

# La tecnología y el uso de las causas<sup>1</sup>

## *Technology and the use of causes*

**Sebastián Álvarez Toledo**

Universidad de Salamanca

<sat@usal.es>

“Conocimiento y poder humanos coinciden, porque la ignorancia de la causa nos priva de conseguir el efecto. En realidad, sólo se domina a la naturaleza obediéndola; y lo que en la contemplación se considera causa en la acción se convierte en regla”.

Francis Bacon, *Novum Organum*.

### **Resumen**

Muchas concepciones de la causalidad parten de la idea de que una causa es, sobre todo, un medio o una estrategia eficaz para conseguir un determinado resultado práctico, lo que convierte a la causalidad en un concepto relevante en filosofía de la tecnología. En este artículo se analizan varias de esas concepciones y se concluye que las ideas de N. Cartwright acerca de la *caza* de las causas y su *uso* hacen que su enfoque sea más interesante que los otros para el estudio de las relaciones entre ciencia básica y tecnología.

**Palabras clave:** causalidad, agencia, estrategia efectiva, ciencia básica y tecnología.

### **Abstract**

*Many approaches of causality start from the idea that a cause is, above all, a means or an effective strategy to attain a definite practical result. This makes causality an important concept in the philosophy of technology. In this paper I analyse some of these approaches and conclude that the ideas of N. Cartwright about “hunting causes and using them” make her point of view more interesting than the others for the study of relations between basic science and technology*

**Key words:** *causality, agency, effective strategies, basic science and technology.*

1. Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación DGI HUM2006-04964/FISO del Ministerio de Educación y Ciencia de España.

## 1. Las causas en la ciencia y la tecnología

La frontera entre ciencia básica y tecnología es cada vez más difusa. Hay quienes prefieren hablar de tecnociencia entendiendo que son más importantes las cuestiones comunes a uno y otro territorio que la discusión sobre la línea o la zona que los separa. Sin embargo, se trata de dos realidades culturales con características propias. La tecnología no es la sencilla prolongación de la ciencia al ámbito de nuestras necesidades prácticas; no es mera ciencia aplicada, porque ni las habilidades prácticas constituyen un tipo de conocimiento científico ni los criterios con que se valora una tecnología (eficacia, control, rendimiento, etc.) son los mismos con que se valoran las hipótesis y teorías científicas. Por otra parte, aunque actualmente el avance del conocimiento científico dependa del desarrollo tecnológico, no cabe decir que la investigación básica se limite a solucionar problemas técnicos o a ofrecer un fundamento, una explicación, al conocimiento práctico. La ciencia no es mera técnica explicada. La relación entre ciencia básica y tecnología está en el trasfondo de este trabajo. En él comentaré varios puntos de vista sobre la causalidad analizando si aportan alguna novedad que contribuya a esclarecer la distinción entre estas dos áreas de la cultura o, al menos, alguna nueva perspectiva desde la que contemplar lo que sabemos e intuimos sobre tal distinción.

Decía Newton en la cuestión 31 de su *Óptica* que el objetivo de la ciencia es llegar a conocer las causas de los fenómenos e ir ascendiendo de las causas más particulares a las más generales; y se admite generalmente que la noción de causalidad es fundamental en la investigación científica por su importancia en la explicación y la predicción de los fenómenos. No han faltado, sin embargo, científicos y filósofos que, inspirados en buena medida por la crítica de Hume, encuentran el concepto de causalidad sospechoso de

esconder supuestos metafísicos excesivos y defienden que la relación causal ha resultado ser perfectamente prescindible en las teorías de las ciencias más desarrolladas. Este rechazo de la idea de causalidad suele ir emparejado con una explicación de su origen en términos puramente antropocéntricos y una justificación pragmática de su vigencia fuera de la ciencia teórica. Según este punto de vista, la concepción causal de la naturaleza surge de nuestra condición de agentes intencionales y encuentra su ámbito propio en el terreno de nuestros proyectos y acciones orientados a la consecución de unos resultados concretos. Sería demasiado simplista identificar tecnología o, mejor, acción tecnológica con acción intencional. Cualquier intervención tecnológica, por elemental que sea, consiste en una serie de acciones intencionales coordinadas que tiene como finalidad conseguir un determinado resultado de modo eficiente, por lo que muchas acciones humanas intencionales no son acciones tecnológicas (Quintanilla, 1988, pp. 33-38). Sin embargo, parece fuera de discusión que la noción de acción intencional es inevitable en una buena definición de tecnología. Por tanto, si atendemos a la distinción entre ciencia básica y tecnología, parece claro que, según la concepción de la causalidad a que me refiero, la causalidad acabaría convirtiéndose en un concepto sin un lugar propio en las teorías y leyes científicas pero que encuentra una confortable acogida en el ámbito de la tecnología. La causalidad se convertiría así en un elemento importante en la distinción entre ciencia básica y tecnología. Sin embargo, como veremos, esta concepción de la causalidad y de la ciencia tiene serios problemas. Pasaré luego a analizar el realismo causal de N. Cartwright, quien, aun concediendo que las leyes fundamentales de las teorías no necesitan en su formulación matemática términos

causales, identifica el objetivo global de la ciencia con la búsqueda de causas. Pero añade, y de ahí el interés de su propuesta, que existe una diferencia muy importante entre descubrir y comprobar relaciones causales, *cazar* causas, y ser capaces de *usarlas* luego

en la práctica para conseguir determinados fines propuestos. Creo que el modo en que Cartwright describe la distinción entre la *caza* y el *uso* de causas refleja con acierto muchos aspectos de las relaciones entre ciencia básica y tecnología.

