

El concepto de progreso tecnológico ¹

Miguel A. Quintanilla

Arbor CLVII, 620 (Agosto 1997), 377-390 pp.

El objetivo de este artículo es analizar el concepto de progreso tecnológico desde una perspectiva inspirada en el análisis de la verosimilitud de las teorías científicas. Se concibe el progreso tecnológico como un proceso acumulativo, que consiste en el aumento del poder humano para controlar y crear la realidad. Este proceso tiene dos dimensiones: el crecimiento de la eficiencia de los sistemas técnicos y su extensión a través de la innovación. Se definen las nociones básicas de sistema técnico, eficacia y eficiencia, y se sugieren formas de medir la eficiencia y la innovación. Estas nociones constituyen el núcleo de una teoría objetiva, no moral, del progreso tecnológico.

1. Teorías del progreso científico

Las discusiones sobre el concepto de verosimilitud de las teorías científicas, que se iniciaron en los años setenta, no han llegado, en mi opinión, a conclusiones definitivas, pero han contribuido positivamente a mejorar nuestra comprensión del cambio científico y a revisar nuestras ideas sobre el progreso de la ciencia. Considero especialmente significativa la aportación de Niiniluoto para definir lo que podemos llamar el núcleo de la visión estándar actual del progreso científico, que puede resumirse en las siguientes tesis:

1) El objetivo de la Ciencia es el aumento del conocimiento científico.

2) El conocimiento científico se caracteriza por una doble dimensión: su contenido informativo y su valor de verdad.

3) Una buena estrategia para caracterizar el progreso científico como aumento del conocimiento consiste en definir una función de verosimilitud o de « semejanza a la verdad » que tenga en cuenta ambas dimensiones (aumento del contenido informativo y del valor veritativo).

A partir de esta base común, se pueden definir muy diferentes teorías del progreso científico. Las diferencias afectan, sobre todo, a la interpretación epistémica u objetiva del concepto de verdad y de verosimilitud, a la concepción realista o instrumentalista de las teorías científicas, y al carácter local o global del progreso científico.

La teoría de Niiniluoto (1984) es una teoría objetiva, realista y local del progreso científico. La propuesta de Quintanilla (1982) tiene una orientación metodológica o epistémica, pero es compatible con una interpretación realista del concepto de verdad y con una concepción global del progreso de la Ciencia. Las mismas características tiene la teoría de Zamora Bonilla (1996), que además va acompañada de una formalización del concepto de verosimilitud como concepto metodológico, que me parece la más satisfactoria de las que se han propuesto hasta ahora.

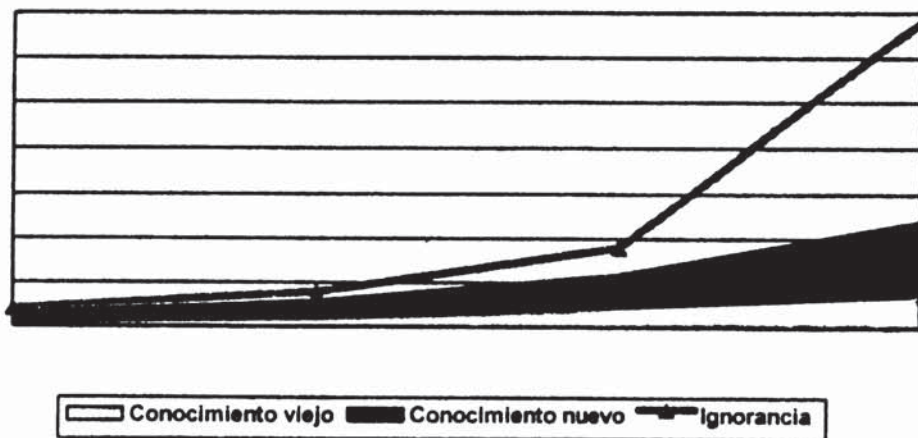
Al margen de problemas técnicos, en las discusiones sobre la verosimilitud y el progreso de la Ciencia hay una cuestión que no siempre se pone suficientemente de relieve aunque, en mi opinión, es muy significativa. Se trata de la distinción entre dos enfoques posibles del progreso: el enfoque puramente acumulativo y el teleológico.

