturales" -dice Galileo en la tercera carta a Marcus Welser sobre las manchas solares(4)- se presentan dos posibilidades: la primera es la vieja pretensión de tratar de sacar "especulando" la esencia verdadera e intrínseca de las cosas. Esta empresa él la considera imposible y desesperada. La segunda posibilidad es contentarse con conocer únicamente ciertas "afecciones" de dichas substancias. Este es un término técnico del lenguaje escolástico de la época, que se puede entender en el sentido de cualidades o propiedades. Además, entre tales cualidades, podemos limitarnos a considerar las que sean matematizables, ya que, como afirma el mismo Galileo en otra página famosa de su Saggiatore, estas son las que pertenecen objetivamente a los cuerpos físicos y reflejan la estructura matemática del gran libro del universo. Ahora bien, no es mediante la simple observación como se obtienen esos aspectos, y ese es el punto fundamental. Hay que llevar a cabo una construcción ideal, crear una situación "experimental", es decir, artificial, en la cual los factores matematizables puedan revelarse de manera aislada y clara, porque la "experiencia" común no proporciona ninguna de estas situaciones ideales o puras. Tómese, por ejemplo, el principio de inercia (que no se halla formulado claramente en Galileo, porque todavía le faltaba la noción de fuerza, y por lo tanto su física es una cinemática, no es una dinámica). El principio de inercia establece que un cuerpo sobre el que no se ejerza ninguna fuerza permanece en un estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme. Ahora bien, ¿cómo se puede sacar esto de la experiencia? Sencillamente es imposible. En la práctica, si se empuja un cuerpo terminará por pararse sin permanecer en movimiento rectilíneo y uniforme. Así ocurrirá con cualquier situación concreta que podamos observar. Por tanto, se trata en realidad de una idealización: si no hubiera resistencia del medio, ni fricción, etc.,

entonces no habría ninguna razón (he aquí el lógos) por la cual el movimiento tuviera que detenerse. Esta idealización teórica puede recibir un cierto soporte experimental, ya que se puede constatar que, cuanto más se llegue a eliminar fricciones y resistencias del medio, tanto más el cuerpo sigue en su movimiento rectilíneo.

En general, como nos explica Galileo en varias ocasiones, el procedimiento que él propone consiste (cuando queremos entender un fenómeno natural) en formular una hipótesis matemática (una suppositio) obtenida por idealización, concerniente a los aspectos limitados que se están investigando. Luego hay que construir artificialmente una situación experimental en la cual se pueda constatar si la hipótesis ideal se realiza. Es lo que, por ejemplo, Galileo hizo para determinar la ley de caída de los graves, formulando una hipótesis matemática sugerida por la idea de proponer, en primer lugar, la expresión más simple, y construyendo planos inclinados según características precisas que le permitieron concluir que dicha hipótesis realmente expresaba la naturaleza de dicho movimiento.

En conclusión, ya en su comienzo la ciencia moderna se revela estructuralmente conectada a la tecnología, pues, en primer lugar, es necesario inventar, construir un instrumento para "observar" la naturaleza; en segundo lugar, el "experimento" científico consiste en la realización de una situación artificial, precisamente porque sólo dentro de una situación artificial se podrá poner a la vista lo que nunca se aprecia en una observación natural. Así, la ciencia experimental es una ciencia que ya, en su acta de nacimiento, lleva escrita la tecnología en sus raíces.

El cambio de perspectiva epistemológico

Hemos visto que no es correcto afirmar que la diferencia entre ciencia antigua y ciencia moderna consiste en el hecho de que la primera ignoraba la observación y la segunda la aprecia mucho. En realidad, la ciencia



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

moderna aprecia mucho la observación, pero a condición de que sea "exacta", es decir, instrumental, y la amplía fundamentalmente cuando incluye en lo observado especialmente la consideración de los resultados de los experimentos. De esta manera la observación (en este segundo y más poderoso sentido) alcanza una importancia tan grande que llega a subvertir el orden de prioridad epistemológica característico de la visión clásica: entre empiria y logos, la prioridad pasa lo empírico.