## 2. Causalidad y acciones intencionales

En la línea de Hume, pero con argumentos basados en lo que consideraba resultados de la física moderna, Mach defendía que el concepto de causalidad tiene un carácter meramente antropocéntrico<sup>2</sup>. Advierte que en las teorías físicas los conceptos causales son cada vez más obsoletos porque en ellas se busca pasar del lenguaje cualitativo e impreciso del conocimiento ordinario a expresiones referidas a “cantidades medibles” y a las relaciones entre ellas, y es así como se llega al descubrimiento de dependencias funcionales entre variables y a la formulación de ecuaciones, en las que desaparece la asimetría entre sus términos, propia de la relación causal:

Si dos o más elementos [...] están conectados por una ecuación, cada uno es función del otro. Deberíamos decir utilizando la vieja terminología que en este caso los conceptos de causa y efecto son intercambiables. Si, por ejemplo, tenemos dos masas gravitatorias o dos conductores del calor en contacto, la aceleración de una de las masas es la causa de la aceleración de la otra y viceversa; y lo mismo hay que decir de los cambios de temperatura en los conductores (1905, p. 205).

Esta utilización de la terminología causal sería, según Mach, inapropiada, porque niega la unidireccionalidad que se le supone a la causalidad, y totalmente superflua, porque no añade nada a la idea de dependencia funcional. Para él, la idea de conexión causal surge de nuestras acciones intencionales en nuestro entorno y de

sus resultados. La repetida experiencia de “nuestros movimientos voluntarios en el mundo” y de “los cambios que indirectamente estos producen” configurarían un modelo de relación asimétrica que luego proyectamos sobre la naturaleza y aplicamos a las relaciones entre sucesos. Se trataría de un modelo tanto más utilizado cuanto más deficiente es nuestro conocimiento de los fenómenos, pero que acaba diluyéndose cuando llegamos a conocerlos mejor: “Se dice que el calor es la causa de la presión del gas, pero cuando el fenómeno nos resulta familiar pensamos en el gas con la presión propia de su temperatura. Se dice que el ácido es la causa del enrojecimiento de la tintura de tornasol, pero luego pensamos en el enrojecimiento como una propiedad del ácido” (1883, pp. 580-581). El conocimiento a que nos conduce la ciencia consiste, en opinión de Mach, en el descubrimiento de una coexistencia o asociación de propiedades allí donde, llevados de nuestra tendencia a proyectar en la naturaleza el esquema “acción intencional-resultado”, habíamos supuesto una relación asimétrica de causa y efecto.

La crítica de Russell (1913) al concepto de causalidad coincide básicamente con la de Mach. Parte de la constatación de que los conceptos causales no aparecen nunca en las ciencias “superiores”, como es el caso de la teoría gravitatoria. En la ley de gravitación, por ejemplo, no hay causas ni efectos. La explicación de Russell es sustancialmente la siguiente. La atribución

2. Sobre su crítica al concepto de causalidad, véase Mach, 1905, pp. 203-211; & 1883, pp. 580-581.

de relaciones causales supone la existencia de secuencias regulares de sucesos porque la asimetría causal depende de la asimetría temporal pasado-futuro; de ahí que “la función especial que se atribuyó a la causalidad sea la posibilidad de deducir el futuro a partir del pasado” (*idem*, p. 272). Sin embargo, el ejercicio de abstracción necesario para la formulación matemática de las leyes en la ciencia conduce a prescindir incluso de la asimetría del tiempo, con lo que no aparece en ellas la idea de causalidad. “La ley – afirma Russell – no diferencia el pasado del futuro: el futuro ‘determina’ el pasado exactamente en el mismo sentido en que el pasado ‘determina’ el futuro. La palabra ‘determina’ tiene aquí un significado puramente lógico: cierto número de variables ‘determina’ a otra variable, si esta última está en función de ellas” (*idem*, p. 267). Por esto en la ley de gravitación no hay ni causas ni efectos; se trata de una fórmula, una ecuación, que describe las relaciones funcionales ente cuerpos que gravitan mutuamente. Y aunque Russell distingue entre ciencias “superiores” y aquellas otras que se encuentran aún en su infancia y en las que la noción de causalidad puede resultar útil, al igual que en la vida cotidiana, no cree, sin embargo, que su versión de las leyes científicas sólo se pueda aplicar a los principios fundamentales de la física, como el principio de gravitación, o sólo a las leyes de la física. La concepción de las leyes que defiende Russell encierra la predicción de que el desarrollo de cualquier ciencia conducirá a la sustitución de las relaciones causales por leyes de dependencia funcional, porque “el principio de la inaplicabilidad del tiempo se puede extender a todas las leyes científicas”. Es más, cabe interpretar –afirma– que la misma idea de uniformidad de la naturaleza significa precisamente, que “ninguna ley científica implica el tiempo” (*idem*, p. 280).

La versión que ofrece Russell del origen del concepto de causalidad coincide básicamente con las versiones antropocéntricas de Hume y Mach. Sobre la base de que existen secuencias

regulares bastante seguras en la naturaleza, proyectamos en ella el esquema de nuestras acciones intencionales, en las que un deseo o proyecto determina un curso de acción orientado a la consecución de un fin. Y tal proyección consiste en interpretar dichas secuencias distinguiendo en ellas un elemento activo, la causa, que, como nuestras intenciones, tiene un resultado propio, que es el efecto. De modo que la acción causal o el poder causal que atribuimos a determinados sucesos para producir otros no es sino un reflejo de la capacidad generadora de sucesos que tienen nuestros deseos e intenciones.

Aunque Russell justifica, como hemos visto, la vigencia de las nociones de causa y efecto en la vida cotidiana e incluso en teorías científicas poco desarrolladas aún, advierte contra la desproporcionada importancia que los filósofos atribuyen al llamado principio de causalidad y contra las críticas a la física moderna basadas en el progresivo abandono en ella del lenguaje causal. “Me parece –afirma– que la filosofía no debería tomar semejantes funciones legislativas, y que la razón por la que la física ha dejado de buscar las causas es que en realidad no existen”. Y sostiene que ese pretencioso principio de causalidad no es más que una de las muchas reliquias del pasado que existen en filosofía y que si aún forma parte del vocabulario de los filósofos es sencillamente porque “la idea de función es desconocida por la mayoría de ellos” (*idem*, pp. 248, 266).

