

CIENCIA Y TECNOLOGÍA: DISTINCIONES EXTERNAS*

León OLIVE

ABSTRACT

In this paper the role of values in scientific and technological processes of inquiry is discussed. It is argued that a distinction between science and technology cannot any longer be attempted on the basis of being based upon respectively different sets of values and aims. Furthermore, it is argued that usually these attempts have wrongly characterised science and technology in terms of a fixed and immutable set of aims, values and norms. This sort of characterisation has often been put forward not only for the purposes of such a distinction but as a general idea in philosophy of science. Some of the problems of such an approach are discussed, particularly by examining some recent ideas of Shapere and Laudan, concerning the processes of consensus shaping in the sciences. So, it is concluded that we have to reject the idea that both science and technology are based on a technical interest in knowledge, an idea that normally blurs the significance of changes at their axiological level, as much as the conception that science and technology belong to completely different camps, which quite often takes their respective axiological levels as immutable.

En las sociedades modernas la ciencia y la tecnología se han vuelto las autoridades cognoscitivas por excelencia. El más simple de los análisis indica que en buena medida esto se debe al poder alcanzado por ellas para el control de la naturaleza, y en muchos casos de las organizaciones sociales para ejercer ese poder, (y en muchos otros no sólo ese poder). Creo que cualquiera que sea la perspectiva que tomemos frente a la ciencia y la tecnología, un problema reconocible es el de su persistencia, y el de dar cuenta del creciente control de la naturaleza que han permitido. Esto en algún sentido, por cierto,

sugiere un efectivo progreso del conocimiento científico y tecnológico.

Dicho proceso progresivo supone la existencia de factores de evaluación y aceptación. Creo que hoy en día ya nadie disputaría que estos factores incluyen valores, sean propiamente cognoscitivos, éticos o estéticos. Pero sobre lo que no hay acuerdo es sobre el papel y la importancia de esos valores.

Una respuesta que se encuentra con frecuencia reconoce que los valores condicionan (si no es que determinan) por los menos lo siguiente:

- a) la formulación de problemas;
- b) la selección de problemas sobre los cuales de hecho se investiga;
- c) los fines en función de los cuales se investiga.

Al tomar en cuenta lo anterior, junto con la existencia, subsistencia y aparente fortalecimiento de los procesos de investigación y desarrollo científicos y tecnológicos, es posible plantearse el siguiente doble problema.

1) Por un lado, hoy en día están tan entremezclados los propios sistemas de conocimiento, así como sistemas de acciones y las instituciones a través de los cuales se desarrollan la ciencia y la tecnología que *cab*e preguntarse si existe todavía una diferencia digna de tomarse en cuenta. Particularmente, ¿no son los mismos, los valores y normas de evaluación y aceptación que entran en juego en la ciencia y la tecnología?

Desde la perspectiva que considera a las ciencias empíricas como constituidas por un *interés técnico*, que está orientado hacia el control y requiere por tanto la predicción exitosa, parece no plantearse ninguna diferencia, ni interna ni externa, entre ciencia empírica y tecnología. Pero, como veremos adelante, al plantear así la relación entre ciencia y tecnología, es decir con base en el interés técnico, se sesga una importante y actual discusión sobre epistemología de la ciencia, a saber la discusión entre realistas y antirrealistas.

En el extremo opuesto, suele hacerse una distinción analítica entre ciencia y tecnología con base en diferencias en el nivel axiológico (sobre los valores que se persiguen y las metas de cada sistema), y en el epistemológico (razones para aceptar las creencias en una y en otra, métodos de prueba, etc.). Muchas veces se ha intentado hacer una demarcación con base en *valores cognitivos*. Por ejemplo, se dice

CIENCIA Y TECNOLOGÍA: DISTINCIONES EXTERNAS

que la ciencia está orientada hacia la verdad, mientras que la tecnología está orientada hacia la exitosa intervención en los procesos naturales, por lo cual su objetivo sería el de realizar predicciones exitosas, "salvando las apariencias".

Esta perspectiva parece no estar apoyada por resultados recientes de la historia de la ciencia, y además la distinción analítica que propone presupone que los conjuntos de características de cada esfera son ajenos, y por el hecho mismo de que sirven para fundar la distinción, que son inmutables.

Veremos que estos intentos son doblemente erróneos: por un lado es incorrecto tratar de establecer una demarcación, al menos efectiva hoy en día, entre ciencia y tecnología en esos términos; y por otro lado es incorrecto suponer que la ciencia o la tecnología pueden caracterizarse por un conjunto fijo de objetivos, valores y normas. Repito la pregunta: ¿tiene sentido, y en su caso cómo puede establecerse una diferencia entre ellas? Alegaré que tiene un sentido en cuanto discusiones externas a la ciencia y tecnología mismas, y que los criterios para hacerlos también son externos.

2) El segundo problema es el de explicar la persistencia de la ciencia y de la tecnología, así como su legitimidad, de una manera que no se reduzca trivialmente al poder de control que confieren sus resultados a quienes pueden aplicarlos. Con respecto a esto, hay dos respuestas que llevadas cada una a su extremo son opuestas, y que sin embargo pueden hacerse compatibles y son, en mi opinión, necesarias en una teoría de la ciencia. Por un lado, una respuesta realista, que alude a una especie de correspondencia entre el conocimiento y el mundo, y a constreñimientos impuestos por el mundo. Y por el otro lado respuestas constructivistas, o convencionalistas, las cuales enfatizan un consenso social entre los investigadores (véase Hesse por publicarse).

