

Progreso científico e innovación tecnológica: La «Tecnociencia» y el problema de las relaciones entre Filosofía de la Ciencia y Filosofía de la Tecnología

Wenceslao J. González

Arbor CLVII, 620 (Agosto 1997), 261-283 pp.

Para enmarcar las relaciones entre progreso científico e innovación tecnológica, se aborda, en primer lugar, el problema de la «Tecnociencia», la posición actual que diluye las diferencias entre Ciencia y Tecnología. A este respecto, se ofrecen los rasgos básicos que constituyen la actividad científica y el quehacer tecnológico. Estos caracteres permiten seguir utilizando la distinción entre «Ciencia» y «Tecnología». En segundo término, se presentan aspectos centrales de la Filosofía de Ilkka Niiniluoto, tanto en lo que respecta al progreso científico como en lo que atañe al modo de entender la Tecnología. Se insiste especialmente en aquellos contenidos que conectan con los trabajos aquí reunidos. Finalmente, se expone la estructura del presente volumen y se indica el origen de estos artículos.

1. Progreso científico e innovación tecnológica: ¿una integración conceptual en la «Tecnociencia»?

Dentro de la actual reflexión filosófica sobre la Ciencia y la Tecnología, dos de los elementos destacados son el concepto de «progreso

científico» y la noción de «innovación tecnológica». Se encuentran estrechamente vinculados al modo de entender la actividad científica y el quehacer tecnológico, respectivamente. Tienen un papel relevante a la hora de aclarar las relaciones entre «Ciencia» y «Tecnología». Su cometido adquiere más relieve en el momento actual, cuando resulta muy frecuente leer o escuchar el término *Tecnociencia* como alternativa, integradora y superadora, de las caracterizaciones diferenciadas de *Ciencia y Tecnología*. A este respecto, antes de pronunciarse sobre la plausibilidad de la propuesta de introducir «Tecnociencia», conviene considerar algunos componentes básicos de ambas disciplinas y tener particulamente presentes ambos elementos —progreso científico e innovación tecnológica—, para ver si se han de diluir los lindes que han separado la actividad científica y el quehacer tecnológico.

El concepto de «progreso científico» ha sido objeto de estudio desde muy distintos ángulos, llegando a ser en el período 1975-1985 el eje de la Filosofía y Metodología de la Ciencia¹. Constituye, en efecto, un concepto central para la caracterización del método científico, pues afecta al núcleo mismo de cómo entender el proceso de incremento del conocimiento científico. Aparece, además, directamente relacionado con aspectos semánticos, lógicos, epistemológicos e históricos², hasta el punto que la respuesta que se dé a la pregunta por el *progreso* en la Ciencia —sobre su existencia y sus rasgos específicos— puede condicionar el resto de la posición filosófica acerca de la Ciencia como un todo³. En cierto sentido, su importancia para la Metodología de la Ciencia es equivalente a la que puede tener la noción de «objetividad» para la Epistemología, puesto que si la postura acerca de la objetividad —su aceptación o rechazo— sirve para configurar los componentes básicos del conocimiento científico, de modo semejante el progreso científico —a tenor de cuál sea el enfoque escogido— permite articular, en un sentido u otro, la malla intelectual de la Metodología de la Ciencia.

La noción de «innovación tecnológica» forma parte del conjunto de temas estudiado por la Filosofía y Metodología de la Tecnología. Su papel suele ser menos notorio que el concepto de «progreso científico»⁴, en cuanto que queda normalmente englobado en el campo metodológico general de la Tecnología (esto es, dentro de la caracterización del «progreso tecnológico»), donde otras nociones, tales como «eficacia» y «eficiencia», tienen mayor protagonismo. Sin embargo, la innovación tecnológica recoge —a mi juicio— uno de los rasgos básicos de la *actividad transformadora* que conforma el quehacer tecnológico, como es la *creatividad*. La Tecnología, en cuanto condicionada por la crea-

tividad, busca *nuevos fines y medios mejores* para alcanzar los objetivos propuestos. Así, la innovación —el cometido de lograr nuevas Tecnologías o Tecnologías alternativas mejores— es una faceta inserta en la entraña misma del quehacer tecnológico. De hecho, los factores internos y externos que componen el ámbito tecnológico (el diseño, la producción transformadora, la búsqueda de eficacia y de eficiencia, la relación equilibrada entre el coste y el beneficio, ...) pueden ser vistos a tenor de su *capacidad de innovación* ⁵.

Sucede, sin embargo, que «progreso científico» e «innovación tecnológica» no son dos expresiones situadas al mismo nivel. En rigor, aun cuando ambas tengan una clara impronta *metodológica*, reflejan dos situaciones que no son del todo coincidentes. Porque «progreso» no es un término neutro, sino que está cargado semánticamente en sentido *positivo*: es siempre un avance; mientras que «innovación» no comporta necesariamente un paso positivo, puesto que puede haber innovaciones contraproducentes (que motiven, por ejemplo, la introducción de una Tecnología alternativa). A mi juicio, se encuentra en una situación equiparable a la que tiene «desarrollo» dentro de la Ciencia. La razón es clara: no cabe hablar de un *progreso* en la Ciencia que introduzca algo de suyo «desfavorable» (aunque pueda tener consecuencias no deseables —p. ej., en la ecología— o que se haya realizado de modo insuficiente); sin embargo, no es extraño que el desarrollo pueda resultar «desafortunado», en cuanto que los cambios que se hayan introducido puedan aparecer a veces como «negativos» (p. ej., desarrollos económicos con efectos sociales negativos). La *innovación* tecnológica se asemeja así al *desarrollo* científico: puede describir un cambio hacia una dirección que, en principio, se piensa que es mejor, pero en la que cabe la posibilidad de factores desfavorables (p. ej., innovaciones tecnológicas realizadas con la energía nuclear).

Además de no ser equiparables en términos metodológicos, «progreso científico» e «innovación tecnológica» presentan otras diferencias de fondo: corresponden a dos tipos de *argumentaciones* distintas. Porque, en el primer caso, se trata de la argumentación científica, que suele ser hipotético-deductiva (aun cuando haya autores como I. Niiniluoto y R. Tuomela que acepten la hipotético-inductiva ⁶), mientras que, en el segundo caso, se engloba en la argumentación tecnológica, que es *imperativo-hipotética*. La Tecnología, en efecto, incluye una serie de normas que indican los medios que se deben poner para conseguir ciertos fines, de acuerdo con los objetivos previamente elegidos. Así, cuando se desea alcanzar un determinado fin, y se consideran efectivos los medios propuestos y resultan aceptables los costos estimados, en-

tonces han de utilizarse esos medios, de lo contrario no sería un comportamiento racional (desde un punto de vista tecnológico).

También difieren el «progreso científico» y la «innovación tecnológica» desde una perspectiva *epistemológica*, pues el incremento del conocimiento —en sus diversas vertientes— es la meta principal del progreso científico, mientras que la innovación tecnológica ya parte de un conocimiento científico, que sirve de soporte para intentar *transformar* una realidad dada. Así, al innovar tecnológicamente no se busca tanto el adquirir nueva información cuanto el introducir esa información en los sistemas existentes (sean del ámbito natural o, en su caso, del campo humano y social, lo que incluye también la dimensión artificial). Al innovar el conocimiento empleado pretende la *modificación* del estado de cosas existente, de modo que puedan aparecer nuevas situaciones, que no lo harían en otras condiciones, o bien busca que se impida la producción de determinados fenómenos (como sucede con frecuencia en las diversas ramas de la Ingeniería).

Los *valores* —y las valoraciones— de los *objetivos* mismos buscados varían al pasar del progreso científico a la innovación tecnológica. Porque los valores epistémicos y prácticos del progreso científico se mueven en un radio de acción más limitado que la innovación tecnológica, si juzgamos los valores desde el punto de vista de su *complejidad* y de su mayor *incidencia* para los agentes humanos⁷, los grupos sociales y la Sociedad en su conjunto⁸. Por un lado, desde una perspectiva de valores internos, cabe ya apreciar una mayor complejidad en los valores de la Tecnología (empezando por la inicial estructura bipolar de ser *efectiva* —o, mejor, *eficiente*— y de tener *finés* y *costes* aceptables) que en los valores de la Ciencia. Esta mayor complejidad se amplía cuando se acude a los valores externos, pues la Tecnología se ve directamente influida por una serie de valores (éticos, sociales, culturales, económicos, políticos, ecológicos, etc.) que trascienden el quehacer tecnológico mismo. Esos *valores externos* tienen una especial fuerza para la innovación tecnológica: con frecuencia sirven para determinar qué es deseable y qué ha de evitarse.