Dada la insistencia de Mach y Russell en que el concepto de causalidad es totalmente prescindible en la ciencia teórica, que su origen está en nuestra condición de agentes intencionales y que por ello es muy útil en la vida cotidiana, se puede interpretar, utilizando la distinción de Hacking (1983) entre representar e intervenir, que la noción de causalidad carece de valor representativo y está vinculada al ámbito de nuestras intervenciones intencionales en la naturaleza. Y, claro está, si lo situamos en el contexto de las relaciones entre ciencia básica

y tecnología, el concepto de causalidad debería ser considerado un concepto no científico sino tecnológico, con lo que acabaría adquiriendo una notable importancia como criterio para distinguir entre el ámbito de las representaciones científicas del mundo y el de las intervenciones tecnológicas.

La conexión entre relación causal y acción humana intencional ha dado pie a diferentes versiones de la causalidad que forman parte de lo que genéricamente se ha denominado teoría de la *manipulabilidad*. Entre los filósofos más representativos de este enfoque figuran Gasking, Collingwood, von Wright, Woodward, Hausman, Menzies y Price, que comparten el intento de definir la noción de causalidad en términos de intervención humana real o posible. Se trata, por tanto, de equiparar la afirmación de que A causa B con la constatación de que si hiciéramos A podríamos conseguir que ocurriera B. En cualquier caso, hay notables diferencias entre tales versiones. En lo que sigue me centraré en la propuesta de Price que, por su carácter más radical, bien pudiera considerarse una continuación de la concepción de la causalidad de Mach y Russell y, por tanto, una clara valoración de la causalidad como concepto no teórico sino tecnológico.

Price comparte con la *manipulabilidad* una definición básica de causalidad como la siguiente: “Un suceso A es una causa de un suceso distinto B sólo en el caso de que producir la ocurrencia de A fuese un medio efectivo por el que un agente libre podría producir la ocurrencia de B” (Menzies & Price, 1993, p. 187). Este tipo de vinculación entre la causalidad y nuestras acciones intencionales admite una interpretación realista. Es compatible con la idea de que nuestras acciones intencionales nos permiten descubrir las relaciones causales que existen en la naturaleza o comprobar nuestras hipótesis acerca de la eficacia causal de determinado tipo de sucesos. Sin embargo para Price la conexión entre causalidad y acción humana es mucho más íntima. No existen, según él, relaciones

causales en la naturaleza, y la asimetría causal que creemos descubrir en ella es sólo la proyección de la asimetría propia de nuestra condición de agentes intencionales. Como en los casos de Mach y Russell, esta drástica revisión del concepto de causalidad tiene, sin duda, un fuerte sabor humeano, porque, en última instancia, se trata de situar el origen de tal concepto en el sujeto, pero con la importante peculiaridad de que el empirismo “pasivo” de Hume deja paso en Price a un empirismo basado en nuestras intervenciones intencionales y sus resultados: “La noción de causalidad no surge, como decía Hume, de nuestra experiencia de mera *sucesión*, sino de nuestra experiencia de tener *éxito*: éxito en las tareas ordinarias de perseguir nuestros fines actuando de un modo y no de otro” (*idem*, p. 194). Para aclarar el tipo de antropocentrismo que descubre en la causalidad, Price recurre a diferentes comparaciones. Compara el concepto de causalidad con el de “extranjero” (Price, 2007, p. 250). Del mismo modo que nadie es de suyo extranjero, sino que tal calificativo sólo le es atribuible desde la perspectiva de otra persona perteneciente a un país distinto, así ninguna relación entre sucesos es de suyo causal y sólo se puede calificar como tal desde la perspectiva de un ser dotado de la capacidad de actuar intencionalmente sobre su entorno. Esto implica que, al igual que no existirían extranjeros si todos los seres humanos fuésemos ciudadanos de un estado global, tampoco existirían relaciones causales en un mundo en el que no hubiera seres capaces de intervenir intencionalmente en la naturaleza para conseguir determinados resultados. También compara Price la causalidad con las cualidades secundarias, como el color o el sabor. Estas cualidades, como sabemos, no son propias, intrínsecas, de las cosas a que se atribuyen, porque ser rojo o amargo depende de las características de nuestro aparato sensorial. Todo lo que cabe decir del objeto que calificamos como rojo es que tiene una disposición para parecernos rojo (Menzies & Price, 1993, p.188), pero seres con

un aparato sensorial diferente del nuestro podrían no verlo de ese color y, claro, si desapareciéramos del universo todos los seres con capacidades sensoriales, no habría colores. Del mismo modo, defiende Price, la relación de causa y efecto no es una relación que exista en la naturaleza independientemente de nosotros, sino la forma en que nosotros en cuanto agentes intencionales interpretamos relaciones no causales que se dan entre sucesos.

Pero, ¿en qué consiste exactamente, según Price, la asimetría que nos caracteriza como agentes intencionales y que proyectamos sobre la naturaleza? Se trata, afirma, de una asimetría temporal: en cuanto agentes somos temporalmente asimétricos porque podemos influir en el futuro pero no en el pasado (Price, 1996, p. 145). Esta limitación en el alcance de nuestras acciones configura nuestra perspectiva del mundo, aunque no es fácil ser conscientes de que se trata sólo de una perspectiva porque nos afecta a todos por igual, no es el resultado de una elección y no podemos cambiarla. Llegados a este punto, es inevitable la sospecha de que el antropocentrismo que Price defiende en la causalidad es mucho menos interesante y más superficial de lo que aparenta. Podemos pensar que, por el contrario, nuestra incapacidad para cambiar el pasado aunque podamos configurar parcialmente el futuro es sencillamente el resultado de una asimetría temporal que ya está en la naturaleza y que caracteriza a la inmensa mayoría de los procesos en los que intervenimos con la intención de provocar determinados cambios. La irreversibilidad de un proceso como la difusión de una señal luminosa es lo que explica que colocando un cristal rojo a su paso podamos cambiar su color *después* de pasar por el cristal pero *no antes*. Y la irreversibilidad del desarrollo de un cerezo es la razón de que nuestros cuidados afecten a la próxima cosecha de cerezas pero no a la del año pasado. Price no niega que, del mismo modo que una cualidad