Ambos problemas (1) y 2)), por otro lado, están ligados entre sí en las actuales discusiones epistemológicas sobre la ciencia. En efecto, la caracterización de la ciencia, o de la tecnología, por medio de objetivos y valores como los señalados arriba, esto es, orientación hacia la verdad o, "salvando las apariencias", una orientación hacia un conocimiento técnicamente útil, ha cobrado una importancia significativa en discusiones epistemológicas sobre la ciencia, en las cuales ciertamente se ha dado preponderancia al nivel axiológico. En las recientes

controversias entre realistas y empiristas, por ejemplo, se ha involucrado la discusión de *los objetivos* de la ciencia (véase por ejemplo van Fraassen 80). Sostendré que en estas discusiones también se ha supuesto equivocadamente que, si bien la ciencia y la tecnología cambian y evolucionan, hay algunos planos que caracterizan a la ciencia que son inmutables, por ejemplo el de los valores que orientan a la actividad científica y el de los propios objetivos de la ciencia, por lo cual se ha hecho posible la disputa al nivel metacientífico por la caracterización de dichos objetivos; disputa que en muchos casos tiene largo alcance en relación con la caracterización misma de los objetos que constituyen a la ciencia, pongamos por caso a las teorías científicas (véase van Fraassen 85, Pérez Ransanz 85).

La discusión de todos estos problemas todavía plantea una dificultad para la filosofía de la ciencia y de la tecnología, la cual vale la pena comentar. ¿Es posible caracterizar a la ciencia, y a la tecnología, a través de niveles diferentes dentro del proceso de investigación? Si la respuesta es afirmativa, ¿cuáles son las relaciones entre ellos? Kuhn, por ejemplo, claramente ha defendido la idea de los niveles, pero ha sugerido que constituyen un bloque rígido. Un cambio en uno necesariamente repercute en los otros, produciendo así una ruptura radical, revolucionaria, de un paradigma a otro. En el extremo opuesto, Shapere recientemente se ha opuesto a la filosofía de la ciencia "de niveles", colocando todos los factores pertinentes para la investigación y desarrollo científicos y tecnológicos dentro de un mismo nivel *científico* (véase Shapere 86b, y por publicarse).

En este trabajo defenderé la idea de que es necesario caracterizar a la ciencia y a la tecnología a través de diferentes niveles, los cuales son interdependientes, pero de un modo tal que es posible un margen de variación independiente de un nivel con respecto a los otros. Pero será preciso insistir en que la autonomía no llega a ser tanta como para pensar que los niveles (digamos de conocimientos sustantivos, de reglas metodológicas y de objetivos) pueden variar con independencia completa unos de otros. Sugeriré también que al plantear de ese modo los modelos-esquema generales para el análisis de la ciencia y la tecnología puede observarse que al menos para la situación actual las diferencias entre unas y otras no pueden ser intrínsecas, sino que es necesario tomar en cuenta las relaciones de cada sistema con otros sistemas

CIENCIA Y TECNOLOGIA: DISTINCIONES EXTERNAS

de acción, y el tipo de relación con la naturaleza, de modo que puede plantearse una diferencia significativa de acuerdo con *la medida de explotación* involucrada, noción que me propongo explicar adelante.

II

Veamos en primer lugar algunos ejemplos en los que la discusión epistemológica descansa en una controversia acerca de los objetivos de la ciencia:

Para van Fraassen el realismo científico es una posición en filosofía de la ciencia que considera que

el objetivo (*the aim*) de la ciencia es ofrecer a través de sus teorías una historia (*story*) literalmente verdadera acerca de cómo es el mundo, y la aceptación de una teoría científica involucra la creencia en que es verdadera (80, p. 8).

Frente a esa posición él opone su empirismo constructivista, al cual caracteriza de la siguiente manera:

El propósito de la ciencia es el de ofrecernos teorías empíricamente adecuadas, y la aceptación de una teoría involucra como creencia sólo el que es empíricamente adecuada (*ibid.*, p. 12).

No debe quedar duda que en este planteamiento de la controversia se alude a un *nivel* de la ciencia que debe ser analizado por la filosofía de la ciencia, el nivel axiológico, y se trata de dirimir la disputa filosófica mostrando que el metadiscurso en cuestión, la posición realista en este caso, está equivocada. Para ello se precizaría mostrar que es posible reconstruir el proceso de investigación científica (conocimientos, actividades, etc.) atribuyéndole un propósito que "bien puede obtenerse sin ofrecer esa historia literalmente verdadera acerca del mundo", y considerando que "la aceptación de una teoría bien puede involucrar algo menos que (o distinto a) la creencia en que es verdadera" (van Fraassen 80, p. 9).

Larry Laudan, al discutir lo que ha llamado el realismo epistemológico convergente, no plantea las tesis en el terreno axiológico; sin embargo, del conjunto de tesis que según él caracterizan al realismo, se desprenden claras tesis axiológicas. Para nuestros fines destacaré sólo unas cuantas de entre las que él presenta:

R2) Los términos observacionales y teóricos dentro de las teorías

de una ciencia madura tienen una genuina referencia (burdamente, en el mundo hay sustancias que corresponden son las ontologías que presumen nuestras mejores teorías), (Laudan 81, p. 20)

R3) En cualquier ciencia madura las teorías que suceden a otras 'preservan' las relaciones teóricas y los referentes aparentes de las primeras (es decir, las primeras teorías serían 'casos límite' de las últimas) (*idem*).

S3) Si una teoría es exitosa, podemos inferir razonablemente que sus términos centrales refieren genuinamente (*ibid.*, p. 23).

C1) Si las primeras teorías en un dominio científico son exitosas y por consiguiente aproximadamente verdaderas según los principios realistas (por ejemplo S3), entonces los científicos deberían aceptar sólo aquellas teorías sucesoras que retengan apropiadas porciones de las primeras.

Laudan considera que a partir de las tesis mediante las cuales él define al "Realismo Epistemológico Convergente Diacrónico" (principalmente C1) se debe llegar a una estrategia retencionista, la cual, según tal doctrina *debería* ser seguida por los científicos. Y su propósito es mostrar que no ha sido cierto que los científicos hayan seguido la estrategia retencionista.