Un proceso en un sistema se caracteriza por el cambio en el valor de, al menos, una variable característica, y se considera progresivo si el valor de esa variable crece monótonamente en función del tiempo (Bunge, 1977). Un proceso puede considerarse teleológicamente progresivo si la función que describe la variación de la variable a tenor del tiempo tiene un límite. Un proceso puede considerarse acumulativamente pero no teleológicamente progresivo si la función no tiene un límite definido.

En Quintanilla (1982) sugerí que uno de los problemas que afectan a la mayoría de las formalizaciones propuestas hasta entonces del concepto de verosimilitud es que respondían a una concepción teleológica del progreso científico. La propia interpretación de la «verosimilitud» como *aproximación a la verdad*, y no como *semejanza a la verdad* (véase Zamora Bonilla, 1996), es un síntoma de esto.

Una forma de apreciar las diferencias entre progreso acumulativo y teleológico es indicar a qué nos comprometemos, en cada caso, cuando afirmamos que una determinada aportación científica constituye una contribución al progreso de la Ciencia. En la práctica de la investigación científica, cuando se valora una nueva teoría como una aportación valiosa, como un verdadero «progreso» de la Ciencia, lo que se asume es que, gracias a ella, conocemos algo más de lo que conocíamos antes o lo conocemos mejor (con más profundidad, etc.)². Al mismo tiempo aceptamos con toda naturalidad que, a partir de esta nueva aportación, surgen nuevos problemas y, también, nuevas posibilidades de afrontar el estudio y la solución de esos problemas. De manera que todo progreso científico supone, al mismo tiempo, un incremento de los límites de nuestra ignorancia, como decía Popper. Pero esto no debe escandalizar a nadie: aunque ahora sabemos que ignoramos muchas más cosas de las que antes creíamos ignorar, también sabemos que algunas de las que antes ignorábamos ahora ya las sabemos. Y esto es exactamente el progreso (acumulativo) de nuestro conocimiento. Ahora bien, para poder mantener esta idea no necesitamos en absoluto suponer que, además, lo que ahora sabemos nos acerca un poco más al saber total, a la verdad definitiva y completa. Las funciones de verosimilitud, como la de Niiniluoto, sólo tienen límite local (determinado por la complejidad del lenguaje en cada momento), pero no tienen un límite global, ya que, globalmente, el lenguaje de la Ciencia no es fijo ni finito. Por consiguiente, la función de verosimilitud debe interpretarse como una función no teleológica, aunque pueda parecerlo.

Progreso acumulativo de nuestro conocimiento y nuestra ignorancia



Podemos ilustrar esta concepción acumulativa del progreso científico mediante este gráfico. La línea superior representa el crecimiento de nuestra ignorancia «consciente» (la cantidad de cosas que sabemos que no sabemos); el área sombreada más oscura representa el crecimiento de nuestro conocimiento científico aceptado; y el área más clara representa la suma de nuestras viejas creencias refutadas por nuestro nuevo conocimiento científico. Los tres conjuntos crecen a diferentes ritmos, pero sin límites.

¿De qué forma puede este modelo del progreso científico ayudarnos a comprender mejor la noción de progreso tecnológico?

La noción de progreso tecnológico es algo más compleja que la de progreso científico. Para empezar, no está muy claro cuáles son las unidades de cambio tecnológico: qué es exactamente lo que progresa, cuando decimos que progresa la Tecnología. En segundo lugar, la noción de progreso tecnológico incorpora generalmente no sólo elementos descriptivos sino también valorativos. Por último, no parece fácil definir un criterio o una función de cambio tecnológico que permita dar un significado preciso al concepto de progreso en este campo.

En lo que sigue propondremos algunas ideas que pueden contribuir a mejorar la situación y a configurar el núcleo de una posible teoría estándar del progreso tecnológico, de la que hoy todavía estamos bastante alejados.

2. Problemas en el concepto de progreso tecnológico

En la Filosofía de la Tecnología se pueden distinguir tres enfoques fundamentales, según la importancia que en cada uno de ellos se da a uno de los varios referentes posibles del término «Tecnología». En efecto, este término se puede referir a conocimientos, artefactos, o acciones. En correspondencia podemos hablar de enfoque cognitivo, instrumental o praxiológico en Filosofía de la Tecnología.