Por otro lado, la mayor incidencia humana y social de la Tecnología en comparación con la Ciencia —que incluye una mayor repercusión económica— hace que su valoración, tanto en términos positivos como negativos, sea más intensa que en el caso de la actividad científica (que es, en gran medida, una empresa cognoscitiva). Ésta es también una razón que explica el mayor peso específico que tienen en la Tecnología los límites externos, pues el quehacer tecnológico depende directamente del sistema de valores (con frecuencia externos) que lo

rige: la innovación tecnológica se lleva a cabo cuando los objetivos buscados caben dentro de los sistemas de valores asumidos por quien lleva a cabo el quehacer tecnológico y por el entorno social en el que se mueve. En suma, de manera más clara que en la Ciencia, lo posible en Tecnología no siempre es lo realizable.

Mediante el contraste entre el «progreso científico» y la «innovación tecnológica» se vislumbra una divergencia de fondo entre Ciencia y Tecnología. Pero apelar hoy a una distinción entre ambos saberes supone seguir una ruta diferente a los intentos unificadores de la *Tecnociencia*. Ahora bien, si el criterio adoptado es conceptual, en lugar de práctico (o sociológico), entonces hay razones para no diluir los contornos que separan a la Ciencia y la Tecnología. En tal caso, la mirada debe ir a qué cabe caracterizar como «Ciencia» y qué se ha de entender por «Tecnología», pues a partir de ahí se puede apreciar la viabilidad de la tesis de la identidad entre la actividad científica y el quehacer tecnológico o cabe constatar su posible artificiosidad.

Básicamente, la *Ciencia* se puede sintetizar en varios caracteres: i) es un tipo de conocimiento exhaustivo (más riguroso, por tanto, que el conocimiento ordinario); ii) consiste en una actividad portadora de un método (normalmente deductivo, aunque algunos autores —como Tuomela o Niiniluoto— admitan el inductivo); iii) posee un lenguaje específico (dotado de términos bien precisos); y, iv) aparece como una realidad dinámica (de carácter autocorrector, que busca incrementar los niveles de verosimilitud)⁹.

A esos rasgos cabría añadir otros: v) posee una realidad propia, que surge de una acción social y está dotada de una serie de notas constitutivas que la distinguen de otras actividades, por sus presupuestos, contenidos y límites; vi) cuenta con fines —generalmente, cognoscitivos—, a los que encamina su labor de investigación; y, vii) es susceptible de valoraciones éticas, en cuanto que es una actividad humana libre; valores que atañen al proceso mismo de indagación (honradez, fiabilidad, ...) y a su nexa con el resto de las actividades de la vida humana.

En consonancia con estos caracteres, hay una serie de *estudios filosóficos* sobre la Ciencia. Así, la Semántica de la Ciencia estudia el lenguaje científico; la Lógica de la Ciencia profundiza en la estructura de las teorías científicas; la Epistemología se ocupa del conocimiento científico y de sus diferencias con otros modos de conocer; la Metodología de la Ciencia analiza los procedimientos seguidos para hacer avanzar este tipo de conocimiento y proporciona pautas sobre cómo proseguir de manera rigurosa esa actividad en el futuro; la Ontología de la Ciencia aclara la naturaleza de la realidad de la Ciencia; la Axiología

de la investigación contribuye al esclarecimiento de la Ciencia como actividad orientada a fines¹⁰; y la Ética de la Ciencia examina los factores endógenos y exógenos de la actividad científica, aquellos que son susceptibles de este tipo de valoración.

Analizando la *Tecnología* cabe extraer algunos rasgos que la caracterizan: a) consta de un lenguaje propio, que atiende a factores internos al proceso (diseño, eficacia, eficiencia, ...) y a elementos externos (sociales, económicos, políticos, culturales, etc.); b) la estructura de los sistemas tecnológicos se encuentra articulada sobre la base de su operatividad, pues ha de servir para guiar la actividad creativa transformadora que realiza el sujeto humano sobre la Naturaleza (o, en su caso, sobre la realidad humana y social); c) el conocimiento específico del quehacer tecnológico (el *know how*) es instrumental e innovador: busca la intervención sobre un ámbito real, para su dominio y utilización al servicio de los agentes humanos y la Sociedad; d) el método seguido está modelado por una argumentación imperativo-hipotética, de modo que los fines buscados son los que hacen razonables (o no) a los medios encaminados a alcanzarlos; e) todo el proceso tecnológico está directamente influido por valores, tanto internos (los propios de este quehacer: el logro mismo de las metas propuestas al menor coste posible) como externos (éticos, sociales, políticos, culturales, ecológicos, etc.), que condicionan la viabilidad de la posible Tecnología a seguir y sus alternativas; y f) la realidad misma del quehacer tecnológico se sustenta sobre acciones humanas sociales, dotadas de intencionalidad y encaminadas a la transformación de la realidad circundante.

Así pues, la *Tecnología* puede ser vista como el intento de *dirigir la actividad humana para el logro de un dominio creativo y transformador de la realidad* (natural o humana y social) sobre la que versa. Es un quehacer que, para transformar la realidad, cuenta con *artefactos* que han sido diseñados y elaborados al efecto, pues la Tecnología no busca primariamente el conocer o describir una realidad, sino que parte de una realidad descubierta —y, en gran parte, ya conocida— sobre la que desea *actuar*. Este dominio transformador de la realidad se plasma primordialmente en nuevos diseños y en el binomio eficacia-eficiencia, pero requiere tomar en consideración toda una serie de aspectos que atañen a esta actividad (económicos, éticos, ecológicos, políticos, culturales, etc.). De ahí que, aun cuando una Tecnología permita alcanzar los fines propuestos, no siempre será la Tecnología *aceptable* a tenor de criterios de proporción entre coste y beneficio, o en función de su incidencia ética (p. ej., la Ingeniería genética), o por

los problemas ecológicos que suscita, o por su repercusión política, o por su incompatibilidad con la Cultura dominante, ...

Cronológicamente, la Filosofía de la Tecnología es posterior a la Filosofía de la Ciencia y se encuentra menos articulada que ella ¹¹. Así, aun cuando hay ya un cuerpo importante de trabajos en esa nueva parcela de la Filosofía ¹², el interés tardío por la reflexión filosófica acerca del quehacer tecnológico ha repercutido —según señala E. Ströcker— en el nivel de los estudios filosóficos de la Tecnología ¹³. Cada vez más, la Filosofía de la Tecnología se va configurando como un saber atento a una gama temática afín a la que se aborda en la Filosofía de la Ciencia, con las variaciones propias del lenguaje, sistema, conocimiento, método, realidad, objetivos y valores de la Tecnología. Así, la reflexión filosófica sobre el quehacer tecnológico atiende a sus aspectos semánticos, estructurales, epistemológicos, metodológicos, ontológicos, axiológicos (valores internos) y evaluativos (valores externos). Prevalecen, normalmente, las consideraciones epistemológicas, metodológicas, ontológicas y axiológicas acerca de la Tecnología, sobre todo en aquellos enfoques de la reflexión filosófica que insisten más en el *quehacer tecnológico* mismo —la perspectiva interna— que en la dimensión social de la Tecnología (esto es, la faceta externa: la Tecnología como factor de cambio social, poder político, etc.).

