

Notas sobre la causalidad probabilista

Sebastián ÁLVAREZ

Universidad de Salamanca

La actividad científica no se agota en la observación de fenómenos y en la recolección de datos acerca de la realidad, sino que su principal objetivo consiste en condensar y articular esa información descubriendo relaciones persistentes y significativas entre fenómenos, es decir, formulando leyes, y estructurando tales leyes en torno a un pequeño número de hipótesis o leyes fundamentales, esto es, proponiendo teorías. Es así como una ciencia puede cumplir con sus dos funciones características: ofrecer explicaciones de los hechos conocidos y adelantarse a la experiencia prediciendo hechos desconocidos e incluso incognoscibles. Por ello ha sido opinión tradicional que la investigación científica tiene como meta el descubrimiento de relaciones de causa-efecto entre los fenómenos y que la explicación y predicción científicas deben estar basadas en un conocimiento causal de la naturaleza.

Señalemos para comenzar algunos de los rasgos fundamentales del concepto de causalidad.

(a) Se trata de una relación de *producción* entre dos fenómenos, la causa y el efecto; con lo cual se afirma no sólo que ciertos cambios o propiedades van regularmente unidos (como cuando se dice, por ejemplo, que ser mamífero va regularmente unido a tener sangre caliente) sino que además uno de ellos ocasiona o da lugar al otro (como cuando decimos que la pedrada produjo la ruptura del cristal)¹.

¹ Se supone también que causa y efecto han de ser elementos diferentes. Diferentes, ante todo, desde un punto de vista lógico, porque no diríamos que el nacimiento de un nieto causa el ser abuelo, pero diferentes también en otro sentido: no diríamos que existe una relación causal entre dos etapas consecutivas en la historia de un sistema (la semilla no es causa del árbol); por ello algunos autores proponen que causa y efecto pertenezcan a sistemas distintos o a subsistemas diferentes de un sistema complejo.

(b) La relación causal es irreflexiva (nada es causa de sí mismo), transitiva (en el sentido de que existen cadenas causales) y asimétrica: la causa produce el efecto pero el efecto no produce la causa. Por ejemplo, el sonido de la alarma de un reloj causa que una persona que duerme se despierte, pero el despertar de esa persona no puede causar el funcionamiento de la alarma del reloj.

(c) La relación causal es determinista, o dicho de otro modo, la causa ha de ser condición suficiente para el efecto: siempre que se da la causa se da el efecto: (Pero, como veremos, esta condición no ha resultado imprescindible en el uso de los conceptos causales)

Estos serían rasgos básicos en una definición “filosófica” de causalidad, porque no hay que olvidar que el concepto de causalidad no es un concepto científico sino meramente intuitivo, precientífico. Es cierto que a lo largo de la historia muchos conceptos de esta índole, debidamente definidos, han llegado a formar parte del aparato conceptual de una teoría científica (por ejemplo, los conceptos de gravedad, energía o átomo), pero no ha sido ésta la suerte del concepto de causalidad que, por el contrario, ha sido objeto de diferentes críticas, sugeridas por el mismo desarrollo de la ciencia. De estas críticas las más interesantes son sin duda las de Hume, Mach o Russell y las que ocasionó el nacimiento de la mecánica cuántica, en cuanto teoría probabilista.

Hume, intentando eliminar en la noción de causalidad connotaciones metafísicas y dar de ella una versión meramente empírica, la reducía a tres únicos ingredientes” contigüidad, sucesión en el tiempo y conjunción constante. Es decir: las causas y los efectos son contiguos en el espacio y en el tiempo; una causa es anterior a su efecto; y los efectos siguen a sus causas de modo constante. Con ello creía hacer innecesaria la idea de producción, porque “si alguien pretendiese definir una causa diciendo que es una cosa que produce otra es evidente que no diría nada”². Y a comienzos de este siglo afirmaba Bertrand Russell: “Todos los filósofos, de cualquier escuela, creen que la causación es uno de los axiomas o postulados fundamentales de la ciencia, pero aunque parezca mentira, en ciencias superiores como la astronomía gravitatoria nunca aparece la palabra “causa”... La ley de causalidad, creo yo, como tantas otras cosas que aceptan los filósofos, es una reliquia del pasado, que sobrevive, como la monarquía sólo porque se supone erróneamente que no es dañina”. Y decía estar convencido de que la idea de causalidad dejaría de suscitar interés entre los filósofos si éstos estuviesen familiarizados con el concepto matemático de función ³. Poco más tarde, con el nacimiento de la mecánica cuántica, una teoría con leyes y predicciones inevitablemente probabilistas, se extendió el escepticismo acerca de la supuesta naturaleza causal (determinista) de la ciencia; un escepticismo que ha tenido posteriormente sobrados motivos para fortalecerse, dado que el carácter probabilista no es ya exclusivo de la física subatómica sino que parece inevitable en diferentes ramas de la física (p.e. la meteorología), en la química, la biología (en particular, la genética), la psicología,