secundaria como el color rojo exige unas propiedades intrínsecas en el objeto para que percibamos ese color y no otro, también la asimetría temporal de nuestras acciones se apoya en asimetrías temporales existentes en la naturaleza: “Los agentes somos seres esencialmente macroscópicos y dependemos de la asimetría termodinámica, que es la fuente de las distintas asimetrías físicas [...]. En todos los asuntos prácticos la segunda ley [de la termodinámica] nos limita como una genuina ley de la física” (1996, pp. 160, 167). Siendo así ¿cómo se puede seguir defendiendo que la asimetría causal es una proyección nuestra y que, en definitiva, el concepto de causalidad tiene su origen en nuestra condición de agentes intencionales? En este punto Price recurre al carácter fenomenológico de la termodinámica. Si, como es sabido desde mediados del siglo XIX, el calor es un fenómeno mecánico (se define en términos de movimiento molecular), la termodinámica se convierte en una disciplina derivada de la mecánica, en concreto, de la mecánica estadística. Sin embargo, los fenómenos mecánicos son reversibles y las leyes fundamentales de la mecánica son simétricas respecto al tiempo. ¿Cómo se explica entonces que los fenómenos termodinámicos sean irreversibles y que la segunda ley de la termodinámica, la ley de entropía, sea temporalmente asimétrica? Este problema, que atormentó a Boltzmann, sigue aún pendiente de una solución satisfactoria<sup>3</sup>, pero parece sensato pensar que, independientemente de cuál sea ésta, la ley de entropía ha pasado a ser una ley fenomenológica perfectamente válida en el nivel macroscópico y que la asimetría temporal de la termodinámica se ha convertido en una mera cuestión de hecho. Esto implica que, según las leyes fundamentales de la mecánica, son teóricamente posibles las inversiones de procesos termodinámicos. Es posible, por ejemplo, que la temperatura de un trozo de hielo disminuya mientras que la del agua en la

3. Sobre este asunto, véase el capítulo 2 de Price, 1996.

que está inmerso aumenta, que el café y la leche mezclados se separen al moverlos, o que todo el aire de una habitación se concentre espontáneamente en una esquina. Nunca hemos observado fenómenos de este tipo pero son perfectamente compatibles con las leyes de la naturaleza y podrían darse, como sospechaba Boltzmann, en otras regiones del universo. Estas circunstancias muestran, según Price, que carece de sentido preguntarse quiénes, nosotros o unos habitantes de esas hipotéticas regiones del universo, “están en lo correcto acerca de la orientación del tiempo o la orientación de la causalidad” (2007, p. 273), porque ninguna de estas orientaciones o asimetrías forman parte de la “estructural correlacional del mundo” (1996, p. 193). Por tanto, la asimetría causal es sólo el reflejo de la incapacidad para cambiar el pasado que caracteriza a nuestra perspectiva de agentes; una perspectiva que, aunque no es resultado de una convención ni es posible cambiarla, sabemos *contingente* porque habitantes de otras regiones del universo podrían interferir en su entorno de modo diferente a como lo hacemos nosotros.

Hay dos formas distintas de descubrir que algo no es tan real como pensábamos. Una consiste en el tipo de descubrimiento que hacemos respecto al flogisto, el éter o los unicornios. En estos casos llegamos a la conclusión de que tales entidades sencillamente no existen. La otra forma coincide con la constatación de que algo existe o tiene cierta propiedad pero sólo desde un determinado punto de vista, como cuando decimos que un objeto está cerca o lejos o que una persona es extranjera. No descubrimos que no existen objetos de suyo lejanos o cercanos, o que no existen extranjeros, sino que sólo pueden ser calificados como tales desde una perspectiva concreta. La existencia de la causalidad, claro está, pertenecería, según Price, a este tipo de existencia dependiente de una perspectiva. No obstante piensa que su concepción de la causalidad es muy distinta de la posición “revolucionaria anti-realista” de Russell.

Él no pretende eliminar la causalidad en la ciencia, es más, cree que se trata de un constructo indispensable para describir situaciones en que nos encontramos como agentes. Con su versión pragmática de la causalidad centrada en la perspectiva del agente, Price cree haber encontrado un justo medio entre la negación de la causalidad de Russell y un realismo causal que considera exagerado, como es el de N. Cartwright (Price, 2007, pp. 290-291). Hablaré de Cartwright en el siguiente apartado. Ahora reformularé la cuestión que nos ha traído hasta aquí. Dado que las versiones antropocéntricas de la causalidad de Mach, Russell y Price, aunque distintas en algunos aspectos, sitúan el concepto de causalidad en el ámbito de nuestras intervenciones intencionales en la naturaleza, ¿podríamos aprovechar sus ideas sobre la causalidad como un criterio para distinguir entre ciencia básica y tecnología? Para responder a esta pregunta es preciso analizar los argumentos que apoyan a tales ideas.

Creo que los autores que he comentado deducen de ciertos aspectos pragmáticos de la ciencia o de ciertos problemas teóricos de la física unas consecuencias metafísicas difíciles de justificar. Mach y Russell parten de la constatación de que las leyes científicas expresadas en términos matemáticos se limitan a afirmar relaciones funcionales entre variables y llegan a la conclusión de que la ciencia, en la medida en que adopta un lenguaje matemático, no necesita de conceptos causales; lo que invita a pensar que las relaciones causales no forman parte de una ontología relevante para la ciencia. Es fácil estar de acuerdo con ellos en que muchas leyes de la ciencia, dado el nivel de abstracción que su formulación matemática exige, no incorporan la idea de causalidad y prescinden por completo del tiempo, que, como suponía Russell, es fundamental para la asimetría causal. Sin embargo la existencia e importancia de leyes de este tipo no nos obliga a negar la realidad de las entidades y relaciones que, por su grado de abstracción, no contemplan. El grado de