Siguiendo un punto de vista *conceptual*, las líneas trazadas hasta aquí apuntan en la dirección de continuar distinguiendo entre «Ciencia» y «Tecnología», debido a sus diferentes presupuestos, sus contenidos específicos (*know that* frente a *know how*), y el tipo de límites que poseen ¹⁴. Sin embargo, desde una perspectiva *práctica* (o, mejor, *operativa*), la interdependencia entre ambas es innegable. A este respecto, hace tiempo que J. Ladrière señaló «que la actividad tecnológica contemporánea está ligada a la práctica científica por sus resortes más profundos. Esta relación es tanto más visible cuanto más afecta a las formas avanzadas de Tecnología» ¹⁵. La interconexión, en la vertiente práctica, entre Ciencia y Tecnología es lo que lleva a N. Rescher a utilizar la metáfora de «dos piernas de un mismo cuerpo» ¹⁶. Es, además, la razón de ser de numerosos avances, pues la innovación tecnológica puede contribuir al progreso científico (como ha hecho el Programa espacial) y, al revés, hay progresos científicos que tienen directa repercusión en la innovación tecnológica (como sucede en la Ciencia de los Materiales). Ese vínculo, entendido normalmente en términos causales, sirve con frecuencia de justificación para numerosos programas de Investigación más Desarrollo (I+D).

Ahora bien, aceptar una *interdependencia práctica* entre Ciencia y Tecnología no supone *eo ipso* difuminar la *diferencia conceptual* entre ellas. La distinción teórica se diluye cuando se adopta una concepción *instrumentalista* del método científico que lleve a subordinar los cometidos científicos a los fines tecnológicos. En tal caso, tendríamos una genuina «Tecnociencia», donde prevalecería de hecho la dimensión tecnológica respecto de la vertiente científica. En consecuencia, al debilitarse las fronteras entre ambas disciplinas, cabría cuestionarse también la posibilidad de un estudio diferenciado de la Filosofía de la Ciencia respecto de la Filosofía de la Tecnología: habríamos dado paso a la «Filosofía de la Tecnociencia». Esta parece la propuesta implícita en quienes *niegan* hoy una *especificidad* genuina a la Ciencia y a la Tecnología, de modo que se deslizan hacia la identidad de ambas, bien sea por la vía de sostener que, *de facto*, la Ciencia posee hoy los caracteres de la Tecnología¹⁷, o bien sea mediante la proyección de la primera en la segunda, de manera que la Tecnología no sería más que Ciencia Aplicada (al utilizar enunciados directamente basados en las leyes científicas)¹⁸.

Frente a los intentos de afirmar la identidad de ambas disciplinas, hay una tendencia contrapuesta, defendida por autores como J. Agassi¹⁹, que insiste en las diferencias metodológicas existentes entre la Ciencia y la Tecnología. Cada una de ellas ofrece una forma de racionalidad característica, que haría inviable el intento de reducirla o subsumirla en la otra. Habría, además, un componente epistemológico diferenciador, contrario a las posiciones pragmatistas reduccionistas: porque el hecho obvio del soporte científico-natural a las tecnologías de producción contemporáneas «no debe llevarnos a olvidar que los resultados obtenidos a partir de los experimentos no pueden ser considerados automáticamente como instrucciones para actuar en aquello concerniente al tratamiento tecnológico de la Naturaleza»²⁰. Por una parte, hay conocimiento de la Naturaleza que excluye cualquier transformación tecnológica; y, por otra, se requiere algo más —un saber tecnológico *sensu stricto*— para hacer posible esa transformación, aquello que por sí misma la Ciencia de la Naturaleza no puede ofrecer.

Tanto en esta presentación como en los trabajos aquí reunidos, se sigue habitualmente una línea de diferenciación conceptual entre Ciencia y Tecnología, lo que no impide en modo alguno el reconocimiento de importantes interdependencias en el orden práctico. Así, las fronteras entre la actividad científica y el quehacer tecnológico pueden ser borrosas en algún momento dado, a tenor del tipo de trabajo desarrollado (p. ej., en ciertos estudios geológicos) o, incluso, desde un punto de vista

institucional (con industrias haciendo «Ciencia» y centros de investigación realizando «Tecnología»). Esta situación no es nueva y remite a veces a otra diferenciación previa, aquella que distingue a la Ciencia Pura y la Ciencia Aplicada ²¹. Con todo, los caracteres propios de la actividad científica y del quehacer tecnológico, antes señalados, junto con las divergencias en términos internos (semánticos, lógicos, epistemológicos, metodológicos, ontológicos y axiológicos) y las diferencias de orden externo (principalmente en cuanto a la complejidad e incidencia de los valores que intervienen —éticos, sociales, culturales, políticos, ecológicos, estéticos, etc.—, que afectan sobre todo a la Tecnología) hacen difícil una unificación conceptual bajo el rótulo de «Tecnociencia». De ahí que el progreso científico y la innovación tecnológica puedan ser *de facto* causalmente interdependientes, pero cabe seguir considerándolos como entitativamente diferentes.

2) Ciencia y Tecnología: La contribución de Ilkka Niiniluoto

Ilkka Niiniluoto ha estudiado en detalle las diferentes vertientes del problema del progreso científico ²². Se esfuerza por ofrecer los componentes básicos del concepto de *progreso científico*. En rigor, no llega a definirlo, pero lo configura de una manera suficientemente expresiva. A este respecto, se interesa por la aclaración *semántica* de «progreso», como concepto distinto de «desarrollo» o «cambio»; aborda la cuestión *metodológica* de cuándo se dice que una teoría es «progresiva» respecto de otra competidora, indagando acerca de cuáles pueden ser los indicadores fiables del progreso científico; y quiere contribuir a dictaminar la cuestión *fáctica* de cuándo podemos decir que ha hecho progresos la Ciencia. Estos tres planos sucesivos —semántico, metodológico y fáctico (o histórico)— presentan unas coordenadas que separan a Niiniluoto de los planteamientos decididamente históricos (como los propuestos por Th. S. Kuhn, I. Lakatos, P. K. Feyerabend o L. Laudan); le distinguen también de los enfoques netamente estructurales (como los mantenidos por J. Sneed y W. Stegmüller, preocupados también por la dinámica de teorías); y le alejan asimismo de las concepciones sociológicas nítidamente relativistas (como la propuesta por B. Barnes) ²³.

Su Pensamiento sobre la Ciencia ofrece unos perfiles bien definidos. En primer lugar, su enfoque atiende preferentemente a la Epistemología y Metodología de la Ciencia, aun cuando se fije también en la Semántica de la Ciencia, la Lógica de la Ciencia, la Ontología de la Ciencia y la Axiología de la investigación. Así, buena parte de su producción

filosófica descansa sobre los estudios sobre el progreso científico, la autonomía de la Ciencia y el realismo. Niiniluoto establece, en efecto, una interconexión entre el aumento del conocimiento científico, la especificidad de la Ciencia como actividad no subordinada a otras y la paulatina profundización en lo real, que lleva a la aproximación a la verdad. Acepta la idea de progreso científico sometido a revisión continua a través de autocorrecciones, dotado de objetividad en cuanto al contenido, que cuenta con la posibilidad de incrementar los niveles de verosimilitud. Propone, por tanto, un realismo científico crítico ²⁴.

Resulta patente que su Filosofía sintoniza con contribuciones realizadas por K. Popper, principalmente aquellas que se inclinan hacia la adopción del realismo crítico: la actitud crítica hacia el conocimiento científico, que impide considerarlo como ya definitivo; el falibilismo como condicionante de los procesos metodológicos de contrastación; la objetividad científica, a la que da soporte la tesis del Mundo 3; y, sobre todo, la visión de la Ciencia como orientada hacia la verdad, a la que se aproxima al incrementar la verosimilitud ²⁵. Niiniluoto también recoge las aportaciones del «giro histórico»: asume la historicidad de la Ciencia de Kuhn, pero sin aceptar la tesis de la inconmensurabilidad; y mira con interés a Lakatos, en cuanto que busca hacer compatible la objetividad científica con la historicidad de la Ciencia ²⁶. Recibe el influjo de otros autores, como N. Rescher, de quien toma la idea de la Ciencia como «autocorrectora» ²⁷. En cambio, discrepa generalmente de planteamientos que dejan al margen la cuestión de la verdad, como la Concepción estructuralista de las teorías científicas ²⁸, y rechaza tesis radicales de tipo sociológico, como la Teoría de la finalización ²⁹.