Según el *enfoque cognitivo*, la Tecnología es ante todo una forma de conocimiento práctico, con base científica, que nos permite diseñar artefactos eficientes para resolver problemas prácticos. El cambio tecnológico se produce, fundamentalmente a través de la investigación científica aplicada y la mejora de los propios conocimientos tecnológicos. El progreso consiste en el incremento de nuestro conocimiento tecnológico y depende, en gran medida, del progreso científico.

Según el enfoque que llamamos *instrumental*, la Tecnología consiste en un conjunto de artefactos diseñados y producidos intencionalmente por el hombre para cumplir determinados objetivos o satisfacer determinadas necesidades. El cambio tecnológico consiste en el aumento en la cantidad y variedad de artefactos producidos; y el progreso tecnológico se define, generalmente, en función de la cantidad e importancia de las necesidades humanas que el equipamiento tecnológico disponible permite satisfacer.

Según el enfoque que llamamos *praxiológico*, las entidades tecnológicas básicas no son sistemas de conocimientos ni conjuntos de artefactos, sino determinados tipos de sistemas complejos compuestos por los artefactos más sus usuarios u operadores intencionales. Podemos caracterizar los sistemas tecnológicos como *sistemas de acciones intencionalmente orientados a transformar objetos concretos para obtener de forma eficiente un resultado valioso*. El cambio tecnológico consiste en el diseño y la producción de nuevos sistemas técnicos y en la mejora de su eficiencia. El progreso tecnológico puede interpretarse como un aumento de la capacidad de control de la realidad, por parte del hombre, a través de los sistemas técnicos: la aplicación de nuevos y más eficientes sistemas técnicos a nuevas y más amplias parcelas de la realidad significa mayor capacidad para adaptar la realidad a los deseos humanos (Quintanilla, 1996).

En el último capítulo de Niiniluoto (1984), el autor propone algunas interesantes ideas sobre el concepto de progreso tecnológico, integrando en cierto modo las tres perspectivas posibles en Filosofía de la Tecnología. En efecto, partiendo de una idea de Skolimowski (1966), Niiniluoto establece la siguiente comparación entre progreso científico y progreso tecnológico:

«... el *progreso científico* debe definirse por la contribución que las nuevas teorías hacen al crecimiento del conocimiento humano: cuánta información nueva proporcionan y cuán próxima a la verdad es esa información. El *progreso tecnológico* debe definirse por la capacidad de los nuevos instrumentos para desempeñar eficazmente su pretendida función de uso. Mientras el progreso científico se mide por *utilidades epistémicas* (como la verdad, el contenido informativo, la verosimilitud, el poder explicativo, la simplicidad), el progreso tecnológico se mide por *utilidades tecnológicas* (eficacia en relación con un determinado objetivo práctico)»³.

A continuación, Niiniluoto señala, siguiendo también a Skolimowski, que en diferentes ámbitos tecnológicos puede haber diferentes estándares de eficiencia técnica e, incluso, que distintos grupos de personas

pueden dar diferente peso a las distintas utilidades tecnológicas, lo que permitiría explicar la existencia de «tecnologías alternativas» y de fenómenos de inconmensurabilidad *à la* Kuhn en el ámbito de la Tecnología.

«Dado un conjunto de utilidades tecnológicas, con sus pesos respectivos, podemos hablar de un sentido no ambiguo de progreso en el desarrollo de los tractores agrícolas, las locomotoras, los semiconductores, los ordenadores, etc. Sin embargo, cuando dos grupos de personas discrepan respecto a esas utilidades (por ejemplo, respecto al peso asignado a los efectos colaterales perniciosos para el entorno natural o social) sus valoraciones resultan 'inconmensurables'. Así pues, el conflicto entre 'tecnologías alternativas' puede reducirse a la existencia de marcos o 'paradigmas rivales', en el sentido kuhniano»⁴.

