

Consecuencias metodológicas del contexto de aplicación

Félix Gustavo Schuster*

Por un lado, este artículo expone las cuestiones que indican la necesidad de profundizar el estudio de las relaciones entre los contextos de descubrimiento, justificación y aplicación. Por otro, presenta una descripción de las consecuencias metodológicas que, derivadas de tales interacciones, se incorporan de manera natural al tratamiento de los problemas científicos. Finalmente, señala la importancia de enfrentar los nuevos desafíos que plantea el estudio del contexto de aplicación.

Junto a los ya tradicionales, desarrollados y discutidos contextos de descubrimiento y de justificación,¹ Klimovsky² hace referencia al contexto de aplicación: necesitamos la ciencia para obtener resultados prácticos y tecnológicos, pero la práctica constituye uno de los aspectos de lo empírico (o, tal vez, pura y simplemente coincide con él). En el contexto de aplicación de las teorías se hace también continuamente uso de la predicción, pues para conseguir un efecto o modificación de un material es necesario conocer datos previos sobre el mismo (datos iniciales) y leyes generales sobre el comportamiento de ese material, expresadas por las hipótesis de alguna teoría mediante la cual nos auxiliemos para nuestra tarea. Por eso es que la práctica tecnológica, social y clínica es una continua contrastación de nuestros sistemas hipotético-deductivos, de donde finalmente resulta correcta la idea de que la práctica es la piedra de toque de todo el conocimiento científico. Esto insinúa la plausibilidad de la conexión entre la justificación y la aplicación.

La vinculación, o desvinculación, entre contextos se ha discutido en relación con el descubrimiento y la justificación. Se ha sostenido,

* Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Buenos Aires.

¹ Reichenbach, Hans, *Experience and prediction*, Chicago, The University of Chicago Press, 1961 (1a. ed. 1938).

² Klimovsky, Gregorio, "Estructura y validez de las teorías científicas", en Gaeta, R. y Robles, N. (comps.), *Nociones de epistemología*, Buenos Aires, Eudeba, 1985.

por ejemplo, que la sociología del conocimiento podría dar cuenta de lo que ocurre en el ámbito del descubrimiento, o de la producción del conocimiento, pero no puede invadir el campo de la justificación reservado para la epistemología: las investigaciones sociológicas referidas a la investigación científica no tienen consecuencias con respecto a la verdad de las afirmaciones.

El programa fuerte de sociología del conocimiento de la Escuela de Edimburgo, centralmente vía Bloor y Barnes,³ se ha planteado críticas a estas posiciones y ha defendido la posibilidad explicativa de la sociología del conocimiento en lo que tiene que ver tanto con la verdad como con la falsedad de las afirmaciones de la ciencia, con un tratamiento simétrico para ambas situaciones.

Wright Mills,⁴ por su parte, sostiene que "verdad" y "objetividad" tienen aplicación y sentido sólo en relación con algún modelo o sistema aceptado de verificación. Quien sostiene que las condiciones sociales no influyen en la veracidad de las proposiciones debe indicar cuáles son para él las condiciones de las que la misma depende realmente. Debe especificar qué es lo que en el pensamiento no puede ser afectado por factores de diversa índole y sirve de fundamento de la verdad y la validez. Quienes adopten la posición negativa deben decir qué son estos criterios de verdad y validez, cómo se los obtiene y cómo funcionan.

Ha habido y hay muchas maneras de determinar la verdad y la validez. ¿Qué criterios específicos se tienen en cuenta, qué cánones lógicos? C. S. Peirce analizó cuatro períodos de la historia intelectual de Occidente según las normas que rigen la aceptación y el rechazo de las ideas. Su trabajo comparativo y casi sociológico fue previo a su propia aceptación de un modelo de observación y verificación que él mismo analizó y generalizó a partir del laboratorio.⁵ Pero no todos los pensadores han enfrentado el problema de la "elección" del modelo de verificación que habría de guiar su pensamiento tan conscientemente y tan a fondo como Peirce. La "acepta-

³ Bloor, David, "El programa fuerte en sociología del conocimiento", y Barnes, Barry, "El problema del conocimiento", en Olivé, León (comp.), *La explicación social del conocimiento*, México, UNAM, 1985.

⁴ Wright Mills, C, "Consecuencias metodológicas de la sociología del conocimiento", en Horowitz, I. L. (comp.), *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba, 1964.