He discutido estas tesis de Laudan en otro trabajo, donde he pretendido mostrar que su caracterización del realismo es inadecuada, y que en particular el realismo no requiere comprometerse con el conjunto de tesis que Laudan presenta (véase Olivé 84a). En este contexto no repetiré esa discusión. Lo que me interesa es mostrar cómo ha subsistido hasta muy recientemente la equivocada idea de que aún ciertos problemas epistemológicos requieren de una caracterización de la ciencia en función de sus objetivos, y se perdió de vista que los objetivos de la ciencia no sólo han variado históricamente, sino que es difícil caracterizar a un mismo periodo histórico, y aún a un paradigma como si contuviera un sólo inmutable conjunto de objetivos.

Creo que puede analizarse este aspecto con un poco más de detalle y al mismo tiempo subrayar una importante distinción. En efecto, conviene distinguir entre valores hacia los cuales se considera orientada una actividad, digamos la científica, los cuales parecen dominar en discursos metacientíficos de la época, y en metadiscursos que pretenden

CIENCIA Y TECNOLOGÍA: DISTINCIONES EXTERNAS

reconstruir el meollo de programas de investigación, pero los cuales, en un sentido que aclararé después, no pueden verse como *presupuestos* por los discursos o las actividades que constituyen a los sistemas de investigación y aplicación científica y tecnológica. Estos valores prototípicamente son del estilo de los que apunté arriba (verdad, adecuación empírica):

El propósito de la ciencia debe ser el de ofrecer historias literalmente verdaderas acerca del mundo;

El propósito de la ciencia debe ser el de construir teorías empíricamente adecuadas;

el propósito de la ciencia debe ser el de ofrecer *explicaciones* de tal y cual tipo; etc.

Hay un segundo tipo de valores, los cuales por lo general no aparecen explícitamente en los metadiscursos, ni su fuerza es tan aparente, y que sin embargo han tenido consecuencias importantes. Como ejemplo de esto podemos citar valores metodológicos que en su momento han producido fallas en la comunicación entre grupos de científicos interesados en el mismo tipo de problemas. Una ilustración de esto la ofrece el análisis de Pinch (véase Pinch 77, Olivé 86) sobre la falla de comunicación entre David Böhm y John von Neumann, proceso en el cual Bohm pugñó por una interpretación no ortodoxa de la teoría cuántica, descalificando la prueba de von Neumann sobre variables ocultas. Pinch propone que entre los factores que centralmente explican la falla en la comunicación se encuentran sus diferentes "técnicas de investigación":

Von Neumann era un matemático comprometido a unificar y 'hacer rigurosos' los diversos enfoques a la teoría cuántica mediante el uso de la técnica de investigación de la axiomatización. Bohm era un físico teórico comprometido a desarrollar nuevas teorías considerando la base ontológica y epistemológica de los conceptos físicos (Pinch 77, p. 205).

La interpretación de Bohm fue generalizadamente resistida por los físicos cuánticos quienes daban por sentada la prueba de imposibilidad de von Neumann, pero quienes, por las mismas diferencias en cuanto a los principios y técnicas de investigación, no conocían detalladamente y a fondo dicha prueba. El artículo que logró reconocimiento, (no sin

dificultades, pues duró congelado dos años antes de publicarse en 1966 en el *Reviews of Modern Physics*), fue el de J.S. Bell, escrito en 1964. Pinch afirma:

... la estabilización que duró 34 años de la confusión acerca de la validez de la prueba de von Neumann puede ... explicarse por las diferentes técnicas de investigación de los físicos teóricos que construían nuevas teorías de variables ocultas, y los matemáticos y lógicos cuánticos que legislaban con sus pruebas que tales teorías eran imposibles. La razón por la cual tomó 34 años encontrar el 'error' en la prueba es que no había un número suficiente de físicos que usaran la técnica de axiomatización, por lo cual la mayoría de los físicos no podían investigar directamente la prueba (Pinch 77, p. 206).

Hay un tercer tipo de normas y de valores que se encuentran presupuestas en los sistemas de acciones típicos de una comunidad científica, en la constitución de los objetos de estudio, y que pueden incluso reconstruirse a partir de los conocimientos sustantivos que se llegan a producir. Utilizo aquí presupuesto en el sentido en que una proposición Q presupone a otra P, cuando y sólo cuando P es una condición necesaria de la verdad o de la falsedad de Q. Análogamente, un sistema de reglas puede ser presupuesto por un conjunto sustantivo de oraciones; por ejemplo, las reglas de inferencia correcta son presupuestas por un conjunto de proposiciones que pretenden presentarse como un argumento; o las reglas sintácticas de un lenguaje son presupuestas por los enunciados que de hecho forman parte de un discurso expresado en el lenguaje. Igualmente, como veremos en el ejemplo que sigue, las normas de experimentación, entre otras normas cognoscitivas, son presupuestas por un conjunto de acciones dentro de un campo científico, y por un conjunto de conocimientos sustantivos en el mismo campo.

El ejemplo al que deseo referirme es el de la controversia entre las escuelas de J.M. Baldwin y la de E.B. Titchener acerca de reacciones simples en psicología hacia finales del siglo XIX, tal como ha sido analizada por Gernot Böhme en su trabajo "Normas cognoscitivas, intereses del conocimiento y la constitución del objeto científico" (Böhme 77). En este artículo se pone en claro que cada uno de los grupos diseñaba y realizaba experimentos a la luz de diferentes grupos de normas

que regulaban, por un lado, la manera de enfocar empíricamente al objeto de estudio, y por el otro el discurso científico acerca del mismo objeto. A la vez, los diferentes conjuntos de normas venían condicionados desde la concepción que cada grupo tenía acerca de los objetivos y la naturaleza de su disciplina: la psicología. Titchener consideraba que la psicología comienza con la introspección; mientras que para Baldwin esto no era así. Dicha discrepancia indujo grandes diferencias en lo que se buscaba en los experimentos, e incluso en la selección de sujetos experimentales. El resultado fue que en cada caso constituyó un objeto de estudio distinto. Pero eso no fue aparente para los participantes en la controversia. (Me he referido a estos mismos ejemplos, para discutir el papel de la *interpretación* en las ciencias, en Olivé 86).