La propuesta de Niiniluoto es una mezcla de los enfoques que he denominado instrumental y praxiológico: las unidades del cambio tecnológico son los artefactos, pero el criterio de progreso es la efectividad o eficacia de éstos en relación con la función para la que han sido diseñados. Ocurre, sin embargo, que los artefactos pueden tener diferentes funciones y que la valoración de éstas depende de los diferentes contextos tecnológicos y de los intereses de diferentes grupos de usuarios. En consecuencia, podríamos intentar definir, en todo caso, una especie de medida de progreso local o contextual, pero no una medida de progreso tecnológico global.

Es fácil constatar que la situación, en este caso, es en cierto modo similar, aunque algo peor, a la del progreso científico. Las funciones de verosimilitud eran dependientes del contexto, pero podían definirse de una forma objetiva y general. En el caso del progreso tecnológico, sin embargo, parece que los juicios subjetivos de valor son inevitables, de modo que cualquier posible concepto de progreso tecnológico no sólo será localmente dependiente del contexto, sino que además estará limitado por intereses subjetivos y tendrá siempre un carácter controvertido.

Pues bien, creo que si se adopta de forma consistente el punto de vista praxiológico, se puede definir un concepto de progreso tecnológico que se pueda utilizar en un sentido objetivo y general, de modo semejante a como se puede utilizar el concepto de verosimilitud en relación con el progreso científico. Pero para ello necesitamos una noción más precisa de sistema técnico.

3. La estructura de los sistemas técnicos

La idea intuitiva que subyace a la noción de sistema técnico es la de que un artefacto, junto con su usuario y con el material a cuya transformación se aplica el artefacto, constituyen un sistema técnico. Por ejemplo, una máquina de lavar es un artefacto, la ropa sucia, el agua, el jabón y la energía eléctrica son los *inputs* que se necesitan para que la lavadora funcione, pero se requiere además al menos un agente intencional (el usuario) que ponga en marcha la máquina, introduzca la ropa y el jabón, y seleccione el programa a ejecutar. El conjunto *máquina + materiales* (incluida la energía) + usuario es el sistema técnico.

De forma más precisa, un sistema técnico $ST = \langle C, A, O, R \rangle$, se caracteriza por sus componentes C; el conjunto de procesos e interacciones A que definen su estructura; los objetivos O que se pretenden alcanzar con el sistema; y, los resultados R que se logran. Entre los componentes C del sistema necesariamente debe haber un subconjunto de agentes intencionales (los usuarios u operadores del sistema), que conciben el conjunto O de objetivos del sistema y realicen un subconjunto acciones (A^* , \bar{A} , A) que consisten en acciones de control o gestión del sistema.

Cada sistema técnico es una entidad concreta individual. Pero se pueden definir relaciones de equivalencia entre sistemas técnicos, en función de los objetivos, los resultados, los componentes o la estructura del sistema. Una clase de equivalencia de sistemas técnicos define extensionalmente una técnica: por ejemplo, el conjunto de todas las máquinas que lavan cinco kilos como máximo de ropa sucia utilizando un motor eléctrico, un programador, agua caliente, detergente poco espumoso, etc., constituiría la extensión del concepto de «técnica del lavado automático de la ropa de casa».

La distinción entre objetivos y resultados de una técnica es esencial. Podemos definir los *objetivos* como el conjunto de estados de cosas que se supone que el funcionamiento del sistema debe producir y los *resultados* como el conjunto de estados de cosas que realmente consigue producir el sistema. En cualquier sistema técnico se supone que ambos conjuntos se pueden caracterizar de forma objetiva e independiente. Esto significa que la descripción de ambos conjuntos no tiene nada que ver con la posible valoración subjetiva de su utilidad o importancia por parte del usuario. En la práctica es posible que diferentes usuarios den diferente importancia a cada uno de los objetivos y resultados de un sistema técnico. Por ejemplo, para un usuario puede ser muy

importante que la lavadora gaste poca agua y poca energía eléctrica, mientras que, para otro, lo más importante será que la ropa quede completamente blanca, sin importar la cantidad de agua y jabón que se necesite. Pero, en cualquier caso, ambos pueden coincidir en la descripción objetiva (no en la valoración) de objetivos y resultados.

El ajuste entre objetivos y resultados de un sistema tiene que ver con las dos nociones básicas que utilizamos para valorar el progreso tecnológico: la noción de efectividad o eficacia y la noción de eficiencia.