⁵ Wright Mills, C, *op. cit.*

ción" (uso) y el "rechazo" de los modelos de verificación por parte de pensadores individuales constituye otra de las coyunturas en las que los factores extralógicos, como los sociológicos, pueden intervenir e influir sobre la validez del pensamiento de los científicos relevantes de una comunidad. Muchos investigadores -Dewey, Wright Milis- han indicado de qué manera los conceptos, constituidos desde contextos sociales, pueden moldear indagaciones que aparentemente tienen libre campo de acción y están fuera del alcance de lo social. La detección de los significados socialmente condicionados de los términos de los que depende una indagación puede ser concebida como una crítica de la legitimidad de sus resultados. En términos de Morris, la dimensión "pragmática" del proceso del lenguaje (que incluye la dimensión sociológica) está básicamente relacionada con las dimensiones semántica y sintáctica.

La conexión entre justificación y aplicación, a la que hacíamos referencia anteriormente, no está libre de interrogantes: ¿en qué medida en la aplicación se *prueba* o se *colabora* con la prueba? ¿De qué manera el desarrollo de un artefacto, o la construcción de una máquina, están aportando pruebas a la teoría y, sobre todo, en qué medida el éxito o el fracaso del instrumento tecnológico puede aportar al mantenimiento o abandono de una teoría? ¿En qué medida la cura, en el campo médico, o psicoanalítico, es prueba de la bondad de una teoría sobre otra (la verificación de un mayor número de casos de curación con la aplicación de una concepción teórica sobre otra no constituye un elemento de prueba suficiente, aunque pueda dar importantes indicios)? ¿En qué medida la aplicación, en tanto aplicación política, está ponderando la bondad de una teoría (como en el caso de aplicación de políticas neomalthusianas en diferentes países o de recomendaciones de dichas políticas por los organismos internacionales)? ¿Y en qué medida aquí no se introducen, incluso más claramente que lo que ocurre con la justificación, cuestiones sociológicas propias del descubrimiento, con lo que se plantea la relación descubrimiento-aplicación, que a su vez introduce una cuña en la propia relación justificación-aplicación?

Feyerabend sostiene⁶ que hay argumentos sobre la superioridad de la ciencia que están equivocados. Así, por ejemplo, el que afirma

Feyerabend, Paul, *Adiós a la razón*, 2a. ed., Madrid, Tecnos, 1992.

que las tradiciones no científicas tuvieron ya su oportunidad, pero no sobrevivieron a la competencia de la ciencia y del racionalismo. Feyerabend se pregunta si esas tradiciones fueron eliminadas por motivos racionales o como resultado de presiones militares, políticas, económicas. Y se interroga acerca de si, por ejemplo, la eliminación de los remedios ofrecidos por la medicina india fue el resultado de haberse comprobado que eran inútiles o peligrosos, o porque sus inventores carecían de poder político o financiero (recuerda Feyerabend que un instituto de investigación alemán examinó unos 800 productos farmacéuticos contra varias formas de enfermedades del corazón y encontró que por lo menos el 80% de ellos eran totalmente inútiles. La investigación científica no parece haber jugado ningún papel en su aceptación). Sostiene Feyerabend que en muchos casos las tradiciones diversas al racionalismo y a las ciencias fueron eliminadas no porque un examen racional hubiera demostrado su inferioridad, sino porque presiones políticas, incluida la política de la ciencia, derrotaron a los defensores de tales tradiciones.

Estas cuestiones refuerzan la necesidad de profundizar el estudio de las relaciones entre descubrimiento, justificación y aplicación del conocimiento científico.

Con referencia al racionalismo científico, planteado en la discusión de Feyerabend, puede decirse⁷ que la constitución de un modelo racional de ciencia ha estado vinculada con cuestiones lógicas y de justificación. En este sentido, la configuración del haz *método (lógica)-justificación-racionalidad* adquiere un sentido privilegiado. Pero la pregunta acerca de la posibilidad de incluir el *descubrimiento* en esta configuración tiene sentido. Así, la discusión acerca de si es posible una lógica del descubrimiento tiene actualidad.⁸ Y se conecta con la cuestión referida a posibles metodologías de descubrimiento (inductiva, abductiva).

Newton-Smith⁹ nos dice que la comunidad científica se supone en posesión de algo, el método científico, que produce una "lógica de la

⁷ Schuster, Félix Gustavo, "Racionalidad, conocimiento y método en ciencias sociales", en Nudier, O. y Klimovsky, G. (comps.), *La racionalidad en debate*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1993.

⁸ Nickies, Thomas (comp.), *Scientific discovery, logic, and rationality*, Dordrecht (Holanda), Reidel, 1980.

⁹ Newton Smith, W. H., *La racionalidad de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1987.

justificación", lo que quiere decir que proporciona una técnica para la valoración objetiva de los méritos de las teorías científicas. Pero agrega que el método científico incluye también una "lógica del descubrimiento", lo que equivale a decir que suministra artificios que ayudan al científico en el descubrimiento de nuevas teorías. Y la comunidad científica aplica el método en la persecución de una meta valiosa, que puede caracterizarse como verdad, conocimiento, o explicación.