² Hume (1739-40). Libro I, parte III, secciones 2-6. Hume también criticaba la idea de conexión necesaria en la relación causal; una crítica que afecta a todo tipo de leyes, causales o no, y que consideramos acertada (Alvarez, 1988).

³ Russell (1913).

la sociología y, en general, en las ciencias humanas. La ciencia actual aparece invadida por el concepto de azar. Tanto es así que desde hace unas décadas científicos y filósofos han empezado a sospechar que el azar no es sólo, como decía Laplace, un nombre que ponemos a nuestra ignorancia de las causas de los fenómenos, sino una realidad presente en multitud de relaciones naturales y humanas.

Pero, a pesar de todas estas críticas, resulta innegable que se sigue hablando de causalidad, y no sólo en filosofía: también en física aplicada o en biología, en la técnica, en sociología e historia, en el derecho y en la vida cotidiana. sin embargo, esta persistencia del concepto de causalidad no debe interpretarse como un argumento en favor de la estructura causal de la naturaleza (física, biológica o humana), porque la descripción de un fenómeno en términos de causa y efecto no pasa de ser una versión parcial, artificial y notablemente antropocéntrica de las relaciones naturales que conocemos. Veamos brevemente dos ejemplos de esto.

Se entiende que la relación causal se da entre dos elementos, la causa y el efecto, pero sabemos que un efecto cualquiera es siempre el resultado de un conjunto más o menos amplio de condiciones favorables (la causa total): en la colisión de dos vehículos, por ejemplo, influyen por igual el que uno de ellos invada el carril de su izquierda, la pericia y la capacidad de reacción de los dos conductores, el ancho de la carretera, etc. Por ello en toda relación causal se suele distinguir en la causa y las “condiciones básicas”. Sin embargo esta distinción es arbitraria y suele realizarse seleccionando como la causa el elemento raro o incorrecto de la causa total. Por otra parte, aunque la relación causal se define, según vimos, como asimétrica, unidireccional, se utiliza el lenguaje causal en innumerables casos en los que la asimetría no es nada obvia. Tradicionalmente se ha considerado a la gravedad como prototipo de causa de ciertos fenómenos (por ejemplo, la caída de un cuerpo a tierra), aunque ya en Newton la relación gravitatoria es una *interacción* de cuerpos que afecta a cada uno de ellos; y de modo más general, se piensa en las fuerzas como causas de ciertos cambios, aunque el principio newtoniano de acción-reacción no permite hablar de un sistema activo (que se limita a ejercer una fuerza) y un sistema pasivo (que se limita a recibirla). Este carácter interactivo es fácilmente detectable en multitud de relaciones naturales: químicas, termodinámicas, biológicas, psicológicas o socioculturales. Vivimos en un mundo de interacciones, no de acciones unidireccionales, y cualquier descripción causal de tales interacciones será inevitablemente parcial y arbitraria. Normalmente cuando describimos una interacción en términos de causa y efecto lo que hacemos es seleccionar como efecto al resultado que en esas circunstancias nos interesa explicar, predecir o controlar, sin atender a otros resultados de la interacción⁴.

En resumen, por cuanto podemos saber, la naturaleza es mucho menos causal de lo que ingenuamente cabría pensar, e incluso se puede decir que el concepto de causalidad carece de valor ontológico. No obstante es un concepto sumamente útil desde el punto de vista explicativo y predictivo, y tal utilidad es la razón de su persistencia. Hume también negaba realidad al concepto de causalidad, basándose,

⁴ Este carácter parcial y antropocéntrico de la relación causal ha sido analizado en Alvarez (1990).

como vimos, en la supuesta vaciedad de la noción de *producción*. Sin embargo, no estamos negando que la tal noción carezca de realidad o de interés sino que simplemente subrayamos que las relaciones de producción se dan en una trama tan compleja de elementos productores y de resultados que describirlas en términos causales supone una simplificación arbitraria y exige disponer de criterios de relevancia añadidos, ajenos al comportamiento de las cosas. Es más, no creemos que se pueda ofrecer una definición satisfactoria de causalidad eliminando en ella el concepto de producción. Veámoslo en el caso de una definición probabilista de causalidad.