Como realista científico crítico, Niiniluoto se ha mostrado siempre reacio a los planteamientos epistemológicos y metodológicos de claro corte relativista. Rechaza así las versiones más nítidas de relativismo, sean de tipo histórico (historismo ³⁰) o sociológico (sociologismo) ³¹. En esta actitud muestra puntos de confluencia con el pragmatismo defendido por Larry Laudan —sobre todo en su segunda etapa— ³², que también es crítico con las versiones fuertes del relativismo ³³. Pero se distingue de Laudan —y, por eso mismo, se distancia más de los relativismos epistemológicos y metodológicos— en cuanto que el propósito expreso de Niiniluoto es «mostrar que es posible ofrecer una defensa sistemática de la teoría 'realista' del progreso, en la que se sostiene que la Ciencia hace progresos en la medida en que consigue alcanzar la verdad o información acerca de la realidad altamente verosímil» ³⁴. Combina, por tanto, una perspectiva realista acerca del progreso y

una visión realista de las teorías científicas, que pivota sobre el problema de la *verdad*.

Al abordar el problema del progreso científico, Niiniluoto observa el carácter no neutral de «progreso» respecto de los términos descriptivos «cambio» y «desarrollo». Así, «decir que un paso desde el nivel A al nivel B constituye un progreso significa que B comporta un *incremento o perfeccionamiento (improvement)* de A en algún aspecto, esto es, B es mejor que A en relación con algunos estándares o criterios»³⁵. Concibe, además, la Metodología de la Ciencia como abierta a la Axiología de la investigación: «la Teoría del Progreso Científico no es meramente una explicación descriptiva de los patrones de desarrollo que la Ciencia ha seguido de hecho. Más bien, debería dar una especificación de los *valores (values)* u *objetivos (aims)* que podrían emplearse como criterios constitutivos para determinar (*assessing*) la 'buena Ciencia'³⁶». De este modo acepta que la Metodología presenta una dimensión prescriptiva —da pautas sobre cómo proseguir la investigación futura— junto con una vertiente analítica —examina la actividad real—; en otras palabras: la Metodología da indicaciones sobre cómo debe hacerse la Ciencia al tiempo que estudia también la Ciencia real.

Con posterioridad a su interés por la Ciencia, Ilkka Niiniluoto ha investigado sobre diversas facetas de la Tecnología, orientándose también aquí hacia una interpretación de realismo crítico³⁷. Desde hace tiempo se ha ocupado de algunas cuestiones clave, como la naturaleza del progreso tecnológico, enfrentándose a los intentos de interpretar la Filosofía de la Tecnología de una manera meramente sociológica³⁸. En este volumen presenta dos trabajos, que inciden en las relaciones entre el progreso científico y la innovación tecnológica. En el primero, que abre el conjunto de la colaboraciones aquí reunidas, aborda un problema básico: la diferencia o identidad entre Ciencia y Tecnología; y en el segundo se ocupa de otra cuestión central: los límites de la Tecnología, atendiendo sobre todo a los componentes sociales de control y evaluación tecnológica.

Estos textos reflejan bien dos vertientes de la investigación filosófica del Prof. Niiniluoto: en la primera prevalece la perspectiva interna de la Ciencia, con especial atención a los aspectos semánticos, epistemológicos y metodológicos, aquellos que le han ocupado generalmente su Filosofía de la Ciencia, como se aprecia en su libro *Is Science Progressive?* y en los volúmenes *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference* (escrito en colaboración con Raimo Tuomela) y *Truthlikeness*. En la segunda contribución resalta la perspectiva externa: atiende, en efecto, a la dimensión social de la Tecnología. Con-

templa así una serie de factores sociales, económicos y políticos que puede condicionar el desarrollo tecnológico y, por tanto, pueden señalar los límites terminales que podría llegar a tener. En cierto sentido, el primer trabajo es también la parte inicial del segundo, pues en el estudio *Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?* se señalan algunos límites excluyentes de la Tecnología, esto es, algunas «barreras» o lindes que separan la actividad científica y el quehacer tecnológico, de modo que los límites terminales de la Tecnología —los «confines» a donde puede llegar— dependen de la previa caracterización de la «Tecnología» y de su distinción —su «demarcación»— respecto de la Ciencia.

Adopta Niiniluoto una postura clara ante la tendencia actual en favor de la «Tecnociencia», de modo que es crítico con la posición que elude una distinción real entre Ciencia y Tecnología. A su juicio, hay realmente una importante diferencia conceptual entre «Ciencia» y «Tecnología». Considera que, en cuanto partes integrantes de la Cultura y la Sociedad humanas, la Ciencia y la Tecnología se encuentran hoy en un estado de mutua interacción dinámica, pero estima que se dan diferencias en sus objetivos, resultados y pautas de desarrollo. Propone, por tanto, conservar la distinción conceptual, aun cuando la Ciencia y la Tecnología tengan una estrecha relación y sus nexos sean constantes desde el punto de vista histórico.

Según Niiniluoto, hay diversos modelos para concebir los vínculos entre Ciencia y Tecnología. Básicamente son cinco: 1) la Tecnología es reducible a la Ciencia (la realidad de la Tecnología dependería de la previa existencia de la Ciencia); 2) la Ciencia es reducible a la Tecnología (el *ser* de la Ciencia dependería de la previa existencia de la Tecnología); 3) Ciencia y Tecnología son idénticas; 4) la Ciencia y la Tecnología son independientes en cuanto a su realidad y desde un punto de vista causal; y 5) la Ciencia y la Tecnología son independientes en cuanto a su ser, pero están en interacción causal. A su juicio, es esta última posición —la interaccionista— la que explica mejor los orígenes históricos independientes de la Tecnología y la Ciencia. En esta postura se admite que, especialmente desde la etapa final del siglo XIX, hay una importante área de solapamiento entre Ciencia y Tecnología (que incluye la Tecnología basada-en-la-Ciencia y la investigación que incorpora instrumentación), pero que, en contraste con la idea de «Tecnociencia», incluso en este campo conjunto es posible distinguir conceptualmente los elementos o los aspectos que proceden de la Ciencia y de la Tecnología, respectivamente.

Cuando analiza filosóficamente ese problema de la diferencia o identidad entre Ciencia y Tecnología, Niiniluoto hace ver que hay también

divergencias significativas entre la Política Científica y la Política Tecnológica, pues la primera se centra en utilidades epistémicas (conocimiento y valor de verdad), mientras que la segunda gira en torno a utilidades transformadoras (el diseño de artefactos, instrumentos y máquinas). De nuevo, esta conclusión está en desacuerdo con la reciente tendencia a usar el término «Tecnociencia» en los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Niiniluoto piensa, en efecto, que la distinción entre Política Científica y Política Tecnológica es una consecuencia de la separación conceptual entre Ciencia y Tecnología. A este respecto, considera que hay una clara diferencia entre las decisiones sobre teorías científicas y los artefactos tecnológicos: porque es cuestión nuestra el decidir si queremos los aparatos tecnológicos artificiales que han de ser creados, producidos, manufacturados y usados por nuestra Sociedad.

Gira su punto de vista desde la perspectiva interna a la externa cuando pasa del primer trabajo al segundo. En efecto, Niiniluoto centra entonces su análisis de los límites de la Tecnología en una perspectiva externa al quehacer tecnológico mismo, a saber: en la Política Tecnológica. Su indagación de los límites terminales de la Tecnología —el «techo» o confín a donde puede llegar— la enfoca a partir de la dimensión social de esa actividad humana. Considera que hoy la Política Tecnológica se entiende, a menudo, como un sistema de organizaciones y actividades que distribuyen fondos públicos para estimular y apoyar la Investigación y el Desarrollo (I+D) en corporaciones industriales y en empresas. Podría pensarse que esa concepción centrada en el Estado ha quedado anticuada, que pertenece a la Era de las naciones con economías de planificación central, por lo que se pregunta si puede ser que un Estado liberal no necesite en absoluto una Política Tecnológica: ¿por qué no quedarnos meramente en recoger los avances de la Tecnología, dejándola desarrollarse libremente?