Pero, ¿qué es lo que una lógica del descubrimiento debe llevar a cabo? Hanson¹⁰ excluye dos posibles respuestas: no es un manual de laboratorio para hacer descubrimientos importantes, ni una enunciación simbólica por parte del lógico de los condicionamientos históricos y psicológicos de los grandes descubrimientos. En lugar de ello, una lógica del descubrimiento tiene que ver con el modo de razonar real del científico, que, según Hanson, procede retroductivamente a partir de una anomalía hasta delinear un tipo de hipótesis explicativa que encaja dentro de un patrón organizado de conceptos.

Hanson afirma que uno puede tener buenas o malas razones para sugerir inicialmente una hipótesis, y pueden ser diferentes de las razones que conducen a aceptar una hipótesis, aunque puedan a veces coincidir. Siguiendo a Peirce, sostuvo que es la inferencia retroductiva, más que la deductiva o inductiva, la que caracteriza al descubrimiento científico. Igual que Peirce, Hanson argumenta que los científicos no conjeturan ciegamente en sus investigaciones, sino que la conjetura inicial ya incluye un paso lógico de discriminación entre categorías de hipótesis prometedoras o implausibles. La lógica del descubrimiento es el conjunto de pasos inferenciales mediante los cuales una anomalía es empleada para generar el contexto que permitirá resolverla. Pero Hanson no reconoce adecuadamente el entorno teórico en relación con el cual se observa una anomalía. Aunque reconoce que todas las observaciones están impregnadas de teoría, frecuentemente habla de comenzar con datos empíricos y de ahí inferir una hipótesis para explicar los datos. En un sentido importante fracasa en apreciar la fuerza de su propia concepción acerca de la extensión de la teorividad en la comprensión

¹⁰ Hanson, Norwood Russell, *Patterns of discovery*, Cambridge, Cambridge University Press, 1958. Cf. Lamb, David, *Discovery, creative and problem solving*, Aldershot, Inglaterra, Academic Publishing Group, 1991.

inicial de un problema. De hecho, los problemas contextuales pueden ser muy ricos en contenido teórico.

Achinstein, criticando a Hanson,¹¹ señala que el razonamiento del científico para llegar a una nueva hipótesis puede no estar orientado por "sorpresas" sino por ciertas expectativas racionales, objetivos a largo plazo y por un trabajo rutinario cotidiano. Este autor caracteriza el descubrimiento como un proceso racional y, como Hanson, sostiene que hay inferencias en el contexto de descubrimiento, y que se hacen para acceder a hipótesis, pero no ve ninguna necesidad de postular una clase especial de razonamiento peculiar al descubrimiento. Achinstein destaca tres características en una inferencia: 1) que tiene que ver con llegar a creer algo, que alguna proposición es verdadera, o probable, o plausible; 2) que indica tener una razón para una creencia, siendo una razón lo que uno infiere de la creencia; y 3) que la razón debe dar evidencias, en el sentido de que lo que es creído por quien infiere torna probable la verdad de lo que infiere.

La importancia de la contribución de Peirce, Hanson y Achinstein en su argumentación referida a la lógica del descubrimiento residía en la legitimidad que conferían a las investigaciones filosóficas en el proceso de descubrimiento, mostrando que se trata también de un asunto racional. El énfasis de Popper, Reichenbach o Braithwaite en el contexto conceptual y material en el que una hipótesis se proponía era indudablemente mucho menor y se afirmaba, en cambio, en criterios para la justificación de hipótesis ya articuladas, limitando en algún sentido la investigación filosófica a un momento instantáneo de práctica científica.

Si el descubrimiento fuera irracional, si los científicos debieran suspender el juicio hasta terminar los reportes de investigación y no hubiera modos de inferencia plausible en las etapas iniciales del descubrimiento, entonces nadie tendría medios para decidir sobre el apoyo a una propuesta de investigación.