Se dice, con razón, que la ciencia experimental moderna se caracteriza por el hecho de que, cuando se afirma algo, hay que averiguarlo. Son los neopositivistas, por ejemplo, los que han expresado en grado máximo esta caracterización. En cambio, Popper dijo que nunca se puede averiguar una afirmación científica, sino tan sólo falsarla, pero, en el fondo, es igual: averiguar o falsar consisten de todas maneras en someter las afirmaciones científicas a un "control experimental" y admitir sólo las que son compatibles con esto y rechazar las que no lo son. En definitiva, el tribunal último es el tribunal de la experiencia, de la constatación empírica. Este es un punto de vista totalmente diferente del punto de vista clásico, en el que se consideraba que los "principios" metaempíricos gozaban de la validez más elevada, que tenían que permitimos explicar el contenido de la experiencia, pero sin ninguna posibilidad de ser refutados por ella. En particular existía una regla metodológica que casi ninguno recuerda a este respecto: "abducere inconueniens non est solvere argumentum", lo cual significa que lo más decisivo no es el resultado de la observación empírica, el cual, aunque pueda parecer contrario a un principio teórico, no puede negarlo, se trata de un "inconueniens", de una dificultad que no "soluciona el asunto" sino que hay que ser capaz de explicar, y con eso solucionar la dificultad misma. Y este es un principio cuyo rastro se puede seguir hacia atrás hasta Platón.

La ciencia moderna cambia el acento completamente, pero no fue desde luego un cambio pacífico. Cuando Descartes recibió de parte de su amigo el padre Mersenne un ejemplar de la única obra verdaderamente "científica" de Galileo, los *Diálogos sobre dos nuevas ciencias*, publicado en Holanda porque no podía hacerlo en Italia, expresó en una carta a su amigo, un juicio que tal vez no hubiera escrito si hubiera imaginado que la posteridad le leería también. Afirma de Galileo que razona mejor que la mayoría de los geómetras y matemáticos y concuerda con él en que el conocimiento de la naturaleza tiene que pasar a través del instrumento matemático, pero reprocha a Galileo que nunca alcanza el nivel de los grandes principios, de manera que todo su discurso queda débil. En realidad, Descartes permanecía así dentro de la vieja manera de concebir las cosas. Sabida es la afirmación cartesiana de que toda su física no era sino geometría, y también que el conocimiento era como un árbol cuyo tronco lo constituía la metafísica. Son maneras distintas de incidir en lo mismo, es decir, que el tribunal de la experiencia no era lo más decisivo.

No se trataba, pues, de una idea fácilmente aceptable. Galileo, en cambio, la acepta explícitamente, pero, sobre todo, es Newton quien desarrolla todas las consecuencias. En el tercer libro de la *Óptica*, en sus consideraciones metodológicas, afirmará que en la filosofía natural -como se decía en su época- hay que contentarse con generalizaciones obtenidas de los fenómenos. Ya no se habla de principios universales que puedan poseer una solidez más garantizada que los fenómenos. Son estos los que tienen la fuerza decisiva. El cambio es, pues, verdaderamente importante, ya que antes era la teoría la que tenía la fuerza y la experiencia la que tenía que arreglar sus cuentas con la teoría.

Como se ha visto, ya se trate de falsación o de confirmación, la epistemología actual sigue permaneciendo dentro de este mismo surco: el tribunal experimental es decisivo, por lo que la tecnología (que es la condición básica del



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

método experimental) es un elemento básico de la estructura noética de la ciencia, dado que los experimentos dependen de y se construyen con tecnología. Es decir, en la estructura noética de esta nueva manera de conocimiento se incluye a la tecnología como una parte ineliminable. Por ello, la tecnología es algo más que ciencia aplicada: es también eso, pero además entra, a través de caminos muy profundos, dentro de la estructura misma del conocimiento científico.

Tecnología y objetividad científica

El conocimiento científico se construye como conocimiento objetivo en el siguiente sentido: ninguna ciencia se ocupa de lo real en su totalidad sino solamente de sus objetos específicos, y esos objetos resultan del hecho de considerar la realidad bajo ciertos puntos de vista, o sea, bajo determinados conceptos. Por ejemplo, en mecánica, masa, espacio, tiempo, fuerza, y nada más; ni el color, ni el precio de una "cosa" entran dentro de ella. Otras ciencias consideran la realidad según otras perspectivas y conceptos, y, este es el punto importante, dichos conceptos han de acompañarse de operaciones de observación y medición, para poder realizar una referencia a lo real. Para conocer algo en cualquier ciencia natural es preciso que, después de una cierta cadena de razonamientos y de cálculos, se pueda llegar a un nivel en el cual se lleva a cabo un experimento, y es entonces cuando se constituye el objeto. Así, el objeto físico es físico en el sentido de que hablamos de él con predicados y criterios de referencia que se utilizan en física; el objeto biológico es tal porque lo determinamos a través de otros criterios diversos que son los de la biología; el objeto histórico remite siempre a operaciones de consulta de archivos, documentos, etc. Siempre existen operaciones concretas para poder llegar a afirmar que tal cosa es o no verdad en el discurso de una ciencia determinada. Por eso, la importancia de la tecnología es fundamental, ya que la intervención de la tecnología permite a

cualquier ciencia empírica constituir su ámbito de objetos.