Enfoca Niiniluoto su trabajo *Límites de la Tecnología* en contra de esta conclusión. Se apoya en que el desarrollo de la Tecnología no es sólo un fenómeno económico, un negocio en la Economía de mercado, sino que es también un quehacer cuyos efectos llegan a toda la Cultura y a la Sociedad. A este respecto, en la Sociedad moderna, basada en gran medida en los resultados económicos de la innovación tecnológica, se constata que, lamentablemente, el hombre es un animal que causa daño y es derrochador. Así, debido a sus efectos en la Naturaleza y en el entorno social, la Tecnología debería estar limitada, controlada y dirigida de alguna manera. Según Niiniluoto, ése es el cometido de la Política Tecnológica. Su viabilidad depende de la naturaleza de la Tecnología, de sus pautas de cambio, sus condicionantes y sus límites.

Niiniluoto mantiene que la Tecnología es un tipo de quehacer netamente político, en la medida en que depende tanto de evaluaciones humanas externas a ella como de la influencia de los valores sociales aceptados. Por eso, un Estado racional liberal necesita más Política Tecnológica en vez de menos. A su juicio, un punto principal debería estar en los métodos democráticos y en los procedimientos de decisión que permiten a los ciudadanos participar en la valoración y control del cambio tecnológico. El progreso tecnológico debería basarse entonces en la verdad científica objetiva acerca de las propiedades fácticas y en las capacidades de los instrumentos, así como en valores éticos humanísticos que conciernen a los objetivos deseables y a las funciones de los instrumentos. De esta forma, la Tecnología debería ser capaz de satisfacer su importante promesa de aumentar la libertad humana positiva (en vez de quedarse en la mera «libertad negativa», el simple librarnos de algo no deseado).

Entendida de este modo, su reflexión sobre la Tecnología se engarza coherentemente con la posición de realismo crítico que propone para la Ciencia. Niiniluoto defiende así el progreso tecnológico, la especificidad del quehacer tecnológico y un realismo en cuanto a los contenidos; de modo que la Tecnología no es sin más un mero comportamiento social organizado, sino que constituye un tipo de *conocimiento transformador*, cuyo contenido y consecuencias han de ser evaluados socialmente. Su distanciamiento respecto de la «Tecnociencia» le lleva a insistir en la especificidad de la Ciencia y de la Tecnología, pero sin dejar de reconocer los nexos profundos que hay entre una y otra.

3) Estructura del presente volumen y origen de los artículos

Entre la amplia gama de cuestiones que suscita la relación entre el progreso científico y la innovación tecnológica, en el presente volumen se abordan algunas que son centrales para delimitar las relaciones entre la Filosofía de la Ciencia y la Filosofía de la Tecnología. Así, el progreso científico es visto desde varios ángulos, como son su vínculo con el problema de la verdad, la posible inconmensurabilidad semántica de las teorías y las objeciones que se plantean al realismo científico. Y la innovación tecnológica late tras dos aspectos centrales para la Filosofía de la Tecnología, como son el «progreso tecnológico» —la noción más cercana a la «innovación tecnológica»— y los límites del quehacer tecnológico como actividad social. Al abordar esas cuestiones subyace un problema de fondo —la posible integración conceptual de «Ciencia»

y «Tecnología» dentro de la «Tecnociencia»—, asunto que es examinado explícitamente en la primera contribución a este volumen.

Sin pretender en modo alguno agotar las diferentes facetas del vínculo entre progreso científico e innovación tecnológica, hay en el presente número monográfico tres grandes apartados. En el primero de ellos se ofrece un *Marco teórico* general, que sirve de contexto teórico para articular la relación entre el progreso científico y la innovación tecnológica. Ahí, en su artículo *Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?*, Ilkka Niiniluoto (U. Helsinki) presenta un trabajo donde se plantea expresamente la relación entre «Ciencia» y «Tecnología», para ver en qué medida existe una diferencia o una identidad conceptual entre la actividad científica y el quehacer tecnológico. Su empleo del término «Tecnología» —al igual que sucede con otros autores— no siempre coincide con el uso realizado en esta presentación, pues aquí se ha reservado para un *quehacer basado en la Ciencia*³⁹, mientras que la «Técnica» sería una *actividad esencialmente práctica* que está falta de apoyo teórico por parte de la Ciencia. En tal caso, la Tecnología sería tardía: sólo existiría después de la constitución de la Ciencia, mientras que la Técnica se daría con anterioridad.

Ya en un segundo apartado, dedicado a *La perspectiva del progreso científico*, se analizan tres problemas de Filosofía de la Ciencia relacionados con ese concepto: el papel de la verdad para el progreso científico; la posibilidad de tener una inconmensurabilidad en el lenguaje de las teorías científicas; y las recientes controversias entre los enfoques realistas y antirrealistas ante el progreso en la Física. Así, en *Verdad y progreso científico*, Antonio Diéguez (U. Málaga) examina en detalle los intentos de cuestionar el papel de la verdad en la Ciencia, haciendo ver la necesidad de relacionar al progreso científico con la búsqueda de la verdad. Después, en *Inconmensurabilidad semántica y progreso científico*, Juan Vázquez (U. Santiago de Compostela) analiza las nociones de «inconmensurabilidad» defendidas por P. K. Feyerabend y Th. S. Kuhn, viendo los nexos con los conceptos de «comparabilidad» y de «comunicabilidad». Esta revisión crítica de la inconmensurabilidad, que tiene como telón de fondo el progreso científico, lleva a presentar una solución al problema planteado que evita el relativismo kuhniano de *The Structure of Scientific Revolutions*⁴⁰. A continuación, en *Realismo, antirrealismo y progreso de la Física*, Miguel Boyer (Madrid) examina los desafíos relativistas a la creencia en la objetividad del progreso científico y considera las objeciones empiristas e instrumentalistas al realismo, descartando los intentos de entender el progreso en la Física al margen del realismo.

Posteriormente, en un tercer apartado, dedicado a la Filosofía de la Tecnología, que lleva por título *El enfoque de la innovación tecnológica*, se contemplan dos aspectos relacionados con la creatividad tecnológica: el concepto de «progreso tecnológico» y los límites que puede tener la Tecnología. En el primer caso prevalece la dimensión interna de la Tecnología, de modo que ahí la innovación tecnológica late tras el progreso tecnológico; mientras que, en el segundo caso, se ha puesto más énfasis en la perspectiva externa, para hacer ver los valores que pueden condicionar los fines y medios tecnológicos, cuando se trata de trazar unos límites al quehacer tecnológico. Así, en *El concepto de progreso tecnológico*, Miguel Angel Quintanilla (U. Salamanca) profundiza en dos nociones clave que acompañan al progreso científico: la «eficacia» y la «eficiencia». Después, en *Límites de la Tecnología*, Ilkka Niiniluoto reflexiona sobre los condicionantes externos a la Tecnología, en cuanto que es un quehacer social dependiente de una serie de valores (éticos, económicos, políticos, etc.) para establecer sus objetivos.

Éstas fueron las Ponencias presentadas en las *Jornadas sobre Progreso científico e innovación tecnológica*, organizadas por la Facultad de Humanidades de la Universidad de A Coruña y celebradas en el Parador Nacional de Turismo de Ferrol los días 12 y 13 de marzo de 1997. Hubo también diversas Comunicaciones en el Congreso: *¿Por qué es necesario distinguir entre «Ciencia» y «Técnica»?*, de Jesús Vega Encabo (U. Salamanca); *El Mundo 3 en Popper y Niiniluoto: una comparación crítica*, de José Fco. Martínez Solano (U. A Coruña); *Progreso matemático: los enfoques de Poincaré y Niiniluoto*, de Pilar Beltrán (U. Murcia); y *Progreso tecnológico: Consecuencias epistemológicas de los modelos rupturistas y evolucionistas*, de Ana Cuevas (U. País Vasco).