Podemos suponer, por otra parte, que los gobiernos y las agencias que deciden acerca de las propuestas de investigación que deben ser apoyadas no lo harán con las que contengan potenciales

¹¹ Achinstein, Peter, *Law and Explanation*, Londres, Oxford University Press, 1971. Cf. Achinstein, P., "Discovery and rules books", en Nickless, T. (comp.), *op. cit.*

irracionalidades. Se supone que operan con alguna idea de lo que ha de esperarse. Pueden financiar, claro está, y a menudo lo hacen, fracasos espectaculares e ignorar programas de investigación potencialmente provechosos, y en esos casos serán criticados por sus cortas miras. Pero la crítica misma revela que un criterio relevante para evaluar descubrimientos potenciales debería estar disponible, aunque no fuera adecuadamente aplicado. La evaluación de prototipos ha sido siempre parte de la práctica científica: en algunas áreas de la tecnología alguna forma de evaluación previa es esencial. Los arquitectos que diseñan ascensores para edificios muy altos están legalmente requeridos a dar garantías de que el producto final tendrá un funcionamiento seguro, y los ingenieros que diseñan y construyen puentes defectuosos son indudablemente sancionados. Estas garantías no son omnicomprendivas, en el sentido de que cualquier contingencia lógicamente posible pueda ser anticipada y evitada, pero requieren razonamiento previo basado en teorías bien establecidas y conocimiento del entorno. Dicho sea de paso, también el científico creativo requiere tener una idea de lo que funcionará o contará como solución para un problema.

La reafirmación de una lógica del descubrimiento no significa garantizar los descubrimientos, sino más bien un reconocimiento de la necesidad de comprender los mecanismos que se emplean para aumentar la chance de hacer descubrimientos.

Pickering¹² cuestiona la imagen de la ciencia como conocimiento, donde casi todo el quehacer científico es excluido de la consideración, así como el hecho de que los científicos tienen metas, intereses y deseos, habilidades artesanales y conocimiento tácito, que viven y trabajan en el mundo material y dentro de complejas estructuras institucionales, y todo ello en beneficio de una imagen del científico como razonador lógico en un campo de teoría y evidencia. Lo que Pickering busca es una comprensión de la *ciencia como práctica*, para lo cual sería necesario tomar seriamente las dimensiones materiales, temporales y sociales de la práctica, tanto como las conceptuales (y no en lugar de ellas).

¹² Pickering, Andrew, "From science as knowledge to science as practice", en Pickering, A. (comp.), *Science as practice and culture*, Chicago, Chicago University Press, 1992.

Latour,¹³ a su vez, se interesa en la exploración de la ciencia en el *proceso de ser hecha* más que de la ciencia existente, esto es, del conocimiento legitimado, y por ello persigue las trayectorias de los ingenieros y científicos en su actividad de construir hechos, artefactos e inclusive a la propia sociedad. Identifica los mecanismos por los cuales ingenieros y científicos dan fuerza a sus afirmaciones y a las máquinas para verlas convertirse en objetivos y operaciones. Critica el modelo estándar de la "difusión" contrastándolo con el de la "traducción". En el modelo de la difusión, los hechos y las máquinas parecen tener una dinámica propia, y a través de algún sistema ingenioso de apareamiento se reproducen entre sí. Parecen moverse sin la gente. En el modelo de la traducción, en cambio, el motor Diesel, por ejemplo, no es descripto como una idea que siempre estuvo allí y necesitaba sólo ser descubierta, sino como una combinación cambiante de elementos, impulsada a medida que iba siendo modificada por ingenieros, financistas, licenciadores y usuarios.

El modelo de la difusión crea necesariamente una distinción entre "tecnociencia" y sociedad, entre humanos y no humanos, mientras que la propuesta de Latour con el modelo de la traducción ofrece un análisis simétrico de estos elementos. Latour se niega a aceptar que los investigadores hagan *a priori* una distinción entre lo social y lo técnico e intenta trascender la distinción dicotómica de esas dos dimensiones. Para ello trata de desarrollar un vocabulario y una manera de describir y analizar la trama sin costura de la tecnología, la ciencia y la sociedad.

Shapin observa que justamente los científicos hacen esas distinciones entre causas y efectos, humanos y rocas. ¿Por qué, en el intento de comprender lo que hacen los científicos, debemos negarnos sus mismas prácticas discursivas? ¿Por qué debemos imponernos restricciones que los científicos no se imponen? Ese rechazo resultaría, más que una simple consideración metodológica, un proyecto para modificar la imagen de la ciencia. La empresa crítica que en última instancia se propone Latour aparecería así como excesivamente restrictiva y frustrante.

Quintanilla¹⁴ nos señala que la práctica de una técnica exige disponer de determinado tipo de conocimientos: hay que conocer los ma-

¹³ Latour, Bruno, *La science an action*, París, La Découverte, 1993.