abstracción de una ley es una cuestión metodológica, pragmática, y no cabe deducir del resultado de un proceso de abstracción conclusiones metafísicas como la inexistencia de relaciones causales en la naturaleza. La determinación, por ejemplo, del coeficiente de dilatación de una clase de metal da lugar a un enunciado nomológico cuantitativo que relaciona los incrementos de temperatura y de volumen en los metales de esa clase. Ciertamente, ese enunciado prescinde de términos causales y temporales, pero esto no quiere decir que, según esta ley, los dos fenómenos puedan ser simultáneos, que cualquiera de ellos pueda ocurrir antes que el otro, o que, del mismo modo que calentar ese metal produce su dilatación, un incremento de su volumen pueda producir un incremento de su temperatura. Las nociones de secuencia temporal y causalidad son inevitables no sólo para poner en práctica ese enunciado aplicándolo a una situación concreta, sino para algo más importante desde el punto de vista teórico como es explicitar su significado físico. Mach y Russell toman como ejemplo de ley matemática el principio de gravitación, en el que no aparece ninguna referencia al tiempo ni a la causalidad. Mach decía que esta ley es simétrica porque, según ella, si dos masas interactúan gravitatoriamente, la aceleración de una de ellas causa la aceleración de la otra y viceversa. Pero esta descripción de la relación causal es bastante extraña. Claro que no se puede decir que, porque la aceleración de un cuerpo, A, esté relacionada funcionalmente con la de otro, B, la primera cause o sea efecto de la segunda: será la masa de A la que, además de ser anterior a la aceleración de B, sea su causa, y será la masa de B la que, además de ser anterior a la aceleración de A, sea la suya. Con lo que podemos interpretar que

la ley de gravitación contiene implícitamente, no una relación causal simétrica, sino una doble relación causal, ambas asimétricas. Por otra parte, no es cierto que, como sostenía Russell, todas las leyes matemáticas de las ciencias empíricas sean intemporales, es decir, prescindan de la asimetría pasado-futuro. Las leyes matemáticas que describen procesos irreversibles, como es el caso de la segunda ley de la termodinámica, incorporan necesariamente el tiempo, y no simplemente para expresar diferencia de momentos o duración, sino para afirmar una relación asimétrica entre tipos de sucesos y de estados<sup>4</sup>.

Pero, en los autores que vengo comentando, es Price quien, como hemos visto, trata más directamente la cuestión de la simetría del tiempo en la física. La razón que esgrime en favor de la simetría temporal de las leyes fundamentales de la física no es su grado de abstracción, su forma matemática, es decir, que sean ecuaciones, sino que se trata de los principios de la mecánica, que, como hemos visto, tratan de procesos reversibles. No creo que este argumento sea objetable. Como tampoco creo objetable su tesis de que la ley de entropía es una ley fenomenológica y que, por esa razón, podríamos decir que la asimetría termodinámica es *contingente*, esto es, resultado de unas condiciones iniciales que bien podrían haber sido otras muy distintas. Sin embargo, no creo que esta tesis pueda servir de premisas para concluir que la asimetría temporal de la causalidad es antropocéntrica o subjetiva. El hecho de que una ley o una generalización sea contingente porque se deba a unas condiciones iniciales muy particulares no implica que las restricciones que esa ley impone a nuestra acción no sean objetivas y deban considerarse proyecciones de nuestra incapacidad

4. A veces, las críticas a Russell por sus opiniones sobre la causalidad en su (1913) esgrimen como argumento la existencia de leyes causales en muchas ramas de la ciencia (por ejemplo, Ross & Spurrett, 2007), pero esta objeción no es grave para su postura si se trata de leyes cualitativas o de ciencias poco desarrolladas aún. También se suele aducir que en disciplinas como la medicina, la farmacia o la ingeniería genética los conceptos causales son inevitables, pero creo que esta crítica tampoco le afecta, porque no se trata de ciencias teóricas sino de tecnologías basadas en la biología y la química.

para desobedecer a esa ley. El peso que tiene un objeto en la superficie de la Tierra es contingente en el sentido de Price, porque depende de la masa de la Tierra, que podría haber sido otra distinta; pero si no podemos dejar caer un jarrón al suelo sin que, debido a su peso, se rompa, se trata de una imposibilidad objetiva que no depende de la perspectiva del agente. Por eso la comparación de la causalidad con las cualidades secundarias no es válida. Los limones son agrios sólo para quien los come, pero el que, debido a la irreversibilidad de los procesos de expansión de ondas, un cristal rojo sólo pueda cambiar el color de la luz después de haber pasado por él, pero no antes, es un hecho objetivo y no depende de que ese cristal lo haya puesto un agente intencional o no. Por otra parte, el argumento de Price al defender que la asimetría temporal que caracteriza a los fenómenos macroscópicos responde a la asimetría

“contingente” de la termodinámica, está suponiendo necesariamente la discutible tesis de que *todos* los procesos irreversibles (físicos, biológicos, sociales...) son en el fondo procesos termodinámicos, esto es, definibles en términos de incremento de entropía; una tesis que necesitaría una justificación independiente nada fácil (cf. Denbigh, 1989).

En resumen, no parece que la forma matemática a que tienden las leyes en la ciencia ni la simetría respecto al tiempo de los principios de la mecánica justifiquen la conclusión de que la causalidad es un concepto impropio de la ciencia teórica y tenga que refugiarse como en su lugar natural en el ámbito de las acciones intencionales y las intervenciones de carácter tecnológico. Cabe pensar, por tanto, que el concepto de causalidad que defienden los autores citados no tiene mucha utilidad en el análisis de las relaciones entre ciencia básica y tecnología.

### 3. La caza y el uso de causas

Una posición distinta respecto al concepto de causalidad, su lugar en la ciencia teórica y su importancia en las acciones intencionales y proyectos de intervención en el medio, es la que defiende N. Cartwright. Se muestra de acuerdo con Russell en lo que se refiere a los principios fundamentales de ciencias como la física (las ecuaciones de Hamilton, de Schrödinger o de la relatividad general) o la economía. Debido a su carácter abstracto, esto es, a las exigentes condiciones *ceteris paribus* que limitan su aplicabilidad y su contenido empírico y a su forma matemática, estos principios son leyes de asociación de propiedades y, en cuanto tales, causalmente neutras. Sin embargo, discrepa radicalmente de la idea de que la causalidad es

un vestigio del pasado que va perdiendo importancia a medida que evoluciona la ciencia. Se muestra convencida no sólo de que existen genuinas leyes causales en cualquier rama de la ciencia, sino de que son éstas las que contienen el conocimiento científico más valioso, porque las ecuaciones fundamentales, debido a su elevado nivel de abstracción, acaban siendo, como decía Duhem, meros instrumentos para la organización de las demás de leyes en teorías. Por ello, “dado el modo en que trabajan las teorías modernas de la física matemática tiene sentido creer sólo en sus afirmaciones causales”<sup>5</sup>.