Otro ejemplo muy claro de presupuesto reconstruible a partir de una teoría científica sustantiva es el del tipo de explicación. Así, es posible imputar tipos de explicación, por ejemplo deterministas contra indeterministas, como compromisos de teorías sustantivas.

III

Una vez aclarada la distinción anterior entre los tipos de valores y de normas que pueden encontrarse en relación con conocimientos y sistemas de acción científicos, así como las posibles relaciones entre ellos quisiera aludir al problema de la ciencia y la tecnología. La idea central es que no es posible ya distinguir intrínsecamente, dentro de los complejos de acción científico-tecnológicos, entre lo que es propiamente científico y lo que es propiamente tecnológico, si bien es posible proponer una diferenciación meramente analítica que puede ser útil a ese nivel. Creo que en este sentido van Fraassen está errado en su caracterización de la ciencia, pero también lo estuve yo cuando sostuve que lo que él caracterizaba era a la tecnología precientífica (Olivé 84b). Sin embargo creo que tiene sentido para una teoría de la ciencia y de la tecnología intentar recuperar qué es lo que coloca a un sistema de acción-conocimiento más cerca de lo que puede llamarse técnica, y qué es lo que hace estar más cerca de la ciencia pura. Dado que lo que aquí deseo subrayar es que no es posible tipificar hoy en día a cada uno de estos sistemas intrínsecamente, es preciso sugerir en términos de cuáles relaciones externas pueden entenderse, y cómo quedan relacionados con sus ancestros, es decir, por ejemplo,

con los sistemas de acción técnicos precientíficos, y con los primeros sistemas propiamente científicos.

Para lograr lo anterior hay que tomar en cuenta un entramado conceptual amplio, dentro del cual tenga sentido plantear el problema de los procesos de producción, evaluación, aceptación y aplicación del conocimiento. La sugerencia es que la relación con un medio ambiente externo al propio sistema, el tipo de *aplicación exitosa* que se pueda realizar, es la que determina la evaluación y aceptación del conocimiento, y la que posibilita establecer un espectro con un extremo tendiendo hacia la ciencia pura, y el otro hacia la tecnología.

La elaboración de un marco conceptual adecuado es una tarea grandiosa, se trata de hecho de la construcción de una teoría de la sociedad, entendida como una teoría que dé cuenta de las condiciones de posibilidad de toda sociedad, y la cual pueda refinarse para aplicarse al análisis de sociedades específicas. Por supuesto la discusión de esto queda fuera del alcance de este trabajo, pero en todo caso puede aludirse a algunos de los conceptos básicos que sería importante traer a colación. He aludido a este problema en dos trabajos previos (85b y 86). Repetiré ahora las ideas centrales que convienen en nuestro presente contexto, aprovechando la oportunidad para aclarar algunas confusiones que la crítica me ha señalado.

La primera noción que interesa destacar es la de explotación, la cual se entenderá de la manera más general, como obtener provecho y sacar ventaja a partir de las propiedades y capacidades de lo que es explotado. Lo que se explota pueden ser recursos naturales o, por ejemplo, fuerza de trabajo humana. El trabajo humano tiene la capacidad de explotar recursos naturales, de modo que la explotación de fuerza de trabajo humana es de segundo orden. Por producción entenderemos la generación de objetos, que pueden ser materiales o abstractos, o de estados de cosas, mediante la transformación de bienes, a través de la aplicación de ciertos otros recursos, igualmente materiales o abstractos.

Como condición necesaria de la realización de un proceso productivo, o de explotación (veremos que no todos los productivos son necesariamente de explotación), se requieren complejos de creencias y de conocimientos, además de los sistemas propiamente de acciones. El desarrollo científico se da a través de estos procesos, todos los cuales son productivos, pero en algunos de ellos es mínima, si es que hay

CIENCIA Y TECNOLOGIA: DISTINCIONES EXTERNAS

alguna, la explotación de recursos naturales o de fuerza de trabajo.

Todas las sociedades humanas requieren para sobrevivir un mínimo de exitosa explotación de la naturaleza, y de una consecuente organización social para lograr eso. Tal aprovechamiento de las propiedades de los recursos naturales para uso y beneficio humano, se da a través de procesos productivos en los cuales, al mismo tiempo que hay un gasto de fuerza de trabajo, se supone un conocimiento. En general tal conocimiento es producido, evaluado y aceptado en función directa de su efectividad para los procesos de explotación en cuestión. Este es el tipo de conocimiento que legítimamente podríamos llamar técnico, y que históricamente es previo al conocimiento científico. Los complejos de creencias científico-tecnológicas de nuestros días efectivamente pueden verse como desarrollos sistematizados de este tipo de conocimiento técnico. Desde esta perspectiva no tiene sentido ya buscar una distinción analítica entre conocimiento científico y tecnológico.

Tanto los procesos de explotación de recursos naturales, como de explotación de fuerza de trabajo, requieren conocimientos técnicamente utilizables. El objeto de estudio de estas no puede restringirse al conocimiento "adecuado" de los objetos naturales, sino que involucra conocimientos acerca de las organizaciones sociales que deben formularse para la adecuada explotación de los recursos naturales (piénsese, por ejemplo, en el taylorismo). Pero cuando hay explotación de fuerza de trabajo, además del conocimiento técnicamente utilizable, se requieren creencias ideológicas que legitimen las formas de organización social a través de las cuales se realiza la explotación. En ambos casos, los dos tipos de conocimientos y de creencias suelen ser sistematizados e institucionalizados como cuerpos teóricos y como prácticas sociales. Los dos tipos de teorías -creencias ideológicas y conocimientos técnicamente utilizables- se ponen constantemente a prueba. Por un lado, a través de la efectiva explotación de la naturaleza, y por otro a través del mantenimiento o de la transformación de las formas de organización social que toman los procesos productivos. Las creencias ideológicas son tanto más efectivas cuanto más es la productividad que se logra en determinado tipo de procesos productivos, por ejemplo, cuando se da un alto grado de asentimiento de los actores involucrados en el proceso.