¹⁴ Quintanilla, Miguel Ángel, *Tecnología: un enfoque filosófico*, Buenos Aires, Eudeba, 1991.

teriales a que se aplica y las condiciones que deben reunir, los objetivos que se persiguen con su aplicación y lo que se puede llamar el "manual de operaciones", es decir, el conjunto de reglas o normas de actuación que deben seguirse para obtener los resultados previstos y las instrucciones que indican en qué orden hay que aplicar esas reglas. En realidad, se trata de componentes cognoscitivos necesarios para cualquier acción intencional compleja. Sin embargo, la presencia de un factor cognoscitivo en toda técnica ha llevado a veces a caracterizar las técnicas como formas específicas de conocimiento práctico. A partir de aquí caben todavía dos alternativas filosóficas: la de quienes consideran que el conocimiento práctico tiene un núcleo irreducible no formalizable y la de quienes consideran que sí es posible formalizar tal tipo de conocimiento. Claro que, además de conocimientos, las acciones técnicas incluyen otros componentes no cognoscitivos, como las habilidades o capacitaciones de los agentes que ponen en práctica una técnica y las instrucciones o mandatos que figuran en el manual de operaciones.

Estamos viendo entonces cómo se van imbricando el descubrimiento, la justificación y la aplicación, y cómo esta imbricación adquiere diferentes formas, una de la cuales está constituida por lo social, el conocimiento (científico) y lo tecnológico.

Jean-Jacques Salomón,¹⁵ afirmando el carácter de proceso social de la tecnología, sostiene que la técnica no está por un lado y lo social por otro, como dos mundos o dos procesos heterogéneos. La innovación técnica viene desde el interior del sistema económico y social, y no es simplemente un ajuste referido a transformaciones exógenas.

Una sociedad se define tanto por las tecnologías que es capaz de crear como por aquellas que elige utilizar y desarrollar con preferencia a otras. En ese sentido, la tecnología es un proceso social entre otros.

La investigación científica y la innovación técnica son fuerzas que condicionan el cambio económico y social, pero no son variables independientes en la génesis de ese cambio.

Puede haber acuerdo en que factores sociales, económicos y técnicos, cuyo origen resida fuera de la comunidad de investigación científica, afectan considerablemente la velocidad y dirección del desarrollo científico, pero son muchos quienes se resisten a aceptar que

⁵ Salomón, Jean-Jacques, *le destin technologique*, París, Balland, 1992.

dichos factores externos pueden influir sobre el contenido del pensamiento científico, sobre sus conceptos, descubrimientos empíricos y modos de interpretación.

Mulkay¹⁶ afirma, sin embargo, que los científicos tienen acceso a dos fuentes culturales fundamentales: la que proporciona la comunidad científica y la que ofrece el ámbito social más amplio, y a medida que la comunidad científica se ha ampliado, sus recursos propios se han vuelto más extensos. Es cierto que de esta manera la ciencia se vuelve culturalmente más independiente, pero aún es posible observar que la ciencia se apropia de cultura externa. Por ejemplo, los científicos todavía utilizan de una manera considerable el conocimiento del sentido común que se adquiere en gran medida en el curso de actividades no científicas. Así, los científicos oscilan constantemente, dentro de su trabajo, entre una terminología esotérica y el lenguaje de la vida cotidiana. Así, se utilizan nociones interpretativas extraídas del discurso ordinario, y no solamente del discurso ordinario sobre los objetos físicos sino también sobre las relaciones sociales. De esta manera, nos dice Mulkay, las partículas se "atraen" y "repelen" entre sí, son "capturadas" y "escapan", "experimentan" "fuerzas", "rechazan" o "aceptan" "señales", "viven" y "decaen", etc. Y aunque estos términos adquieran nuevo significado, conservan su parecido con los de la vida social cotidiana.

Los recursos interpretativos entran en la ciencia fundamentalmente a través del pensamiento informal, por lo general con una conciencia muy limitada de los participantes en cuanto a sus orígenes internos. Se los refina y modifica en el curso de una negociación informal.

En este interjuego contextual la aplicación se vincula tanto al descubrimiento como a la justificación. Así, la aplicación de políticas científicas, que deriva en el establecimiento de políticas de aplicación, se expresa en un contexto socio-político-científico que tendrá que dar cuenta, por un lado, de la producción del conocimiento y, por el otro, de la evaluación de los resultados.

Esta evaluación, a su vez, tendrá que ver, por una parte, con la relación entre los recursos otorgados y los resultados obtenidos y, por la otra, con el desarrollo del conocimiento científico propiamente dicho y sus consecuencias de todo tipo.

¹⁶ Mulkay, Michael, "La ciencia y el contexto social", en Olivé, León (comp.), *op.cit.*

Con respecto a su papel en la *prueba* de las teorías científicas, la aplicación puede constituir un *apoyo* para la prueba, dar incluso los medios para que la prueba, a través de la contrastación, pueda ser considerada y eventualmente lograrse. En este sentido, la aplicación se vincula a la teoría de una doble manera: constituyendo una consecuencia de ella y otorgándole un apoyo para la prueba. Se ve que esta última vinculación es una consecuencia metodológica importante ligada al contexto de aplicación.