4. Efectividad y eficiencia

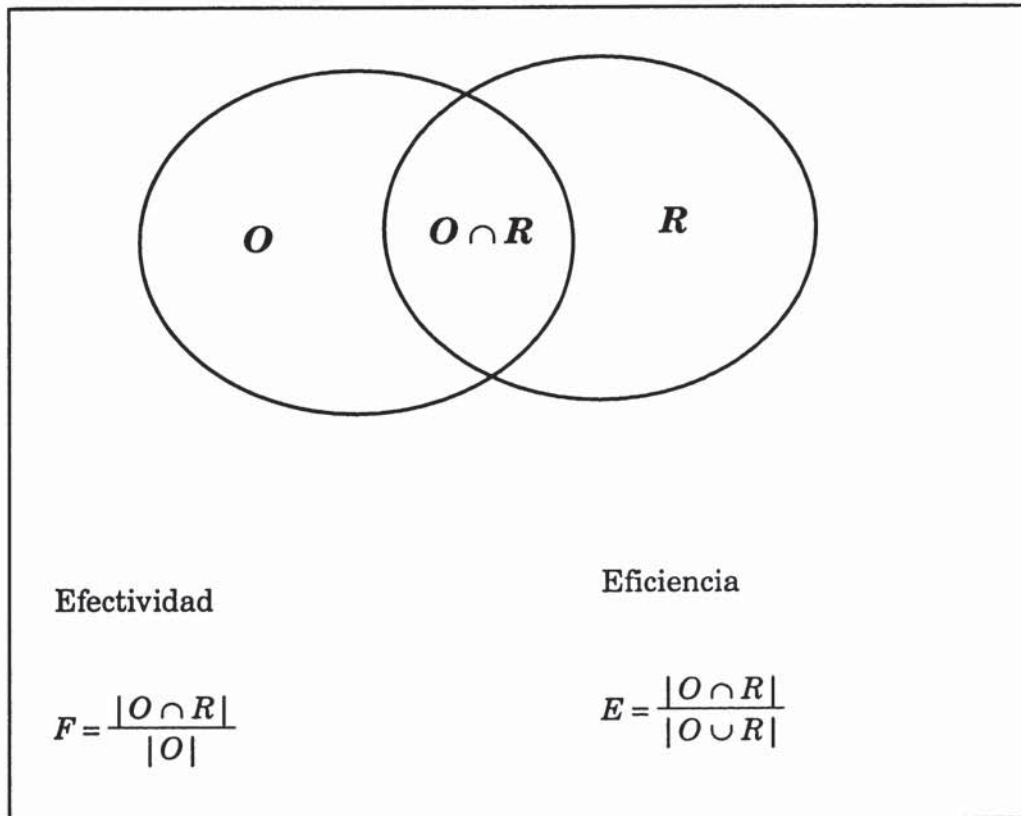
Es raro encontrar una dilucidación precisa de estos conceptos en la Filosofía de la Técnica, a pesar de la importancia que tienen. Bunge (1989) y Quintanilla (1989, 1996) son excepciones. Mi propuesta es que utilicemos la distinción entre los conjuntos de objetivos O y resultados R de un sistema técnico para dar una definición cuantitativa y precisa de estos dos conceptos.

En concreto, la efectividad o eficacia de una técnica se puede entender como el grado en que el conjunto O de los objetivos pretendidos está incluido en el conjunto R de los resultados realmente obtenidos. El grado de efectividad se puede medir, por lo tanto como el cociente entre la cantidad de objetivos realmente conseguidos y la cantidad de objetivos pretendidos, es decir $F = \frac{|O \cap R|}{|O|}$

Ahora bien, una acción puede ser sumamente efectiva, pero poco eficiente. La noción de eficiencia se suele entender o bien en términos de rendimiento termodinámico o bien en términos de rendimiento económico. La eficiencia termodinámica de un motor se define como una razón entre la energía transformada en trabajo útil y la cantidad total de energía consumida. Pero este concepto de eficiencia no se puede generalizar directamente para cualquier sistema técnico, porque —como afirman Skolimowski y Niiniluoto— la eficiencia de un sistema no siempre se debe calcular en términos de eficiencia energética.