Creo que para una teoría general de la ciencia y de la tecnología es

conveniente considerar como *tecnológicos* a todos los procesos productivos y de explotación que toda sociedad requiere para su supervivencia y renovación. Los conocimientos presupuestos por tales procesos han variado históricamente, y varían de sociedad en sociedad, dentro de una gama que va del extremo que llamaré del conocimiento técnico a la del científico, pasando por el científico-tecnológico.

Los requisitos que deben satisfacer los conocimientos técnicos son mínimos. Su evaluación y aceptación proviene fundamentalmente de su éxito práctico. Por lo general tienen un alto nivel de incoherencia y muy poca, o ninguna, sistematicidad. Las recetas de cocina, o de los curanderos, sirven de ejemplos paradigmáticos de este tipo de conocimiento.

Lo que hoy en día llamamos tecnología y ciencia en las sociedades industrializadas supone conocimientos sistematizados y muy complejos, cuya evaluación y aceptación puede estar sujeta a una gran variedad de factores, pero dentro de los cuales destaca todavía la posibilidad de aplicaciones exitosas con el fin de lograr una explotación eficaz, sea de recursos naturales, sea de fuerza de trabajo.

Hay ciertos procesos, sin embargo, en los que si bien hay uso de recursos naturales y de fuerza de trabajo, en los que hay producción, pero en los que el fin explícito, y el resultado de hecho en relación con ese fin, no es la explotación, a través del propio proceso, o de una aplicación de sus resultados, ni de recursos naturales ni de fuerza de trabajo. Por ejemplo, en un experimento puede haber uso de materias primas (recursos naturales), y de fuerza de trabajo de científicos, ayudantes de laboratorio, técnicos, etc., pero el fin explícito y el resultado que de hecho se obtenga puede ser la producción de conceptos, de teorías, de modelos, etc. (entendiendo todo esto en un sentido muy amplio, lo cual incluiría procesos de evaluación de teorías, replicación de experimentos, etc.). En general este tipo de procesos están orientados precisamente a la producción de conocimiento. En la medida en que ese conocimiento no esté vinculado aún a procesos que sí están orientados hacia la explotación puede verse como tendiendo a un extremo opuesto en relación con el conocimiento técnico: se trataría pues del extremo más puramente científico de la gama a la que aludí antes.

El conocimiento producido a través de este tipo de procesos puede, y en muchas ocasiones de hecho así ha ocurrido, ser posteriormente

incluido en otros procesos en los cuales sí hay una explícita orientación hacia la explotación de algún recurso. En tal caso el proceso en cuestión es típicamente un proceso científico-tecnológico. Pero entonces la demarcación entre ciencia y tecnología es externa y no tiene que ver con características intrínsecas de los tipos de conocimiento.

IV

Quisiera ahora discutir el problema de *los niveles* de la investigación científica y tecnológica, y por consiguiente los que debe analizar una teoría de tales actividades.

Me propongo hacer esto discutiendo el análisis y el rechazo que recientemente ha estado defendiendo Dudley Shapere de un modo vigoroso, de lo que precisamente él llama el "enfoque de niveles en filosofía de la ciencia". De acuerdo con él, este enfoque pretende que "entender lo que es (o lo que hace) la ciencia debe ser independiente de los contenidos de cualquier creencia científica específica" (Shapere, por publicarse p. 10). De modo más específico, el análisis de la ciencia "tiene que ver con un 'nivel' de ideas, métodos, reglas, o lo que sea, que gobierna los procedimientos de la ciencia misma, y que en ese sentido está "por encima" y es independiente del propio proceso científico" (Idem). Contra esta idea, Shapere sostiene que por ejemplo los presupuestos epistemológicos, estándares acerca de lo que cuenta como conocimiento, métodos de investigación, reglas de inferencia, etc., todos deben ser ellos mismos *científicos*, es decir, están al mismo nivel que los conocimientos sustantivos, y sujetos a cambio y evolución tanto como ellos mismos.

Por mi parte deseo sostener que es conveniente distinguir entre la idea de que haya ciertos niveles *presupuestos*, por ejemplo de métodos, reglas de inferencia, incluso de metas de la ciencia, por conocimientos y prácticas científicos sustantivos, y la idea de que esos niveles sean independientes de estos últimos. Como veremos, es posible sostener la primera idea sin comprometerse con la segunda.

Esto es importante porque efectivamente Shapere sugiere que la primera debe ir acompañada de la segunda. Sostendré, pues, que una teoría de la ciencia debe distinguir entre niveles como lo que he

aludido, sin por ello comprometerse con la idea de independencia de tales niveles con respecto al conocimiento científico sustantivo, ni con la idea de que es posible analizar los niveles sin analizar a la ciencia misma, ni con el punto de vista de que los niveles son *a priori* y como tales pueden justificarse igualmente de un modo *a priori*.

Señalaré en primer lugar los elementos que forman parte y que se presuponen en las actividades científicas y tecnológicas. (Para esto aprovecho también ideas ya expresadas en 86b):

En el campo que llamaré puramente conceptual, se pueden distinguir los siguientes niveles:

a) visiones del mundo, o ideologías totales (en el sentido de Mannheim);

b) matrices disciplinarias (en un sentido semejante al que ha usado Kuhn); incluyen sobretodo valores, ejemplos paradigmáticos, y en general creencias que definen un área como científica y la legitiman;

c) sistemas conceptuales presupuestos por las teorías, especialmente de tipo epistemológico y ontológico; en gran medida estos presupuestos constituyen y caracterizan una parte de la realidad como objeto de estudio de una disciplina;

d) teorías;

e) sistemas conceptuales distinguidos dentro de las teorías; por ejemplo modelos (que pueden ser explicativos), o bien leyes;

f) conceptos;

g) aplicaciones meramente conceptuales de una(s) teoría(s) a otra(s); por ejemplo, la aplicación de una teoría matemática a una económica, con independencia de la aplicación de la última para predicciones, o para la discusión sobre políticas económicas.