A su vez, la difusión de un sistema técnico nuevo está acompañada de modificaciones económicas, sociales, jurídicas, culturales, cuya interacción es compleja y difusa. Como señala Salomón,¹⁷ las transformaciones sociales y las transformaciones técnicas son al mismo tiempo causa y efecto del cambio. La adaptación de las sociedades a estas transformaciones no es uniforme, así como el sistema técnico no es estático.

La innovación técnica no se propaga independientemente de la infraestructura institucional, y el proceso de la difusión se apoya sobre importantes innovaciones de carácter social.

También puede pensarse que hay una lógica propia de la técnica, una genealogía interna que obedece a las ideas de los científicos, de los ingenieros, de los inventores. Pero no todas las posibilidades abiertas por la ciencia y la técnica han sido explotadas o desarrolladas. En numerosos sectores la industria se encuentra en situación de avanzada con respecto a productos que no lanza al mercado. El proceso de selección no es solamente económico, sino también social y cultural.

Por otra parte, también hay un interjuego de la aplicación con respecto a la ciencia y a la técnica. Un objetivo de la investigación aplicada es utilizar el método científico para aumentar el conocimiento de las propiedades y el comportamiento de sistemas concretos. Como sostiene Quintanilla,¹⁸ la investigación aplicada se considera orientada a objetivos específicos, que pueden ser de dos tipos: de interés estrictamente científico y de interés estrictamente tecnológico. Nos encontramos en consecuencia con la investiga-

¹⁷ Salomón, Jean-Jacques, "Enjeux sociaux des nouvelles technologies", conferencia, Universidad de Pau, 1988.

¹⁸ Quintanilla, Miguel Ángel, *op. cit.*

ción científica aplicada y con la investigación tecnológica, que utilizan diferentes criterios de valoración de sus resultados: obtener conocimiento verdadero acerca de la realidad estudiada en el primer caso y conocimiento útil para la resolución de problemas prácticos en el segundo.

Los límites entre ambos tipos de investigación son por otra parte difusos, lo que se debe en buena medida a que el conocimiento científico de las propiedades de sistemas concretos puede ser por sí mismo útil para posibles desarrollos tecnológicos y, a la inversa, los resultados obtenidos investigando sobre propiedades de sistemas artificiales pueden tener valor científico intrínseco.

También afirma Quintanilla que las relaciones entre los diversos tipos de investigación pueden verse desde dos perspectivas: de abajo hacia arriba, donde el conjunto de la investigación científica y tecnológica se asienta en los conocimientos científicos, sobre los que se define un área de interés estratégico a partir de la cual la investigación se va especializando hasta concretarse en un diseño tecnológico que responde a necesidades sociales específicas; o de arriba hacia abajo, donde el punto de partida estaría constituido por las necesidades del sistema social, que definen objetivos de potencial interés tecnológico, a partir de los cuales se inician los procesos de investigación aplicada, los que pueden dar lugar a descubrimientos científicos de carácter básico con un interés más general. Los científicos e investigadores tienden a ver el sistema de abajo hacia arriba, mientras que los economistas, políticos y planificadores prefieren la perspectiva de arriba hacia abajo, aunque nada de esto debe verse de manera simplificada, ya que el desarrollo científico y tecnológico requiere el avance de la investigación en todos los frentes.

El desarrollo tecnológico, naturalmente, no es autónomo. Así, por ejemplo, para evaluar tecnologías se usan tanto criterios internos -eficiencia y sus derivados- como externos -los que se refieren al valor de la tecnología para la sociedad que se propone usarla o desarrollarla-.

La interacción entre ciencia y tecnología es constante. Ambas parten de problemas: cognoscitivos en el primer caso y de índole práctica en el segundo. La tecnología utiliza conocimientos científicos y conocimientos que ella misma genera para producir artefactos y se sirve de la ciencia para alcanzar sus objetivos.

Puede haber obstáculos en el desarrollo tecnológico que la ciencia puede ayudar a superar y, por otra parte, los avances en el desarrollo de instrumentos y aparatos pueden ser utilizados para continuar con la investigación científica.