Cuando se diseñaron estas *Jornadas*, la idea directriz era ofrecer una reflexión sobre las relaciones entre el progreso científico y la innovación tecnológica, tomando como eje la Filosofía de Ilkka Niiniluoto, pensador sobradamente conocido por su libro *Is Science Progressive?* En su actividad hay tres vertientes: el quehacer institucional, el trabajo como editor y la tarea como investigador. En cuanto a su quehacer institucional, además de haber sido Director del Departamento de Filosofía y Decano de la Facultad de Humanidades de la Universidad de Helsinki, destaca el hecho de ocupar la presidencia, desde 1975, de la Sociedad finlandesa de Filosofía. Sobre su trabajo como editor, cabe resaltar su faceta como director de *Acta Philosophica Fennica*, la principal colección filosófica de Finlandia, y el haber sido el coeditor de *Synthese*, una de las revistas más representativas en este contexto filosófico. De su tarea como investigador llama la atención la variedad

de temas ⁴¹, tanto en el ámbito de la Filosofía de la Ciencia como en el dominio de la Filosofía de la Tecnología. Así, la lista de sus publicaciones cubre un amplio espectro temático: desde el estudio de cuestiones suscitadas por los bayesianos sobre la predicción de hechos nuevos (*novel facts*) hasta la configuración de las «Ciencias de diseño» ⁴²; el estudio del crecimiento en el conocimiento matemático y la indagación de problemas de Ciencias Sociales ⁴³. Todos estos trabajos han hecho que sea un pensador particularmente influyente en el contexto internacional.

Tiene su origen, por tanto, este volumen en un Congreso con un invitado principal, lo que motiva también una mayor atención a su Pensamiento en estas páginas de presentación. Y, aun cuando se puede asociar su formato al actual interés en nuestro país por los estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, como actividad académica tiene en rigor otro punto de partida: se trata de una actividad que continuaba la línea que había comenzado con la organización del Curso sobre *Valores humanos en la Era de la Tecnología*, impartido por el Prof. Nicholas Rescher en 1995, y las *Jornadas en torno al Pensamiento de Larry Laudan. Relaciones entre Historia de la Ciencia y Filosofía de la Ciencia*, celebradas en 1996. A este respecto, cabe resaltar el reconocimiento por la *Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*, que respaldó la organización de estas *Jornadas*.

Toda actividad universitaria llega a ser realidad cuando, junto a la claridad de ideas y a la constancia de quien la promueve, se da después un apoyo por parte de personas e instituciones. Cuando el proyecto se plasma y cobra cuerpo la idea original, es preciso pasar a los agradecimientos. Así, estas *Jornadas* fueron posibles gracias al Ayuntamiento de Ferrol y la Xunta de Galicia, y contaron con la colaboración de diversas instancias de la Universidad de A Coruña, bien como ayuda a la reunión científica —el Vicerrectorado de Investigación— o con becas a los universitarios —el Vicerrectorado de Extensión Universitaria— o, en su caso, mediante el apoyo del Tercer Ciclo, en razón del carácter de Curso de Doctorado. De este modo, a base de muchos pocos llegó a ser realidad.

Excede el cometido de estas páginas el enumerar todas las personas que hicieron posible estas *Jornadas* o que colaboraron al buen funcionamiento del Congreso. Sí cabe mencionar aquí al Rector —José Luis Meilán—, que clausuró las *Jornadas* en compañía del Vicerrector de Relaciones Institucionales y Postgrado —Jorge Teijeiro—, y a la Vicerrectora de Investigación —Esther Fernández—, que presidió el acto inaugural. Deseo recordar asimismo al Alcalde de Ferrol —Juan

Blanco—, al Decano de la Facultad —José Antonio Fernández de Rota— y a la Secretaria del Departamento de Humanidades —Blanca Padín—, que apoyaron este proyecto desde sus respectivos ámbitos de competencia. Sin su colaboración y sin la ayuda de otras personas, como el traductor —Steve Hasler— y el grupo de alumnas que contribuyeron eficazmente a la buena marcha de las sesiones, sería difícil que quedara tan grato recuerdo del Congreso.

Pero, por razones obvias, mi gratitud es mayor hacia Ilkka Niiniluoto y los demás ponentes, los autores de los trabajos aquí reunidos: Miguel Angel Quintanilla, Juan Vázquez, Antonio Diéguez y Miguel Boyer. Su empeño en la preparación minuciosa de los textos, su contribución en los debates de las sesiones del Congreso y la celeridad en hacer la revisión de sus textos para la publicación son elementos para el agradecimiento. Y, finalmente, deseo expresar mi reconocimiento a *Arbor* por la aceptación de la propuesta de esta publicación y por el interés puesto en su pronta publicación, que cabe esperar que sirva como un motivo más que contribuya a la continuidad de este tipo de *Jornadas*.

Notas

¹ Entre los volúmenes dedicados a este problema durante este periodo destacan los siguientes: HARRÉ, R. (ed), *Problems of Scientific Revolution: Progress and Obstacles to Progress in the Sciences*. Oxford University Press, Oxford, 1975; AGAZZI, E. (ed), *Il Concetto di progresso nella scienza*. Feltrinelli, Milán, 1976; LAUDAN, L., *Progress and its Problems. Towards a Theory of Scientific Growth*. University of California Press, Berkeley, 1977; RADNITZKY, G. y ANDERSSON, G. (eds), *Progress and Rationality in Science*, Reidel, Dordrecht, 1978; RESCHER, N., *Scientific Progress: A Philosophical Essay on the Economics of Research in Natural Science*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1978; DILWORTH, G., *Scientific Progress: A Study concerning the Nature of the Relation between Successive Scientific Theories*. Reidel, Dordrecht, 1981; SHAFER, W. (ed), *Finalization in Science: The Social Orientation of Scientific Progress*, Reidel, Dordrecht, 1983; NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?* Reidel, Dordrecht, 1984; y PITT, J. (ed), *Change and Progress in Modern Science*. Reidel, Dordrecht, 1985.

² Cfr. GONZÁLEZ, W. J., «Progreso científico, autonomía de la Ciencia y realismo», *Arbor*, v. 135, n° 532, (1990), pp. 91-109; GONZÁLEZ, W. J., «La Ciencia y los problemas metodológicos», en GONZÁLEZ, W. J. (ed), *Aspectos metodológicos de la investigación científica*, 2ª ed., Ediciones Universidad Autónoma de Madrid y Publicaciones Universidad de Murcia, Madrid-Murcia, 1990, pp. 15-46; y GONZÁLEZ, W. J., «Towards a new Framework for Revolutions in Science», *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 27, n. 4, (1996), pp. 607-625.

³ Quizá el ejemplo más ilustrativo a este respecto lo ofrezca la primera etapa de L. Laudan, aquella donde destaca su libro *Progress and its Problems. Towards a Theory of Scientific Growth*, cfr. GONZÁLEZ, W. J., «El progreso científico como resolución

de problemas: L. Laudan», en GONZÁLEZ, W. J. (ed), *Aspectos metodológicos de la investigación científica*, 2.ª ed., pp. 157-171.

⁴ A diferencia de lo que sucede con el concepto de «progreso científico», que suele figurar en numerosas publicaciones de Filosofía y Metodología de la Ciencia, la noción de «innovación tecnológica» no aparece frecuentemente en los títulos de los trabajos de Filosofía y Metodología de la Tecnología. Entre las excepciones figuran PRICE, D. DE S., «The Science-Technology Relationship, the Craft of Experimental Science, and Policy for the Improvement of High Technology Innovation», *Research Policy*, v. 13, (1984), pp. 3-20; y SAHAL, D., *Patterns of Technological Innovation*. Addison-Wesley, Reading, 1987

⁵ Ciertamente la Tecnología no es un mero quehacer sino también un vector del cambio social. De este problema se ocupa ELSTER, J., *Explaining technical change*. Cambridge University Press, Cambridge, 1983. Vers. cast. de Margarita Mizraji: *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*. Gedisa, Barcelona, 3.ª ed., 1997.

⁶ Cfr. NIINILUOTO, I. y TUOMELA, R., *Theoretical Concepts and Hypothetico—inductive Inference*. Reidel, Dordrecht, 1973.

⁷ Cfr. RESCHER, N. (ed), *Values and the Future: The Impact of Technological Change on American Values*, Free Press, N. York, 1969; RESCHER, N., «Technological Progress and Human Happiness», *Philosophic Exchange*, v. 2, (1979), pp. 64-79; RESCHER, N. (ed), *Crotchets and Comments: Essays on Technological Progress and the Condition of Man*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1979; y RESCHER, N., *Unpopular Essays on Technological Progress*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 1980.