Aunque no piensa que pueda existir una teoría filosófica de la causalidad capaz de dar

5. Cartwright, 1983, p. 74. Sobre la concepción de Cartwright acerca de las leyes fundamentales y su crítica a lo que llama “fundamentalismo”, véase “Fundamentalism versus the patchwork of laws” (Cartwright, 1999, cap. 2). Sin embargo, no se puede calificar a la posición de Cartwright de claramente instrumentalista respecto de los principios de las teorías, porque también defiende que tales principios contienen afirmaciones sobre “capacidades” naturales (*idem*, pp. 59-73).

razón satisfactoriamente del rico contenido de este concepto, Cartwright se muestra en buena medida cercana a las versiones de la causalidad en términos de manipulación o de acción intencional. Al fin y al cabo, sostiene, lo que justifica el concepto mismo de causalidad y nuestra búsqueda de leyes causales es que nos permiten distinguir entre *estrategias efectivas* y no efectivas en nuestras intervenciones en la naturaleza. Sin embargo, el reconocimiento de esta estrecha conexión entre relación causal y acción humana intencional no implica, según Cartwright, convertir al concepto de causalidad en un concepto subjetivo o meramente antropocéntrico, como hemos visto en Price. Las relaciones causales se dan objetivamente en la naturaleza:

Al construir el canal en Nicaragua, los franceses se dieron cuenta de que rociar aceite en los pantanos es una buena estrategia para detener la propagación de la malaria, mientras que enterrar las mantas contaminadas era inútil. Lo que descubrieron era verdad, independientemente de sus teorías, de sus deseos de controlar la malaria o del coste de hacerlo así [...]. La objetividad de las estrategias requiere la objetividad de las leyes causales (*idem*, pp. 22, 43).

Pero, aunque concede una insustituible función al concepto de causalidad en el conocimiento científico y defiende un vínculo natural entre causalidad y estrategias efectivas, Cartwright llama la atención sobre una importante diferencia entre la causalidad en la ciencia (en las leyes y afirmaciones causales) y fuera de ella, en nuestras actuaciones intencionales guiadas por el conocimiento causal. Se trata de la diferencia entre *cazar causas* y *usarlas*. *Cazar causas* equivaldría a descubrir relaciones causales en la naturaleza, comprobarlas experimentalmente y expresarlas en leyes; y *usarlas* consistiría en aplicar el conocimiento causal para conseguir resultados concretos con nuestras intervenciones en el entorno, ya se trate de acciones aisladas o de un programa de acción (*policy*). En cualquier ciencia, los experimentos para detectar o

comprobar relaciones causales son, dice Cartwright, “experimentos galileanos”, aludiendo al conocido experimento de la torre, en el que la ley de caída libre de los cuerpos se cumple si se prescinde de la resistencia del aire, la fuerza del viento, la forma del cuerpo, etc., y se supone que la atracción gravitatoria es la misma en toda la superficie de la Tierra. También los experimentos diseñados para descubrir o contrastar relaciones causales entre sucesos participan de este carácter artificial e idealizado. Como es sabido, una relación causal rara vez es una relación entre sólo dos sucesos, la causa y el efecto. Lo normal es que un efecto sea resultado no de una sola causa sino de la conjunción de un amplio número de causas, cada una de las cuales constituye, como dice Mackie (1980, cap. 3), una condición necesaria pero insuficiente para que suceda el efecto. Sin embargo, por una exigencia pragmática elemental, la búsqueda de leyes causales se concentra en procesos causales aislados, esto es, en la relevancia de una sola variable exógena, de una causa parcial, en la producción del efecto. La ley de Coulomb, por ejemplo, nos habla de la fuerza que ejerce una carga eléctrica sobre otra, pero ésta no es nunca la única fuerza que en realidad una partícula cargada experimenta en la cercanía de otra, puesto que, al menos, la atracción gravitatoria también interfiere (Cartwright, 2007, p. 39). Por todo ello, el conocimiento causal que nos aporta la ciencia en sus leyes sólo puede hablarnos de “tendencias”: de la tendencia de un suceso de tipo A a producir o causar otro de tipo B, porque para la producción efectiva de un suceso B son precisas otras causas distintas de A, de las que, por razones metodológicas, se prescinde. Pero, aunque ideales, las circunstancias que una ley o predicción causal contemplan pueden encontrar réplicas bastante aproximadas en experimentos controlados, por ejemplo, en el laboratorio, en los que se pueden aislar procesos, contrarrestar efectos colaterales, etc. Es decir, la detección y experimentación de relaciones causales en la ciencia se realiza

sobre modelos artificiales controlables, ya se trate de modelos abstractos, simulaciones informáticas, o maquetas, prototipos, etc. Estas características de las leyes y experimentos científicos no son exclusivas de las ciencias naturales. Menciona Cartwright un estudio socioeconómico acerca de los efectos de la pérdida de destrezas de los trabajadores durante los períodos de paro sobre su permanencia en esa situación, atendiendo a cómo esa pérdida de destrezas desanima a los empresarios a crear puestos de trabajo en los que la productividad dependa de tales destrezas. Es obvio que tal estudio, al admitir como única variable exógena la pérdida de habilidad durante el paro, trata de aislar artificialmente un proceso específico situándolo en un escenario donde ningún otro factor pueda afectar también al resultado. Se trata de un experimento “galileano” que sólo puede mostrarnos la existencia de una tendencia; la tendencia de la pérdida de habilidad a producir la continuidad de la situación de desempleo (*idem*, pp. 221-222).