La noción de eficiencia económica resuelve en apariencia este problema, aunque a costa de generar otros. En efecto, la eficiencia económica de una acción se puede calcular como la razón matemática entre el valor de los resultados conseguidos y el coste de la acción llevada a cabo. El problema, en este caso, es que se hace depender el concepto de eficiencia técnica de un valor económico (por ejemplo, el precio de mercado de los factores de producción y de los productos

realizados) que, en principio, nada tiene que ver con la Tecnología, sino con valoraciones subjetivas o con condicionantes externos de tipo económico o social.



En Quintanilla (1988) propone el siguiente concepto de eficiencia técnica, que resuelve estos problemas: $E = \frac{|O \cap R|}{|O \cup R|}$. Se trata de considerar la eficiencia de una acción como una medida del ajuste entre objetivos pretendidos y resultados conseguidos, de manera que una efectividad máxima puede ser compatible con una eficiencia muy baja (matar moscas a cañonazos, combatir plagas con DDT, o ganar guerras con bombas atómicas), pero no a la inversa. En general, la eficiencia será tanto más alta cuanto más alta sea la efectividad y más estricto el ajuste entre los resultados obtenidos y los objetivos pretendidos (menos resultados superfluos o no queridos). Las principales ventajas de esta definición son las siguientes:

- 1) Se puede aplicar a cualquier tipo de objetivos y resultados que interese tomar en consideración.
- 2) Permite calcular el valor de eficiencia independientemente de cualquier otra valoración (económica, social, moral, etc.) que se haga de los diferentes objetivos y resultados del sistema.
- 3) Permite definir la eficiencia para sistemas no completamente efectivos $O \cap R \neq \emptyset$.
- 4) Para un sistema completamente efectivo, si se calcula el coste de la acción como el valor de los resultados no queridos ($R - O$), se obtiene el valor de eficiencia económica a partir del de eficiencia técnica.
- 5) Para un sistema completamente efectivo, cuyos objetivos y resultados sólo se caracterizan en términos de consumo y aprovechamiento de energía, la eficiencia técnica es equivalente al rendimiento termodinámico.

5. Dos dimensiones del progreso tecnológico

El concepto de eficiencia desempeña en la Filosofía de la Tecnología un papel similar al que el concepto de verdad desempeña en la Filosofía de la Ciencia. Juzgamos las teorías científicas por su valor de verdad y, en gran parte, juzgamos los sistemas tecnológicos por su eficiencia. Para un contexto tecnológico determinado, un aumento en la eficiencia de un sistema técnico puede fácilmente interpretarse como un aumento en la capacidad humana para hacer que la realidad a la que se aplica ese sistema se comporte de acuerdo con los objetivos del mismo. Por lo tanto, una medida de la eficiencia de los sistemas técnicos, podría constituir una medida de progreso técnico, interpretable en términos objetivos y libre de valoraciones, aunque de carácter local y dependiente del contexto tecnológico.

Sin embargo, la interpretación del progreso técnico como un aumento de la capacidad humana para hacer que la realidad se comporte de acuerdo con nuestros deseos, tal como es presentada, por ejemplo, por Ortega y Gasset (1939) en su *Meditación de la Técnica*, parece ir más allá de la simple constatación de que, en cada ámbito de la Técnica, podemos obtener cada vez mejores resultados. En realidad, el progreso técnico tiene que ver no sólo con la eficiencia conseguida, sino también con la extensión de los sistemas técnicos: no sólo consiste en lograr que determinados ámbitos de la realidad se adapten cada vez mejor a los deseos u objetivos humanos, sino en conseguir que estos objetivos

de transformación y control se extiendan a ámbitos cada vez más amplios del mundo real.

Existe también aquí un paralelismo con la noción de progreso científico, tal como es explicada a través del concepto de verosimilitud: no se trata sólo de aumentar el grado de verdad de nuestros conocimientos, sino también su contenido informativo, su alcance y su profundidad. Algo similar ocurre con la noción de progreso tecnológico: implica no solamente un aumento de la eficiencia de los sistemas técnicos, sino también una ampliación continua de su alcance. Esta segunda dimensión del cambio tecnológico queda bastante bien recogida en la noción de *innovación radical*.