⁸ Una de las líneas de incidencia social de la innovación tecnológica viene dada por la elaboración de patentes, que es a su vez una fuente de riqueza, cfr. ORDÓÑEZ, J., «Los mecanismos de la innovación: la invención y los sistemas de patentes», *Arbor*, v. 142, nn. 558-559-560, (1992), pp. 253-270. El vínculo con las patentes no se da en el caso del progreso científico, de modo que éste es otro rasgo más para diferenciar Ciencia y Tecnología.

⁹ La justificación de esta síntesis se encuentra en GONZÁLEZ, W. J., «La Ciencia y los problemas metodológicos», pp. 16-21.

¹⁰ Cfr. LAUDAN, L., *Science and Values. The Aims of Science and Their Role in Scientific Debate*. University of California Press, Berkeley, 1984.

¹¹ A comienzos de la década de 1970, R. Giere escribió: «la Metodología de la Tecnología es filosóficamente un territorio casi virgen», GIERE, R. N., «The Structure, Growth and Application of Scientific Knowledge: Reflections on Relevance and Future of Philosophy of Science», en BUCK, R. C. y COHEN, R. S. (eds), *In Memory of R. Carnap*. Reidel, Dordrecht, 1971. Vers. cast. de Wenceslao J. González: «Estructura, crecimiento y aplicación del conocimiento científico. Reflexiones sobre relevancia y futuro de la Filosofía de la Ciencia», *Anales de Filosofía*, v. 2, (1984), p. 101.

La bibliografía de la etapa inicial de la Filosofía y Metodología de la Tecnología se halla en MITCHAM, C. y MACKAY, R. (eds), *Bibliography of the Philosophy of Technology*. University of Chicago Press, Chicago, 1973.

¹² Entre los trabajos representativos de la Filosofía de la Tecnología se encuentran SKOLIMOWSKI, H., «The Structure of Thinking in Technology», *Technology and Culture*, v. 7, (1966), pp. 371-383; RAPP, F., *Analitische Technikphilosophie*. K. Alber, Friburgo-Munich, 1978 (vers. cast. de E. Garzón Valdés: *Filosofía Analítica de la Técnica*. Alfa/Laia, Barcelona, 1981); MITCHAM, C., «Philosophy of Technology», en DURBIN, P.

(ed.), *A Guide to the Culture of Science, Technology and Medicine*. The Free Press, N. York, 1980, pp. 282-363; DOSI, G., «Technological Paradigms and Technological Trajectories», *Research Policy*, v. 11, (1982), pp. 147-162; y MITCHAM, C., *Thinking through Technology. The Path between Engineering and Philosophy*. University of Chicago Press, Chicago, 1994.

De las diversas compilaciones cabe resaltar RAPP, F. (ed), *Contributions to a Philosophy of Technology*. Reidel, Dordrecht, 1974; DURBIN, P. y RAPP, F. (eds), *Philosophy and Technology*. Reidel, Dordrecht, 1983; LAUDAN, R. (ed), *The Nature of Technological Knowledge*, Reidel, Dordrecht, 1984; BIJKER, W. E., HUGHES, T. P. y PINCH, T. (eds), *The Social Construction of Technological Systems*, M.I.T. Press, Cambridge (Mass.), 1987; DURBIN, P. (ed), *Philosophy of Technology. Practical, Historical and Other Dimensions*, Kluwer, Dordrecht, 1989; DURBIN, P. (ed), *Broad and Narrow Interpretations of Philosophy of Technology*. Kluwer, Dordrecht, 1990; y FELLOWS, R. (ed), *Philosophy and Technology*. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

¹³ Cfr. STRÖKER, E., «Philosophy of Technology: Problems of a Philosophical Discipline», DURBIN, P. y RAPP, F. (eds), *Philosophy and Technology*, pp. 323-336; en especial, p. 323.

¹⁴ Sobre el carácter diferenciado de los límites excluyentes y terminales de una y otra, cfr. RADNITZKY, G., «Límites de la Ciencia y de la Tecnología», *Teorema*, v. 8, (1978), pp. 229-261. Acerca de los límites científicos y tecnológicos en cuanto interdependientes, cfr. RESCHER, N., *The Limits of Science*. University of California Press, Berkeley, 1984. De las limitaciones cognoscitivas de la Ciencia, tanto en sentido débil como en la acepción fuerte (*insolubilia*), cfr. RESCHER, N., «Some Issues Regarding the Completeness of Science and the Limits of Scientific Knowledge», en RADNITZKY, G. y ANDERSON, G. (eds), *The Structure and Development of Science*. Reidel, Dordrecht, 1979, pp. 19-40.

¹⁵ LADRIERE, J., *El reto de la racionalidad. La Ciencia y la Tecnología frente a las culturas*. Sígueme, Salamanca, 1978, p. 50.

¹⁶ Cfr. RESCHER, N., «El limitado campo de la Ciencia y la Tecnología», en RESCHER, N., *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*, capítulo 5, libro inédito.

¹⁷ Cfr. LELAS, S., «Science as Technology», *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 44, (1993), pp. 423-442. Srdjan Lelas ofrece un ejemplo paradigmático de instrumentalismo, donde la teoría científica es un *instrumento* de diseño tecnológico, cfr. *Loc. cit.*, p. 423.

¹⁸ Cfr. BUNGE, M., «Technology as Applied Science», *Technology and Culture*, v. 7, (1966), pp. 329-349, compilado en RAPP, F. (ed), *Contributions to a Philosophy of Technology*, pp. 19-36; y BUNGE, M., *Epistemology and Methodology III: Philosophy of Science and Technology*. Reidel, Dordrecht, 1985.

¹⁹ Cfr. AGASSI, J., «The Confusion between Science and Technology in the Standard Philosophy of Science», *Technology and Culture*, v. 7, (1966), pp. 348-366; AGASSI, J., «Between Science and Technology», *Philosophy of Science*, v. 47, (1980), pp. 82-99; y AGASSI, J., «How Technology Aids and Impedes the Growth of Science», *Proceedings of the Philosophy of Science Association*, v. 2, (1982), pp. 585-597.

Desde una perspectiva de tipo histórico, también insisten en las diferencias DI NUCCI PEARCE, M. R. y PEARCE, D., «Technology vs. Science: The Cognitive Fallacy», *Synthese*, v. 81, (1990), pp. 405-419.

²⁰ STRÖKER, E., «Philosophy of Technology: Problems of a Philosophical Discipline», pp. 329-330.

²¹ Este es uno de los temas investigados por la Escuela Finlandesa de Filosofía de la Ciencia, cfr. SINTONEN, M., «Basic and Applied Sciences - Can the Distinction (Still) Be Drawn?», *Science Studies*, v. 3, n. 2, (1990), pp. 23-31; y NIINILUOTO, I., «The Aim and Structure of Applied Research», *Erkenntnis*, v. 38, (1993), pp. 1-21.

Una de las nociones clave a este respecto es «diseño». De ella se ocupa Herbert A. Simon en su «The Science of Design», capítulo 5 en SIMON, H., *The Sciences of the Artificial*, 2ª ed., M.I.T. Press, Cambridge, 1981 (7.ª reimp., 1992), pp. 129-159.

²² Cfr. NIINILUOTO, I., «Scientific Progress», *Synthese*, v. 45, (1980), pp. 427-462, incluido en NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?*, pp. 75-110; NIINILUOTO, I., «The Evolution of Knowledge», *Proceedings of the Symposium on Evolution*, Helsinki, 1982, publicado en: *Is Science Progressive?*, pp. 61-74; NIINILUOTO, I., «Progress, Realism, and Verisimilitude», en WEINGARTNER, P. y SCHURZ, G. (eds), *Logic, Philosophy of Science and Epistemology*. Hölder-Pichler-Tempsky, Viena, 1987, pp. 151-161; y NIINILUOTO, I., «Is There Progress in Science?», en STACHWOCIAK, H. (ed), *Pragmatik. Handbuch Pragmatischen Denkens*. F. Meiner, Hamburgo, 1995, pp. 30-58.

²³ Los caracteres de su concepto de «progreso científico» se analizan en GONZÁLEZ, W. J., «Progreso científico, autonomía de la Ciencia y realismo», pp. 96-100.