Las relaciones entre los elementos señalados de b) a f) son más rígidas entre sí, en virtud de la relación de *presuposición* que las relaciones que se dan entre todos esos elementos y creencias y valores que pertenecen en realidad a una visión del mundo, no necesariamente presupuesta por las teorías sustantivas.

En otro nivel pueden distinguirse las prácticas científicas, entendiéndose por esto, por ejemplo, prácticas de observación, de experimentación, de discusión y transmisión de resultados, de evaluación, etc. Tales prácticas presuponen sistemas normativos y de creencias que definen

CIENCIA Y TECNOLOGÍA: DISTINCIONES EXTERNAS

áreas específicas de interés.

También dentro de las prácticas científicas hay que incluir a las técnicas específicas de investigación, es decir, procedimientos y técnicas que se usan para la definición de un área de problemas y para delimitar el alcance y la legitimidad de los intentos de solución a los mismos.

En tercer lugar cabe señalar a las instituciones a través de las cuales se desarrollan las actividades científicas y tecnológicas, y por medio de las cuales se aplican sus resultados. Asimismo hay que destacar los papeles (roles), a través de los cuales se manifiestan efectivamente las instituciones.

En cuarto lugar puede mencionarse a las aplicaciones que no son meramente conceptuales. Estas pueden llevarse a cabo dentro de un contexto más "puramente" científico, con el propósito de evaluación de teorías, pongamos por caso; por ejemplo, cuando una teoría se aplica para un diseño experimental mediante el cual se trata de poner a prueba a otra teoría; o bien las aplicaciones pueden hacerse hacia el exterior de los contextos científicos, lo cual puede conducir a efectos, posiblemente cambios, en el entorno natural o social.

Volvamos ahora a una de nuestras preguntas centrales. ¿Qué querría decir que un nivel pertinente para la ciencia, digamos el nivel de los métodos, sea independiente del proceso científico? Supongo que querría decir que una vez descubierto tal nivel, se le vería como inmutable; siempre habría sido tal como se le concibe, y siempre será así. Y lo mismo ocurriría para cualquier otro nivel, digamos el de reglas de inferencia o el de valores y metas de la ciencia.

Uno de los argumentos principales que, por ejemplo Shapere, ha esgrimido contra el enfoque de niveles ha girado alrededor del problema de la *justificación* de los conceptos de "niveles superiores". Correctamente desecha los intentos de justificarlos en términos de sus propios frutos científicos, pues eso significaría verlos exactamente de la manera que él propone, a saber, como una parte del propio proceso científico, y de ese modo se perdería la pretensión de que pertenecen a un nivel superior con respecto al conocimiento científico sustantivo.

Por mi parte quisiera distinguir claramente entre los diferentes conjuntos y tipos de creencias arriba señalados; y dentro de los sistemas de acción científicos, diversos niveles, lo cual no significa verlos como

extracientíficos. Dentro de esos sistemas, se pueden distinguir y alegar por ejemplo que unos presuponen a otros lógicamente, o que su velocidad promedio de cambio es diferente, y las causas de los cambios también pueden diferenciarse.

Veamos este problema un poco más de cerca a través de lo que llamaré el problema del consenso. ¿Cómo son posibles el consenso y la disensión? ¿Cómo es posible que surjan las controversias y que a veces se llegue a un acuerdo a partir de ellas? Ciertamente este no es problema novedoso en la filosofía de la ciencia y se le ha intentado resolver de modos diversos. Por ejemplo, Popper y los empiristas lógicos adoptaron lo que Laudan (84) ha llamado el Modelo Jerárquico de la Formación del Consenso Racional. Según este modelo, las disputas a nivel sustantivo pueden resolverse recurriendo al nivel metodológico, donde habría acuerdo, y las controversias a este nivel se resolverían recurriendo a otro previo, el axiológico (el de los objetivos de la ciencia), sobre el cual ya no habría ninguno otro superior que pudiera servir de base para resolver controversias acerca de él mismo. Conviene mencionar aquí este modelo porque a partir del problema de la formación del consenso y de la disensión es posible ver cómo se requiere una distinción entre diferentes niveles.

Puede haber controversias con respecto a conocimientos sustantivos, a reglas metodológicas, a reglas de razonamiento, y con respecto a los fines de la ciencia. Pero si no queremos regresar al Modelo Jerárquico, conviene distinguir contenidos y funciones dentro de los elementos de la actividad científica y de sus resultados, unos de los cuales *presuponen* a otros, lo cual no impide que algunas presuposiciones cambien a partir del desarrollo de los niveles que los presuponen; por ejemplo que las reglas metodológicas hayan cambiado en el curso de la historia de la ciencia, a partir de cambios en los conocimientos sustantivos.

Para extender esto un poco más, llamemos presupuestos epistemológicos precisamente a las creencias que hacen posible comprender una pretensión de conocimiento sustantivo de otro cuerpo de creencias y que permiten justificar esa pretensión.

Mi idea es que como parte de las creencias previas se encuentran concepciones por ejemplo de lo que es una explicación científica, y por consiguiente ciertas propuestas serán admitidas como legítimas explicaciones, mientras que otras serán excluidas. Así, en un marco

CIENCIA Y TECNOLOGÍA: DISTINCIONES EXTERNAS

conceptual donde predomine una concepción determinista de explicación, habría por lo menos resistencia a admitir como adecuada a una explicación indeterminista, y muchas veces ni siquiera sería posible formularla con los recursos de un sistema conceptual determinista. Pero la idea de explicación en ningún momento *implica* explicaciones sustantivas, sólo condiciona cuáles son admisibles. Por esto es que se trata de un nivel diferente, e incluso cuando surge una controversia acerca de la legitimidad de una explicación se recurre al nivel *presupuesto*, la concepción general de lo que debe ser explicar, para dirimir la disputa. Pero al mismo tiempo esto no compromete a ver a la noción de explicación como inmutable e independiente del proceso científico. Por el contrario, el hecho de que de una época a otra se cambie la noción de explicación obedece a la imposición de conocimientos científicos sustantivos, los cuales ya no se ajustan más a los conceptos de marcos conceptuales anteriores. Pero el caso es que un nuevo conocimiento sustantivo tiene él mismo sus propios presupuestos, por ejemplo, el presupuesto de una explicación indeterminista. Esto puede llevar a un choque de concepciones en el nivel de lo que es explicar, controversia que a la vez tendría que dirimirse tomando en cuenta, entre otras cosas, conocimientos sustantivos. De aquí que no deba hablarse de independencia de los niveles con respecto al conocimiento científico sustantivo, si bien sí puede hablarse de que son claramente distintos, y de que a cada cuerpo sustantivo de creencias corresponden niveles presupuestos de principios metodológicos, lógicos y de objetivos de la ciencia.