Pero hay un sentido más radical que me interesa ahora subrayar. Todo el mundo sabe hoy que la verdad científica se constituye sobre todo como consecuencia de muchas confirmaciones. Las teorías científicas se pueden considerar verdaderas o falsas en un sentido un poco especial (porque la definición estricta de verdad se aplica a la proposición aislada, extendiéndose después a la teorías, pero bajo muchas condiciones que no nos interesa discutir en este momento). En el mundo actual, los resultados fácticos de las confirmaciones de nuestras teorías científicas son los productos tecnológicos, y este es el punto fundamental. ¿Qué son tales productos? Todos son previsiones que tienen éxito. En las obras de epistemología se dice que hay un momento en el que se formula una hipótesis, y después, con ella se explican los hechos que han provocado el planteamiento de la cuestión. Unos se refieren a este proceso como grado de confirmación de la hipótesis, otros, los popperianos, dirán que no se puede concluir la verdad de la hipótesis y hablan de grado de corroboración, aunque todos remiten a la misma idea, a saber, que no tenemos certeza pero que se puede alcanzar una situación de fiabilidad. Tal situación consiste en el hecho de que poseemos muchas previsiones que tienen éxito. Y los productos tecnológicos son las realizaciones de las previsiones de éxito de las teorías científicas. Por ello, desde el punto de vista epistemológico, la tecnología, a través de los productos tecnológicos, constituye la base más fuerte para aceptar la mayoría de las teorías científicas actuales, y no sólo se refiere a la utilidad práctica de sus aplicaciones.

La máquina como criterio de inteligibilidad

Llegados a este punto es procedente destacar otro aspecto que muestra asimismo el profundo impacto epistemológico de la tecnología. Se trata de cómo la tecnología ha transformado nuestra forma de concebir la



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

ciencia. Desterremos, en primer lugar, la piadosa ilusión de que la ciencia ha permitido al hombre dominar a la naturaleza. Esa es una utopía que se halla en Francis Bacon, a quien los británicos han considerado el padre de la ciencia moderna. Había imaginado cosas grandiosas que la ciencia proporcionaría a la humanidad, pero no hay ni una "ley de Bacon". Él se veía a sí mismo como el gran anunciador que proclamaba que con la ciencia se podría instaurar el reino del hombre, el "regnum hominis", que consistía justamente en dominar a la naturaleza a través del conocimiento de los secretos de la naturaleza misma. Estas ideas se encuentran también en el racionalista Descartes, constituyendo el sueño que debía permitir al hombre dominar la naturaleza, asegurar su bienestar y su progreso.

Pero fue una utopía. ¿Por qué? ¿Cuál es el típico producto de la aplicación de la ciencia moderna? La máquina. Pero la máquina no es algo que subyugue a la naturaleza sino que la sustituye. Se piensa además que bajo un cierto punto de vista la máquina realiza mejor y más rápidamente que la propia naturaleza los cometidos correspondientes. Por lo tanto lo que de hecho aconteció no fue un dominio de la naturaleza para ponerla al servicio del hombre, y aquí se puede ver cuán lejos estaba Heidegger de interpretar certeramente el sentido de la técnica, pues lo que en verdad ha ocurrido en la construcción de otro mundo al lado del mundo de la naturaleza, el cual se considera mejor en un cierto sentido y bajo ciertos puntos de vista.

¿Qué representa la máquina? La máquina posee una enorme ventaja: dentro de ella no hay secretos, todo es conocido, quizás no para mí pero sí para el técnico o el especialista. Si se estropea, se puede arreglar, pues está construida según un proyecto que permite saber cómo funciona y devolverla a su funcionamiento. Antes de construirla sabemos cómo funcionará y por qué funcionará así y esto no se conoce por la experiencia propiamente dicha, sino que se sabe antes de que exista. Por eso el modelo máquina ejerce

una gran fascinación intelectual, ya que si tenemos que habérsela con un campo de investigación mal conocido podemos proponer un modelo máquina correspondiente y, entonces, todo queda esclarecido.

De ahí que, a partir de este momento histórico, la máquina vuelve a ser un modelo teórico reconocido. La mayoría de ellas se pueden transformar en experimentos mentales, o sea, se interpreta una situación compleja según "mecanismos", y hablamos así de los mecanismos psíquicos, de los mecanismos del mercado, etc. La máquina se presenta como un ideal. La interpretación del animal y del hombre como máquinas es una concepción típica del siglo XVIII. Pero ¿qué tipo de máquina? El que proporcionaba la ciencia de la época, es decir, la mecánica. La máquina ideal era entonces el reloj, aunque más tarde el asunto cambió sobremanera.