²⁴ Después de los trabajos compilados en *Is Science Progressive?*, el realismo científico crítico lo aborda en varios estudios: cfr. NIINILUOTO, I., «Realism, Relativism, and Constructivism», *Synthese*, v. 89, (1991), pp. 135-162; y NIINILUOTO, I., «Scientific Realism and the Problem of Consciousness», en REVONSUO, A. y KAMPPINEN, M. (eds), *Consciousness in Philosophy and Cognitive Neuroscience*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J., 1994, pp. 33-54.

Sobre el realismo científico crítico en el contexto general de la reciente Filosofía y Metodología de la Ciencia, cfr. GONZÁLEZ, W. J., «El realismo y sus variedades: El debate actual sobre las bases filosóficas de la Ciencia», en CARRERAS, A. (ed), *Conocimiento, Ciencia y Realidad*. SIUZ-Ed. Mira, Zaragoza, 1993, pp. 11-58. Un estudio en detalle se encuentra en PEARCE, D., «Critical Realism in Progress: Reflections on Ilkka Niiniluoto's Philosophy of Science», *Erkenntnis*, v. 27, (1987), pp. 147-171.

²⁵ La verosimilitud ha centrado buena parte de su investigación, cfr. NIINILUOTO, I., «On the Truthlikeness of Generalizations», en BUTTS, R. E. y HINTIKKA, J. (eds), *Basic Problems in Methodology Linguistics*. Reidel, Dordrecht, 1977, pp. 121-147; NIINILUOTO, I., «Verisimilitude, Theory-Change, and Scientific Progress», *Acta Philosophica Fennica*, v. 30, (1978), pp. 243-264, compilado en NIINILUOTO, I. y TUOMELA, R. (eds), *The Logic and Epistemology of Scientific Change*. North-Holland, Amsterdam, 1979, pp. 234-264; NIINILUOTO, I., «Degrees of Truthlikeness: From singular sentences to generalizations», *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 30, (1979), pp. 371-376; NIINILUOTO, I., «Truthlikeness, Realism, and Progressive Theory-Change», en PITT, J. C. (ed), *Change and Progress in Modern Science*, pp. 235-265 (una versión de este texto se publicó en NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?*, pp. 159-192); y el libro: NIINILUOTO, I., *Truthlikeness*. Reidel, Dordrecht, 1987.

²⁶ Además de los trabajos reunidos en *Is Science Progressive?*, cfr. NIINILUOTO, I., «Science and Epistemic Values», *Science Studies*, v. 3, n. 1, (1990), pp. 21-25. Con Lakatos sintoniza también en su crítica al rechazo popperiano a la inducción, cfr. NIINILUOTO, I., «Inductive Logic as a Methodological Research Programme», en AA. VV., *Logic in the 20th Century*. Scientia, Milán, 1983.

²⁷ Cfr. NIINILUOTO, I., «The Nature of Science», compilado en NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?*, pp. 1-9. Se apoya expresamente en el libro *Scientific Progress* de Nicholas Rescher.

²⁸ Cfr. NIINILUOTO, I., «The Growth of Theories: Comments on the Structuralist Approach», en HIINTIKA, J., GRUENDER, D. y AGAZZI, E. (eds), *Theory Change, Ancient Axiomatics and Galileo's Methodology*. Reidel, Dordrecht, 1981, pp. 3-47, compilado en: *Is Science Progressive?*, pp. 111-158.

²⁹ Cfr. NIINILUOTO, I., «Finalization, Applied Science, and Science Policy», compilado en NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?*, pp. 226-243.

³⁰ El término «historismo» se emplea aquí en la acepción popperiana, que Popper contrapone al «historicismo». Acerca de los rasgos de uno y otro, cfr. GONZÁLEZ, W. J., «La interpretación historicista de las Ciencias Sociales», *Anales de Filosofía*, v. 2, (1984), pp. 109-137. Conviene señalar que los historiadores prefieren utilizar «historicismo» para expresar ese relativismo de tipo histórico, cfr. GONZÁLEZ, W. J., «Caracterización del objeto de la Ciencia de la Historia y bases de su configuración metodológica», en GONZÁLEZ, W. J. (ed), *Acción e Historia. El objeto de la Historia y la Teoría de la Acción*. Publicaciones Universidade da Coruña, A Coruña, 1996, pp. 25-111.

³¹ Cfr. NIINILUOTO, I., «Realism, Relativism, and Constructivism», pp. 135-162; y NIINILUOTO, I., «What is Wrong with Relativism», *Science Studies*, v. 4, n. 2, (1991), pp. 17-24.

³² Cfr. GONZÁLEZ, W. J., «El naturalismo normativo como propuesta epistemológica y metodológica. La segunda etapa del Pensamiento de L. Laudan», en GONZÁLEZ, W. J. (ed), *El Pensamiento de L. Laudan. Relaciones entre Historia de la Ciencia y Filosofía de la Ciencia*. Publicaciones Universidade da Coruña, A Coruña, en prensa.

³³ Cfr. LAUDAN, L., *Science and Relativism: Dialogues on the Philosophy of Science*. University of Chicago Press, Chicago, 1990; y LAUDAN, L., *Beyond Positivism and Relativism: Theory, Method and Evidence*. Westview Press, Boulder (Col.), 1996.

³⁴ NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?*, p. 76.

³⁵ NIINILUOTO, I., «Progress, Realism, and Verisimilitude», en WEINGARTNER, P. y SCHURZ, G. (eds), *Logic, Philosophy of Science and Epistemology*, p. 151.

³⁶ NIINILUOTO, I., «Progress, Realism, and Verisimilitude», p. 151. Niiniluoto emplea el término «normativo» referido al progreso científico; pero añade, a continuación, que es «relativo a una meta» (*goal-relative*), de modo que lo contrapone a «descriptivo». En este sentido no hay incompatibilidad respecto de utilizar «prescriptivo», en lugar de «normativo», como término que expresa un cometido propio de la Metodología.

De la Metodología de la Ciencia como *analítica y prescriptiva*, en vez de meramente descriptiva o puramente normativa, se ocupa GONZÁLEZ, W. J., «Ambito y características de la Filosofía y Metodología de la Ciencia», en GONZÁLEZ, W. J. (ed), *Aspectos metodológicos de la investigación científica*, 2.^a ed., pp. 49-78; en especial, pp. 71-74.

³⁷ Cfr. NIINILUOTO, I., «Should Technological Imperatives Be Obeyed?», *International Studies in the Philosophy of Science*, v. 4, (1990), pp. 181-187; NIINILUOTO, I., «Nature, Man, and Technology - Remarks on Sustainable Development», en HEININEN, L. (ed), *The Changing Circumpolar North: Opportunities for Academic Development*. Arctic Centre Publications 6, Rovaniemi, 1994, pp. 73-87; y NIINILUOTO, I., «Technology Policy in a Democratic State», en HELLSTEN, S., KOPPERI, M. y LOUKOLA, O. (eds), *Taking Liberties - Seriously*, en prensa.

³⁸ Cfr. NIINILUOTO, I., «Remarks on Technological Progress», compilado en NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?*, pp. 258-266.

³⁹ En esta dirección se encuentra QUINTANILLA, M. A., *Tecnología: Un enfoque filosófico*, Fundesco, Madrid, 1989, p. 42. Es también el uso dominante en los trabajos compilados en BRONCANO, F. (ed), *Nuevas Meditaciones sobre la Técnica*. Trotta, Madrid, 1995.

⁴⁰ KUHN, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, Chicago, 1962.

⁴¹ Además de la variedad temática, llama también la atención el estilo: sus escritos reúnen —a mi juicio— las notas de claridad conceptual, concisión en el modo de expresión y profundidad en los análisis, que lo han hecho acreedor de reconocimiento internacional.

⁴² Cfr. NIINILUOTO, I., «Novel Facts and Bayesianism», *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 34, (1983), pp. 375-379; y NIINILUOTO, I., «The Aim and Structure of Applied Research», pp. 1-21; en especial, pp. 8-11 y 14-16.

⁴³ Cfr. NIINILUOTO, I., «The Growth of Knowledge in Mathematics», incluido en NIINILUOTO, I., *Is Science Progressive?*, pp. 193-210; y NIINILUOTO, I., «Realism, World-making, and the Social Sciences», compilado en: *Is Science Progressive?*, pp. 211-225.