Sin embargo, el caso es muy distinto cuando de lo que se trata es de *usar* efectivamente las causas (es decir, el conocimiento causal que nos proporciona la ciencia) como estrategias efectivas para conseguir unos resultados concretos fuera del laboratorio, ya sea en la vida ordinaria o en la tecnología. En estos casos las leyes causales, aunque necesarias, se muestran insuficientes. En primer lugar, porque cualquier fenómeno concreto que queramos provocar será efecto de un conjunto de causas muy diversas que ninguna ley causal contemplará en sus condiciones iniciales. Las leyes causales, como hemos visto, afirman la contribución parcial de una causa a su efecto, es decir, son leyes sobre tendencias, pero en el *uso* de las causas no basta con conocer tendencias sino que interesan los comportamientos concretos en toda su complejidad (*idem*, p. 225).

La mayor parte de nuestra información causal garantizada viene en piezas. Pero lo que necesitamos al planificar una acción es el cuadro

completo. Queremos saber qué sucedería si se llevaran a cabo varios programas de actuación [...]; cuál sería el resultado de la causa y de su modo de ponerla en práctica, donde ambos están sujetos a la acción de las otras causas e interferencias que ocurran. Y no sólo queremos saber qué sucede respecto al efecto en cuestión: necesitamos conocer también los efectos colaterales perjudiciales y beneficiosos (*idem*, pp. 41-42).

Por otra parte, como consecuencia de la inevitable división de las ciencias en múltiples ramas no siempre relacionadas entre sí y la consiguiente variedad de leyes causales, es difícil que una determinada ley causal resulte aplicable en una situación real en la que, como es habitual, se entrecruzan fenómenos que son objeto de ciencias y teorías muy diversas. La realidad no respeta la división de las ciencias.

En la mayoría de las ocasiones, los sucesos reales no responden a ninguna ley en absoluto [...]. La ciencia está rota en varios dominios diferentes: hidrodinámica, genética, teoría del láser [...]. Tenemos muchas teorías detalladas y sofisticadas acerca de lo que ocurre en los distintos dominios, pero tenemos poca teoría acerca de lo que ocurre en la intersección de dominios [...]. Donde las teorías se intersectan las leyes normalmente son difíciles de conseguir (Cartwright, 1983, pp. 49, 50 & 51).

Pero lo que realmente distancia al descubrimiento y comprobación de leyes causales en la ciencia de su utilización como estrategias efectivas no es tanto el carácter selectivo y parcial de las leyes como la presencia de un nuevo elemento: la acción humana. En cuanto estrategia efectiva la causalidad no es una relación sólo entre dos factores, la causa y el efecto, sino que es preciso incluir en ella la interferencia del agente (Cartwright, 2007, p. 204). Esta circunstancia complica notablemente el *uso* de las relaciones causales. La intervención humana orientada a producir la causa consiste típicamente en provocar cambios artificiales en un sistema cuya

evolución habría sido otra muy distinta, y tal intervención tiene sus propias consecuencias colaterales que incluso pueden influir directamente en el efecto buscado, alterando así la estructura causal en que se basaba la acción. Creo que un buen ejemplo de esta apreciación de Cartwright podría ser, si se confirmara, la hipótesis biomédica de que el incremento de las alergias que se observa actualmente en niños y jóvenes tiene entre sus principales causas el exceso de higiene en la primera infancia. Las medidas para crear un ámbito artificialmente aséptico en torno al bebé con el fin de defenderlo de ciertas agresiones del medio han acabado alterando el desarrollo normal de su sistema inmunitario, debido a lo cual se encuentra luego más indefenso ante la acción de gérmenes como los que provocan determinadas alergias.

En su afán de subrayar las diferencias entre los experimentos controlados en el laboratorio y el uso de las causas en nuestras acciones intencionales aisladas o en actuaciones programadas, Cartwright llega a decir que “no siempre sabemos exactamente qué estamos haciendo cuando decidimos manipular una causa”. La expresión puede parecer exagerada, pero lo que pretende con ello es simplemente advertir de que, al pasar de la *caza* al uso del conocimiento causal, los métodos y las previsiones pierden rigidez y fiabilidad. Las leyes causales de la ciencia no vienen con un manual de instrucciones y de poco sirven cuando de lo que trata es de conjugar interferencias diversas que es imposible aislar y distintas líneas causales entrecruzadas, es decir, cuando “la efectividad de un programa de acción depende crucialmente de la adecuada sintonía del modo de llevarlo a cabo”. En estos casos nos vemos obligados a recurrir “a razonamientos inseguros y a intuiciones” (*idem*, pp. 40-41).

Por todas estas complejidades propias del uso de las causas, cree Cartwright que una

versión de la causalidad como la que defiende Woodward en su *Making Things Happen* (Woodward, 2003), aunque concede especial importancia a la idea de manipulación o intervención humana, no contempla la utilización del conocimiento causal en situaciones reales. Según Woodward, la relación causal entre *x* e *y* exige que *x* pueda variar independientemente de otros factores que influyan sobre *y* (modularidad) y que la relación entre *x* e *y* permanezca igual con los cambios de *x* en los que se mantienen fijas otras causas de *y* (invariancia). Estos criterios de causalidad son para Cartwright pruebas de que esta teoría se mueve en el ámbito de la *caza* de relaciones causales, pues contempla un modo de provocar o variar la causa que no es “el que normalmente esperaríamos en las acciones programadas o en la tecnología”. Y esta deficiencia es habitual, según Cartwright, en la mayor parte de las teorías filosóficas de la causalidad debido a la poca densidad de su metafísica (Cartwright, 2007, pp. 48-49).