Ahora bien, me interesa subrayar que la tecnología ha cambiado profundamente la manera de entender la explicación científica. Esta consiste muy frecuentemente en elaborar un modelo máquina para casi todas las cosas, pues, como se ha dicho, la máquina no tiene misterios. También ha variado notablemente la manera de entender la noción de observación y de inobservable. Pocos se percatan todavía del alcance de este cambio. En física, por ejemplo, son continuas las discusiones acerca de la realidad de las partículas elementales y de su observabilidad. Pero ¿qué significa observación? La observación no se puede reducir a percepción, porque la observación consiste en atribuir a algo el resultado de lo percibido, de los perceptos. Cuando se afirma que se está viendo alguna cosa (esto lo saben muy bien los psicólogos) es porque hemos incluido los detalles que han afectado a los sentidos dentro de un constructo que depende de las cosas que ya conocemos y de nuestra capacidad de ver lo que resulta dentro de ese esquema. Si no se posee, por ejemplo, ningún conocimiento de biología y se observa a través del microscopio, se verán muchas manchas diminutas, pero no se observará ninguna



Postítulo de Especialización en Educación Tecnológica para EGB 3

bacteria, no se dirá que se ha observado un protozoo. Para poder afirmar que hay ahí una bacteria, por supuesto es preciso reconocer, como todo el mundo, la forma física que ha afectado al órgano de la visión, pero, al mismo tiempo, se necesita toda una preparación intelectual para saber interpretar el contenido de la visión. La observación requiere, pues, una integración de conjunto de nuestras facultades. Lo mismo ocurre cuando se observan las fotos tomadas dentro de una cámara de Wilson: el científico es el que sabe cómo interpretar esas fotos, y, entonces, afirma que ha visto la trayectoria de un electrón. Y esto es muy diferente de la percepción, pues esta es una operación que todo el mundo que la realiza, mira y ve. Pero muchos verán y no sabrán si se trata de la trayectoria de un electrón o de una raya que casualmente se ha producido en la fotografía.

Se aprecia así cómo la tecnología ha cambiado el concepto de observable e inobservable. Observable es siempre aquello observable a través de instrumentos, y lo que se observa a través de estos es observable aunque no corresponda a nada cuyas propiedades sean perceptibles por los sentidos. Y todo esto, ¿por qué? Porque se atribuye al objeto científico propiedades que dependen indirectamente de los resultados de observación y de medición, pero no se ven. Si atribuimos a algo una masa o una carga eléctrica, tales cosas no se pueden ver sino que se calculan. Por tanto, el objeto científico resulta como un conjunto de todos estos predicados, ninguno de los cuales es visible, pero a cada uno de ellos se puede considerar como causa de efectos percibibles revelados a través de los instrumentos. Sin esta perspectiva no se puede comprender la manera actual de hacer ciencia, en la que puede constatarse muy claramente cómo depende básicamente de la tecnología.

En conclusión, se puede afirmar que la tecnología es la condición generalizada para la construcción de los objetos científicos y para su conocimiento. Se ha visto más arriba que de la realidad compleja se realiza una especie de corte que selecciona ciertos aspectos a fin de

someterlos a los procesos cognoscitivos, y tales aspectos son hoy día los que tan sólo mediante instrumentos de tecnología muy avanzada se pueden poner en evidencia. En este sentido se puede afirmar que los objetos son construidos (pero no creados), al igual que las secciones cónicas, por ejemplo, están dentro del cono.

De un lado, pues, se necesitan conceptos, y de otro son precisas tecnologías capaces de poner en contacto estos conceptos con sus referentes. Por eso, es gracias a la tecnología que hoy día puede seguir afirmándose el alcance realista de la ciencia, como ha sido desde siempre, pues tal alcance depende del uso de instrumentos, y, por tanto, de la tecnología.

1. El presente trabajo es la transcripción de un Seminario del mismo título impartido por el autor en la Facultad de Filosofía de la Universidad de Sevilla los días 7 y 8 de abril de 1997, en el marco de una Acción Integrada Hispano-Italiana de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación entre las Universidades de Sevilla y Génova.

2. He propuesto de manera detallada esta definición en el cuarto capítulo de mi libro *Il bene, il male e la scienza* (Milano, Rusconi, 1992), la cual encontró el favor de varios autores y, en particular, de Ramón Queraltó, quien tradujo al español dicho libro (*El bien, el mal y la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1996) y utilizó esta definición también en su obra *Mundo, tecnología y razón en el fin de la Modernidad*, Barcelona, P.P.U., 1993.

3. Cf. Martin Heidegger, "Die Frage nach der Technik", en: *Vorträge und Aufsätze*, I, Pfullingen, Neske, 1954, pgs. 13-44.

4. Cf. *Opere di Galileo Galilei*, Edizione Nazionale, Firenze, Barbera, 1929-1939, vol. V, 187-188