Por supuesto que hay muchas cuestiones a dilucidar en estas interacciones entre ciencia y tecnología. Los científicos priorizan cuestiones intrínsecas a los problemas que analizan y no las referidas a su utilidad práctica,¹⁹ a diferencia de los tecnólogos. En ese sentido, los científicos de un campo dado habitualmente tienen estimaciones fiables de la calidad y perspectivas de la labor realizada, pero no siempre están particularmente bien informados de las perspectivas de aplicación tecnológica de lo hecho en su campo. Por lo tanto, sería conveniente clarificar la relación entre la ciencia fundamental y sus posibles aplicaciones en la tecnología de la producción, que no se da tan simplemente sobre la base de las reconstrucciones lógicas efectuadas después de los hechos. Estas reconstrucciones pueden hacer aparecer la invención tecnológica como si estuviera implicada a partir del descubrimiento en el campo científico ya que, una vez realizado éste, sólo se trataría de efectuar una aplicación correcta para explotar esas implicaciones con fines prácticos. Pero no es tan sencillo establecer las implicaciones de un descubrimiento, fuera de las cuestiones a las que responde dentro de una comunidad científica dada. Por otro lado, tampoco es clara la vinculación entre las comunidades científicas y las tecnológicas, ya que raramente las comunidades tecnológicas se hallan directa y profundamente vinculadas con el campo de investigación cubierto por una comunidad científica.

De allí que no es tan fácil establecer los lazos entre la investigación básica y la aplicada aunque, claro está, el estrechamiento de las fronteras entre ambas comunidades crearía una mejor base para la explotación práctica de la investigación. De todos modos, puede señalarse que la dificultad para establecer una unión de la labor básica y la aplicada no es simétrica: la relación de los problemas económicos y tecnológicos con la investigación básica es más predecible que la de ésta con las innovaciones tecnológicas económicamente útiles.

Los avances teóricos importantes tienen grandes potencialidades prácticas indirectas, pero las soluciones tecnológicas, aunque presentan potencialidades para la generalización, difícilmente llegarán a esta etapa en ausencia de científicos profesionales.

¹⁹ Ben-David, J., "El empresariado científico y la utilización de la investigación", en Bames, Barry (comp.), *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, 1972.

Como sostiene Ben-David,²⁰ la relación entre la investigación básica y la aplicada no debe ser concebida como una serie de lazos separados entre ciertos descubrimientos fundamentales y sus aplicaciones, sino que los usos prácticos de la ciencia deben ser concebidos como el resultado de interacciones entre esos descubrimientos y los intereses prácticos, interacciones que pueden producirse de maneras muy diversas.

Estamos planteando, como se ve, diferentes interacciones entre el descubrimiento, la justificación y la aplicación a través de distintas manifestaciones de estos contextos, intentando señalar tanto sus facilidades como sus dificultades de comunicación.

Estas interacciones incluyen consecuencias metodológicas, algunas de las cuales han sido indicadas y para las que corresponde una breve explicitación y desarrollo.

El análisis de estas consecuencias deberá ser ponderado en el marco de las interacciones contextuales expuestas precedentemente y que expresan el universo complejo de las relaciones entre el descubrimiento, la justificación y la aplicación.

Las consecuencias metodológicas referidas al contexto de aplicación que discutiremos son las siguientes: a) deductivas; b) retroductivas; c) ejemplificadoras; d) ilustrativas; e) tipificadoras.

a) Las deductivas tienen que ver con las aplicaciones (máquinas, artefactos, etc.) que puedan considerarse un resultado tanto de procesos de descubrimiento científico como de teorías científicas establecidas. Este caso tiene relevancia, a su vez, y como ya lo planteamos anteriormente, con respecto a la posibilidad de que la aplicación constituya una *prueba* de la teoría de la que resulta una derivación.

Uno de los problemas para considerar una aplicación como prueba reside en los criterios de evaluación. En efecto, en el caso de las teorías, y en el campo de la justificación del conocimiento, una concepción realista del estatuto cognitivo de las teorías se basaría en los conceptos de verdad y falsedad, en tanto que en la aplicación primaria un criterio de eficacia. Una concepción instrumentalista de las teorías, que las considera como principios, guías o reglas metodológicas

²⁰ Ben-David, J., *op. cit.*

para la acción, puede acercarse más a la aplicación, pero se desdibujaría el concepto de *prueba*. Es por eso que, en términos generales, conviene hablar en términos de *apoyo o colaboración* en la prueba. La aplicación estaría expresando una doble vía de fundamentación: la propia, como resultado de una elaboración a partir de la teoría, y de apoyo a la prueba de la teoría, en tanto consecuencia deductiva de la misma, avalada por su eficacia.