En la literatura técnica, una innovación es el resultado de transformar una invención en un bien con valor económico. Se suelen distinguir innovaciones incrementales y radicales, según el alcance o importancia que tengan. Por otra parte, se distingue también entre innovaciones de proceso (cambios en la forma de producir algo) y de producto (cambios en el producto final). Las *innovaciones radicales* suelen ser innovaciones de producto, y son las que más ventajas competitivas dan a las empresas que las introducen, si tienen éxito: consisten en crear un nuevo tipo de producto técnico, lo que implica ampliar la esfera de intervención técnica a un nuevo ámbito de la realidad.

Pues bien, creo que debemos concebir el desarrollo tecnológico como un proceso que tiene una doble dimensión: *eficiencia e innovación*. Una teoría normativa del progreso tecnológico (algo así como una Metodología para el desarrollo tecnológico) debería incluir dos principios: el *principio de eficiencia* y el *principio de innovación*. El principio de eficiencia recomienda conseguir sistemas técnicos progresivamente más eficientes. El principio de innovación recomienda tecnificar nuevos ámbitos de la realidad.

Existen, en principio, varias formas posibles de cuantificar el progreso tecnológico. Ya hemos visto cómo se puede construir una medida objetiva de eficiencia técnica. La innovación se podría medir también como una distancia entre el estado de cosas dado y el estado de cosas pretendido como resultado de la aplicación del nuevo sistema técnico. Finalmente, a semejanza de lo que se hace con el concepto de aproximación a la verdad, podría construirse una medida de progreso tecnológico, que combinara ambas dimensiones.

Con todos estos elementos podría definirse lo que llamaremos el *núcleo de una teoría estándar del progreso tecnológico*, cuyas tesis principales serían las siguientes:

1) El objetivo de la Tecnología es aumentar el poder humano para controlar y crear la realidad.

2) El desarrollo tecnológico se caracteriza por una doble dimensión: la innovación y la eficiencia.

3) Para caracterizar el progreso técnico como aumento del poder humano sobre la realidad, una buena estrategia consiste en definir alguna función de «progreso tecnológico» que combine ambas dimensiones: la innovación y la eficiencia.

6. Progreso tecnológico y progreso moral

A diferencia de la teoría del progreso científico, la teoría del progreso tecnológico no puede evitar tomar en consideración cuestiones valorativas de carácter moral, económico, etc. La razón es bien clara: por una parte, la selección de los objetivos de un sistema técnico es un componente esencial de la definición de éste. Por otra parte, las consecuencias prácticas de optar por unos u otros objetivos no sólo afectarán al nivel de innovación y eficiencia técnica que podamos conseguir, sino también a las condiciones materiales en que se desenvolverá la vida de los seres humanos y que condicionarán las futuras operaciones de selección de objetivos para el desarrollo de nuevos sistemas técnicos, etc.

De hecho, ésta es una de las diferencias más radicales que existen entre la Ciencia y la Tecnología: la Ciencia no plantea problemas morales, porque no afecta a la vida de las personas, la Tecnología sí. Como señala Vega (1997), la Ciencia consiste en actos epistémicos (que no alteran el mundo real), mientras que la Tecnología incorpora actos «materiales», que sí lo alteran.

Ahora bien, en relación con las dimensiones morales del desarrollo tecnológico, caben dos tipos de cuestiones: cuestiones relativas a la influencia de los valores morales sobre el desarrollo tecnológico y cuestiones relativas a la influencia de los valores tecnológicos sobre el desarrollo de la moral.

Generalmente, el primer tipo de cuestiones es el que más interés suscita. Temas como el de los límites morales al desarrollo de determinadas tecnologías son, en efecto, cada vez más populares. Sin embargo, el segundo tipo de cuestiones es conceptualmente mucho más interesante y problemático. El aumento de las posibilidades tecnológicas conlleva, a veces, cambios radicales no sólo en el diseño de los códigos y los criterios de evaluación de carácter moral, sino también en otros ámbitos valorativos, como la Economía, el Arte, etc. La teoría del progreso tecnológico no debe confundirse con una teoría del progreso moral,

pero si avanzamos en nuestra comprensión de aquél, podremos contribuir a entender mejor los problemas morales que nos plantea la Tecnología.