La diferencia entre el conocimiento y el uso de relaciones causales es, para Cartwright, especialmente notable en las ciencias sociales. Los problemas en estas ciencias no surgen, como tanto se dice, de la supuesta falta de rigor de sus métodos y, en consecuencia, de la escasez de conocimientos bien comprobados y de leyes causales. Muchas ciencias sociales disponen de métodos contrastados que garantizan un conocimiento fiable. Los problemas radican en el aprovechamiento de tales conocimientos para la planificación de acciones sociales. Todo cuanto hemos visto acerca de las dificultades del uso de las causas en general se multiplica cuando se trata de la práctica social, debido a la mayor complejidad de los contextos sociales y al menor control e imprevisibilidad de los resultados de una acción en ellos<sup>6</sup>. La inestabilidad de las situaciones sociales debida a la influencia

6. En estas diferencias juega un importante papel la reflexividad en los estudios y actuaciones sociales: “la gente cambia en respuesta al modo en que las estudiamos, al modo en que se conciben a sí mismas, o en reacción a lo que sospechan que les va a suceder” (*idem*, p. 40).

de factores difíciles de controlar o predecir, su sensibilidad a pequeñas variaciones etc. llevaron a J. S. Mill al convencimiento de que la economía no podía ser una ciencia inductiva y constituyen uno de los argumentos de la escuela de Chicago contra las políticas de intervención en economía (*idem*, p. 40). Por todo ello, aunque las tecnologías físicas o biológicas tengan sus propios problemas, sus resultados alcanzan éxitos que en la ingeniería social son impensables. A pesar de las complejidades que el *uso* de las causas conlleva siempre, la tecnología del láser, por ejemplo, ha convertido complicadas intervenciones quirúrgicas en acciones rutinarias, especialmente en oftalmología; sin embargo, nos resulta imposible un sistema de educación secundaria que funcione con precisión (*idem*, p. 24). En suma, el problema de las ciencias sociales no radica, como se suele pensar, en sus métodos de investigación, esto es, en su capacidad para *cazar* relaciones causales, sino en las complicaciones propias de la aplicación de éstas en la ingeniería social.

Creo que, si se busca aclarar las diferencias entre ciencia básica y tecnología, la concepción de la causalidad de Cartwright resulta más interesante y prometedora que las de Mach, Russell o Price. En primer lugar, el enfoque de Cartwright, al admitir la existencia en las teorías científicas de leyes genuinamente causales, hace posible la explicación teórica de los aciertos en nuestras acciones intencionales o en las realizaciones de proyectos tecnológicos; una explicación que no sería posible desde el punto de vista de los autores analizados anteriormente, porque las relaciones funcionales no explican las asimetrías de las estrategias causales efectivas. Por otra parte, la idea de *usar* las causas hace referencia de forma natural a acciones de carácter tecnológico. Por dos razones: porque, al no pretender Cartwright una interpretación antropocéntrica o subjetiva de la causalidad, cuando habla del *uso* de las causas se refiere no sólo a acciones intencionales individuales, sino

de modo especial a sistemas de acciones, programas de actuación previamente diseñados, intervenciones de carácter colectivo, etc., como son las acciones tecnológicas; y porque *usar* causas significa poner en práctica un conocimiento que proporciona la ciencia, que es lo que distingue a una tecnología de una técnica artesanal. Además, la distinción entre la *caza* y el *uso* de causas es, como hemos podido apreciar, gradual. *Cazar* causas y *usarlas* no son actividades radicalmente distintas, sino que se sitúan en un continuo marcado por el incremento de la complejidad de la situación y, en consecuencia, por la disminución de la capacidad de control por parte del agente. Este rasgo coincide con el carácter también gradual de la diferencia entre ciencia básica y tecnología y, por otra parte, permite introducir una distinción entre tecnología y ciencia aplicada. En el enfoque de Cartwright, la ciencia aplicada no consistiría en *usar* causas, sino que formaría parte de su *caza*, en concreto, contribuiría a la adquisición de conocimientos mediante la comprobación de hipótesis y leyes causales con experimentos “galileanos”, es decir, pruebas convenientemente simplificadas en las que es posible un notable control por parte del experimentador.

Por último, Cartwright intenta precisar el tipo de complejidad que caracteriza al *uso* de las causas distinguiendo en ella tres aspectos: la *pluralidad de procesos causales* que es necesario poner en juego en la consecución de un resultado concreto; la *pluralidad de teorías* de las que es preciso recavar información causal en la medida en que un programa de acción es ambicioso; y la *artificialidad* que provoca la interferencia del agente generando efectos colaterales difíciles de controlar. Este tipo de complejidad junto con sus consecuencias metodológicas y la clase de conocimiento específico que requiere tal vez no facilite un criterio de demarcación entre ciencia básica y tecnología, pero constituye un marco conceptual interesante para tratar muchos de los aspectos de las relaciones entre estas dos áreas de nuestra cultura.

## Bibliografía

- Cartwright, N. (1983). *How the Laws of Physics Lies*. Oxford: Clarendon Press.
- Cartwright, N. (1999). *The Dappled World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cartwright, N. (2007). *Hunting Causes and Using Them*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Denbigh, K. G. (1989). "The Many Faces of Irreversibility". *The British Journal for Philosophy of Science*, 40, 501-518.
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mach, E. (1883). *Die Mechanik in Ihrer Entwicklung Historisch-Kritisch Dargestellt*. Leipzig. Sigo la traducción inglesa, *The Science of Mechanics*. La Salle: Open Court, 1960.
- Mach, E. (1905). *Erkenntnis und Irrtum*. Leipzig: Johann A. Barth. Sigo la traducción inglesa, *Knowledge and Error*. Dordrecht: Reidel, 1976.
- Mackie, J. L. (1980). *The Cement of Universe*. Oxford: Oxford University Press
- Menzies, P. & Price, H. (1993). "Causation as a Secondary Quality". *The British Journal for the Philosophy of Science*, 44, 187-203.
- Price, H. (1996). *Time's Arrow and Archimedes' Point*. Oxford: Oxford University Press.
- Price, H. (2007). "Causal Perspectivalism". En: Price, H. & Corry, R. (eds.). *Causation, Physics and the Constitution of Reality*. Oxford: Clarendon Press, 250-292.
- Quintanilla, M. Á. (1988). *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madrid: Fundesco.
- Ross, D. & Spurrett, D. (2007). "Notions of Cause: Russell's thesis revisited". *The British Journal for Philosophy of Science*, 58, 45-76.
- Russell, B. (1913). "On the Notion of Cause". *Proceeding of the Aristotelian Society*, 13, 1-26. Sigo la traducción española de Jordi Sabat: "Sobre la noción de causa", recogida en B. Russell, *Misticismo y lógica*. Barcelona: Edhasa, 2001, 247-284.
- Woodward, J. (2003). *Making Things Happen: a Causal Theory of Explanation*. Oxford: Oxford University Press.