Por otra parte, la misma operación deductiva tiene su complejidad, porque lo que se deriva es la aplicación de ciertos principios de los que una máquina, por ejemplo, es su resultante, por lo que nuevamente aparece que el concepto más adecuado es el de apoyo a la prueba y no el de prueba mismo.

b) Lo que llamamos consecuencia retroductiva se da cuando una aplicación, producto de una hipótesis sugerida en el descubrimiento a partir de un hecho, constituye a su vez fuente para el desarrollo de nuevas hipótesis. En esta consecuencia prima la vinculación con el descubrimiento, así como en la anterior se privilegia la vinculación con la justificación.

Las innovaciones tecnológicas pueden propiciar el planteamiento de hipótesis científicas, que a su vez permitan obtener consecuencias y nuevas aplicaciones.

La retroducción puede también funcionar aquí sugiriendo hipótesis, que ayuden a explicar las innovaciones y su desarrollo.

c) Hay consecuencias ejemplificatorias cuando las aplicaciones constituyen casos de apoyo a las teorías, pero no derivadas de ellas sino como resultado de una especificación con fines comparativos a nivel micro.

La ejemplificación plantea y desarrolla casos que muestran modos de operación acordes con la teoría. Estos casos se seleccionan para mostrar cómo los diversos procedimientos y logros de las teorías funcionan adecuadamente en la práctica. Las aplicaciones pueden cumplir este papel y lo que se elige pretende constituir un caso favorable. Claro que, en esta situación, no resulta fácil dar garantías: la aplicación se elige (o se procede a producirla) y debe presuponerse que ha de ser exitosa, pero su relativa artificialidad no asegura la adecuación de la elección ni impide la posibilidad de un fracaso.

d) Las consecuencias ilustrativas difieren de las anteriores en el sentido de que aquí las aplicaciones simplemente muestran los contor-

nos de las teorías, aspectos procedimentales con escasa referencia al contenido, externos pero no internos, o también especificaciones ligadas al descubrimiento más que a la justificación. Constituyen versiones debilitadas de las consecuencias ejemplificatorias. También pueden configurar aplicaciones como versiones previas a la práctica efectiva.

e) Las consecuencias tipificadoras son aplicaciones representativas, que tienen una amplia posibilidad generalizadora. El caso funciona aquí con potencia universalizante, expresa un modelo general, no local, donde las variaciones internas en otras aplicaciones del mismo tipo pueden resolverse mostrando su carácter isomórfico.

Las aplicaciones de esta índole permiten la visualización y comprensión de las formalizaciones teóricas en un nivel adecuado de concreción, y otorgan a los desarrollos teóricos una base de sustentación en la práctica.

Una manera, naturalmente simplificada, de dar cuenta de las mencionadas consecuencias metodológicas sería la siguiente: una máquina, construida según los lineamientos de determinados desarrollos teóricos, que fuera eficaz, o funcionara exitosamente, constituiría un caso de consecuencia deductiva. Si la máquina fracasara, podrá atribuirse a errores en su construcción; si así no fuera podría generar cuestionamientos a la concepción teórica que le dio origen, aunque no constituya, en sentido estricto, prueba -a favor o en contra- de la misma. Una máquina, a partir de la cual puedan generarse hipótesis de construcción de máquinas similares, y aun perfeccionadas, sería una consecuencia retroductiva. Una máquina a la que se presta atención a su funcionamiento, y que se elige para compararla con desarrollos teóricos dados, expresa una consecuencia ejemplificatoria. Una maqueta de máquina, que sintetiza y es expresión de un conjunto de máquinas similares, que recoge de la manera más clara variaciones que en todos los casos, con los mismos objetivos, acceden a los mismos logros; o que constituye una innovación que es expresión de una formalización teórica y a partir de la cual puede generarse un desarrollo tecnológico determinado, son variantes de las consecuencias tipificadoras.

Las consecuencias metodológicas del contexto de aplicación pueden a su vez interconectarse en situaciones puntuales, configurando redes de aplicación con un carácter más amplio o restringido, de acuerdo con las necesidades de la práctica, los objetivos de la investigación y los resultados de evaluaciones sucesivas.

La incorporación del contexto de aplicación en las discusiones vinculadas con el descubrimiento y la justificación del conocimiento

científico permitirá un tratamiento más rico de estas cuestiones y una mayor iluminación de los problemas que plantea. Al mismo tiempo, la aplicación del conocimiento, más allá de merecer un tratamiento propio, tiene íntimas conexiones con el descubrimiento y la justificación.

Las consecuencias metodológicas del contexto de aplicación se incorporan pues de manera natural al tratamiento de los problemas científicos, en un ámbito rico en posibilidades investigativas y cuyos diferentes matices de complejidad plantean renovados desafíos.

Estos desarrollos quedan a su vez abiertos a nuevas consideraciones que podrán transitar los caminos del conocimiento científico y tecnológico en un marco de discusión teórico-práctica y de creatividad. •