Así pues, la posibilidad de hacer buenas ciertas pretensiones de conocimiento está dada por creencias presupuestas, en un sentido que vale la pena distinguir de razones para el consenso. Ciertamente en el primer caso se trata de un tipo de *coherencia*. Pero la coherencia en cuestión va más allá del apoyo recíproco y la no contradicción formal entre creencias sustantivas, se trata del ajuste a condiciones de posibilidad que permiten decidir la aplicación de un cierto criterio, por ejemplo en el sentido en que reglas de inferencia permiten decidir la corrección de un argumento.

Creo, pues, que estamos frente a dos tipos de relaciones entre creencias, una que podemos llamar *formal* y la otra *coherencia sustantiva*. La idea de esta diferencia puede aclararse aún más regresando al problema de la internalización en ciencia, tal como lo ha discutido

Shapere. Ya hemos visto que una de sus principales preocupaciones ha sido la de dar cuenta del desarrollo de la ciencia a través del proceso de internalización. A su vez esto significa que ciertas creencias pasan a ser objetivas por un período. Una vez que llegan a ser objetivas las creencias, es decir, a ser exitosas, pertinentes y libres de dudas específicas, por ese mismo hecho pasan a formar parte de la información previa ("background information"). El que sean objetivas depende del sistema de creencias específico. Así esto depende del contenido específico de las creencias, y de la naturaleza específica del sistema de creencias.

Ciertamente hay un sentido en el cual puede decirse que está justificada una creencia que ha pasado a ser objetiva. Esto es precisamente lo que significa "objetividad" para Shapere, es decir, que *hay razones* para aceptar a tal creencia. En este sentido la explicación de la creencia no es diferente del que tenga una justificación, pues esta consiste precisamente en ser objetiva, o equivalentemente para Shapere, en ser una creencia racional. Pero todo esto quiere decir que hay *coherencia* en cuanto a las creencias sustantivas, en el sentido de que las creencias a prueba, que han de ser admitidas, llegan a aceptarse porque se les encuentra coherentes con la información previa.

Para Shapere, pues, el consenso equivale al hecho de que haya razones. Pero las razones a veces pueden llevar al desecho de creencias antes aceptadas. Llamaré a estas, "razones para el cambio de creencias". Cuando está presente una razón para el cambio, lo que significa es que el sistema de creencias que incluye a las creencias que han de cambiarse (las cuales hasta entonces habfan sido aceptadas), así como a las razones para el cambio, es un sistema internamente incoherente, el cual contiene un subsistema internamente coherente, a saber, el que se obtiene de eliminar a las creencias que han de cambiarse. Creo que el enfoque de Shapere tiene este gran presupuesto de que la coherencia debe predominar. Es decir, los sistemas coherentes se imponen ellos mismos. Las *razones* en el sentido de esta coherencia son obligatorias (si es que se ha de ser racional). Este es el gran presupuesto racionalista que parece estar presente en el programa naturalista de Shapere.

En resumen, creo que por un lado las críticas al enfoque de niveles debe matizarse reconociendo que la filosofía de la ciencia debe tratar con niveles distintos, los cuales se presuponen unos a otros en el sentido

CIENCIA Y TECNOLOGIA: DISTINCIONES EXTERNAS.

"formal" que señalé antes y que conviene distinguir del sentido "sustantivo".

El extremo opuesto a la posición de Shapere, en el sentido recién discutido, es decir una posición que defiende claramente el papel de los niveles en la ciencia, ha sido presentado por Laudan en *Science and Values*, al que me referido antes. Me parece que en ese libro en general Laudan concede poco peso al papel de los presupuestos que he destacado arriba. Laudan tiene interés en subrayar, para oponerse a, la posición de Kuhn en el sentido de que no es posible que haya cambio diferencial dentro de un paradigma en sus diversos niveles, sino que debe cambiar radicalmente el paradigma en todos ellos. Laudan sostiene que por ejemplo, dados ciertos fines, una cierta metodología hasta un momento dado presente dentro del paradigma puede obstaculizar su logro, e igualmente la metodología podría no apoyar una cierta ontología, introducida a partir de ciertas teorías sustantivas. Pero no debe perderse la perspectiva de que ciertas teorías sustantivas, ciertamente pueden introducir cambios en los presupuestos ontológicos, y si estos son completamente incompatibles con los previos supuestos metodológicos, lo que significa es que reclaman nuevos presupuestos metodológicos, los cuales tendrán que elaborarse precisamente a partir de los planteamientos que introduce la nueva teoría. Ciertamente que una vez que haya cambios en la metodología, es posible que se generen, se evalúen y se acepten teorías que hasta entonces no hubieran podido considerarse con base en los previos supuestos metodológicos. Y claramente el cambio en compromisos ontológicos y en criterios metodológicos puede conducir a variaciones en los objetivos de la ciencia, que a la vez podrán realimentar cambios en los otros niveles.

El esfuerzo de Shapere y el de Laudan se ha concentrado en el rechazo de una visión de la ciencia en la cual hay, o bien niveles inmutables, o bien niveles que están rígidamente relacionados entre sí de modo que el cambio en uno necesariamente produce cambios en todos los demás. Los dos han enfatizado algunos aspectos de los sistemas de acción y de creencias científicas, pero en su oposición corren el riesgo de echar demasiado por la borda, y hay que evitar ese riesgo.