Notas

¹ Una primera versión de este trabajo se expuso y se discutió en las jornadas sobre *Progreso científico e innovación tecnológica. La Filosofía de I. Niiniluoto* (Ferrol, 12-13 de marzo de 1997), organizadas por Wenceslao González, a quien debo agradecer su invitación y su estímulo para preparar este trabajo. Con ligeras modificaciones, presenté estas mismas ideas en la reunión de la *Académie Internationale de Philosophie des Sciences* (Karlsruhe, 22-27 de mayo de 1997), organizada por Hans Albert, y en el curso extraordinario que Mario Bunge impartió en la Universidad de Salamanca (14-17 de abril de 1977). En todas estas ocasiones, he tenido oportunidad de discutir las ideas aquí expuestas y de mejorar el texto final con sugerencias y críticas de varios colegas. Debo agradecer, en especial, los comentarios de I. Niiniluoto y Miguel Boyer en Ferrol, de Mario Bunge y Fernando Broncano en Salamanca, y de P. Durbin y H. Albert en Karlsruhe, aunque ninguno de ellos es responsable de los errores e insuficiencias que, seguramente, perduran en esta versión final. La realización de este trabajo ha sido parcialmente financiada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, dentro del programa SEC96-0633.

² No todas las aportaciones científicas constituyen contribuciones al progreso del conocimiento, aunque en la evaluación que los propios científicos hacen de las aportaciones de sus colegas al acervo del conocimiento, a través de las publicaciones de artículos, etc., hay un componente epistémico inevitable, que Bruno Maltrás (1997) ha analizado en términos de «unidades elementales de información relevante».

³ «... *scientific progress* has to be defined by the increase that new theories contribute to human knowledge how much new informations they give and how close to the true this information is. Technological progress has to be defined by the ability of new tools to perform effectively their intended function of use. While scientific progress is measured by *epistemic utilities* (such as truth, information content, truthlikeness, explanatory power, simplicity), technological progress is measured by *technological utilities* (effectiveness relative to a given practical purpose)» (Niiniluoto, 1984, p. 260).

⁴ «Given a set of technological utilities and their weights, we may speak of an unambiguous sense of progress in the development of farm tractors, locomotives, semiconductors, computers, etc. However, when two groups of people disagree on these utilities (e.g., on the weight given to side-effects that are harmful to the natural and social environment) their evaluations become 'incommensurable'. Thus the conflict between 'alternative technologies' can be reduced to the existence of rival frameworks or 'paradigms' in the Kuhnian sense» (Niiniluoto, 1984, p. 261).

Bibliografía

BUNGE, M. (1977), *Treatise on Basic Philosophy. Vol 3: The Furniture of the World*. Reidel, Dordrecht.

- BUNGE, M. (1989), *Treatise on Basic Philosophy. Vol 8*. Reidel, Dordrecht.
- MALTRAS, B. (1996), *Los indicadores bibliométricos en el estudio de la Ciencia. Fundamentos conceptuales y aplicación en política científica*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- NINILUOTO, I. (1984), *Is Science Progressive?* D. Reidel, Dordrecht.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1939), *Meditación de la Técnica*. Revista de Occidente, Madrid.
- POPPER, K. (1963), *Conjectures and Refutations*. Basic Books, New York.
- QUINTANILLA, M. A. (1982), «La verosimilitud de las teorías», en: *Actas del Primer Congreso de Teoría y Metodología de las Ciencias*. Ediciones Pentalfa, Oviedo.
- QUINTANILLA, M. A. (1989), *Tecnología: Un enfoque filosófico*. FUNDESCO, Madrid.
- QUINTANILLA, M. A. (1996), «The incompleteness of Technics», en MUNÉVAR, G. (ed.), *Spanish Studies in the Philosophy of Science*. Kluwer, Dordrecht, pp. 89-102.
- SKOLIMOWSKI, H. (1966), «The Structure of Thinking in Technology», *Technology and Culture*, v. 7, pp. 371-383.
- VEGA, J. (1997), «¿Por qué es necesario distinguir entre Ciencia y Técnica?», *Jornadas sobre Progreso científico e innovación tecnológica*. Universidad de La Coruña, Campus de Ferrol, marzo 1997 (inédito).
- ZAMORA, B. (1996), *Mentiras a medias*. Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.