En un análisis retrospectivo es posible ver que la tecnología precedió a la ciencia, en el sentido de que siempre ha sido necesario el

conocimiento técnico, pero que ahora están estrechamente relacionadas y, como he sugerido, no es posible establecer más que una diferenciación puramente analítica que no se da de hecho. Ciertamente es poco prudente tratar de anticipar el conocimiento que podremos tener de la naturaleza, e incluso anticipar cómo lucirán la propia ciencia y la tecnología en el futuro, pero esto no debe confundirse con una imposibilidad de justificar nuestras propias pretensiones de saber, y en particular de saber sobre los procesos de investigación científica y tecnológica, pretensiones que deben hacerse buenas con base en un discurso epistemológico presupuesto por las teorías, el cual constituye nuestra propia teoría de la ciencia.

Si lo que he señalado es correcto, entonces, aunque se vea a la ciencia empírica basada en un interés técnico en la predicción y el control, debe permitirse un juego más amplio dentro de los valores y objetivos de la ciencia y la tecnología y no caracterizarlas sólo en términos de ese interés, pues eso oscurece las diferencias que, como hemos visto, pueden tener importantes repercusiones a nivel epistemológico. Pero debemos cuidarnos del extremo opuesto que establece una radical distinción entre la ciencia y la tecnología, oscureciendo su efectivo interés común, al menos en su origen, pero también conduce a una mala comprensión de los sistemas de acción científico tecnológicos, al analizarlos en términos de niveles, el axiológico por ejemplo, si se le ve como inmutable.

Si he logrado ofrecer algunas ideas para abandonar una simplista visión que haga equivalentes a la ciencia y a la tecnología como basadas en un interés técnico, borrando sus diferencias entre sí, y los cambios en el nivel axiológico en diferentes etapas de su desarrollo; y si también he conseguido que se entienda porque es necesario abandonar el extremo opuesto que coloca en paquetes completamente diferentes a la ciencia y a la tecnología, cometiendo también el desliz de tratar al nivel axiológico de cada una como inmutable, entonces habrá tenido sentido y algún mínimo éxito este trabajo.

* Una versión previa de este trabajo se presentó en el II Encuentro Hispano-Mexicano de Filosofía, celebrado en Pazo de Mariñán, La Coruña, en septiembre de 1986. Agradezco a los organizadores del evento la oportunidad de leerlo, así como la rica discusión de los participantes.

REFERENCIAS

- J.S. BELL (66), "On the problem of hidden variables in quantum mechanics", *Reviews of Modern Physics* 38, 1966, pp. 447-452.
- D. BOHM (52), "A suggested interpretation of the quantum theory in terms of hidden variables, I and II", *Physical Review* 85, 1952, pp. 166-193.
- G. BOHME (77), "Cognitive norms, knowledge-interests and the constitution of the scientific object: a case study in the functioning of rules for experimentation", en Mendelsohn, Weingart y Whitley (eds.) (77), pp. 129-142. Traducción al castellano en Olivé (85c).
- B. van FRAASSEN (80), *The Scientific Image*, Oxford, Clarendon Press, 1980.
- B. van FRAASSEN (85), "On the question of identification of a scientific theory. A reply to 'van Fraassen's concept of empirical theory' by Pérez Ransanz", *Crítica (Revista Hispanoamericana de Filosofía)*, 51, Diciembre de 1985.
- M. HESSE (por publicarse), "La ciencia más allá del realismo y el relativismo", por publicarse en *Diánoia* 1986.
- L. LAUDAN (81), "A confutation of convergent realism" *Philosophy of Science* 48, pp. 19-49.
- L. LAUDAN (84), *Science and Values*, University of California Press, 1984.
- E. MENDELSON, P. WEINGART y R. WHITLEY (eds.) (77), *The Social Production of Scientific Knowledge*, Reidel, Dordrecht, 1977.
- L. OLIVE (84a), "Sobre el realismo convergente", *Crítica* 48 (Diciembre de 1984), pp. 53-78.
- L. OLIVE (84b), "Lógica del descubrimiento o lógica de la invención", I *Encuentro Hispano-Mexicano de Filosofía*, Salamanca, España, Octubre de 1984.
- L. OLIVE (85a), *Estado, Legitimación y Crisis*, México, Siglo XXI, 1985.
- L. OLIVE (85b), "Conocimiento, producción y explotación", *Investigación Humanística (UAM)*, año I, num. 1, otoño de 1985, pp. 79-99.

- L. OLIVE (85c) (comp.), *La Explicación Social del Conocimiento*, México, UNAM, 1985.
- L. OLIVE (86), "Interpretación y resistencia al cambio científico", *Theoria* Año I, num. 3, pp. 621-640.
- L. OLIVE (por publicarse) "Two conceptions of truth and their relationships to social theory", por publicarse en *Philosophy of the Social Sciences*, versión ligeramente modificada de "Dos concepciones de verdad y sus relaciones con la teoría social", en *Revista Latinoamericana de Filosofía*, vol. XII, num. 2 (Julio 1986), pp. 161-182.
- A.R. PEREZ RANSANZ (85), "El concepto de teoría empírica según van Fraassen", *Critica* 51, (Diciembre de 1985).
- T. PINCH (77), "What does a proof do if it does not prove? A study of the social conditions and metaphysical divisions leading to David Bohm and John von Neumann failing to communicate in quantum physics", en Mendelsohn, Weingart y Whitley (eds.) (77), pp. 171-218.
- D. SHAPER (1986b) "Objectivity, Rationality and Scientific Change", en *PSA* 1984, Vol. II, P. Kitcher and P. Asquith (eds.), en prensa.
- D. SHAPER (por publicarse) "Method in the Philosophy of Science and Epistemology: How to Inquire About Inquiry and Knowledge", por publicarse en N. Nersessian (ed.) *The Processes of Science*, Nijhoff.

Instituto de Investigaciones Filosóficas
U.N.A.M. México.