Como hemos señalado, el carácter probabilista de gran parte de las ciencias actuales no ha tenido como consecuencia el abandono de las descripciones causales en la ciencia (ni fuera de ella). Lo que ha sucedido es que se ha acabado rescatando al concepto de causalidad de la connotación determinista de su origen. Oímos decir con frecuencia que la sacarina produce cáncer de vejiga en animales de laboratorio, que fumar causa enfermedades cardiovasculares, que la exposición a determinadas radiaciones causa leucemia, o que la publicidad de un producto es causa de su demanda. En estos ejemplos y muchísimos otros se utiliza el lenguaje causal aunque se sabe que la causa no produce siempre e invariablemente el efecto en cuestión y que sólo se puede hablar de la probabilidad del efecto dada la causa. Por todo ello desde hace unos años el concepto de causalidad probabilista viene suscitando interés en filosofía y existen diferentes intentos de definición de tal concepto. Analizaremos brevemente la definición de causalidad probabilista que ofrece Patrick Suppes⁵ para constatar que la idea de *producción* es indisoluble del concepto de relación causal.

Según Suppes, y en general quienes tratan de la causalidad probabilista, no es preciso que el efecto siga invariablemente a la causa, sino que basta con que ésta incremente la probabilidad del efecto. Es decir, basta con que la probabilidad condicional del efecto, dada la causa, sea mayor que la mera probabilidad del efecto:

C es causa de E si:

$$P(E/C) > P(E) \quad (1)$$

Por tanto, la idea de causalidad se identifica con la de *relevancia estadística positiva*: la causa es un factor positivo estadísticamente relevante para su efecto, y tal relevancia estadística se detecta empíricamente observando frecuencias relativas. Siendo así, el concepto de relevancia estadística vendría a ser un sustituto de la idea humana de *conjunción constante* sin que se abandone por ello el enfoque empirista.

Como subraya Suppes, esta concepción de la causalidad no es alternativa a la concepción tradicional (determinista) sino que la incluye como un caso límite. Se dará causalidad determinista (de condición suficiente) cuando la probabilidad de la causa, dado el efecto, es igual a 1: $P(E/C) = 1 > P(E)$.

Pero esta definición es aún incompleta: permitiría afirmar una relación causal entre efectos colaterales de una misma causa. Supongamos que la instalación eléc-

⁵ Suppes (1970). Existen otras versiones probabilistas de la causalidad. Por ejemplo, Giere (1980) y Cartwright (1983).

trica de una habitación está dispuesta de tal modo que al dar al interruptor (F) se ilumina la habitación (C) e inmediatamente empieza a funcionar un ventilador (E). En tal caso, dado que C incrementa la probabilidad de E, se podría decir, según (1), que lo primero es causa de lo segundo. Pero es obvio que la probabilidad de que funcione el ventilador cuando se da al interruptor y se ilumina la habitación es la misma que cuando simplemente se da al interruptor; lo cual convierte en causalmente irrelevante el hecho de que se ilumine o no la habitación. Por eso Suppes añade:

y no hay un factor F tal que:

$$P(E/CF) = P(E/F) \quad (2)$$

El hecho de que un C cumpla la condición (1) lo convierte, según Suppes, en causa *prima facie*, pero si no logra cumplir la condición (2) se revela como una causa *espuria*, bastarda. Por el contraio, un C que satisfaga las condiciones (1) y (2) sería una causa *genuina*. Con ello Suppes supera un serio escollo de la teoría de la causalidad de Hume, que en múltiples casos se ve obligada a admitir una relación causal entre efectos colaterales de una causa común.

Aun así, la definición de causalidad probabilista es insatisfactoria: tiene problemas con las cadenas causales y con la mencionada asimetría de la relación causal.

(a) Supongamos que $C \longrightarrow F \longrightarrow E$ es una cadena causal y F es causa suficiente de E (es decir, $P(E/F) = 1$). Por ejemplo, sea C un duro revés profesional o sentimental, F la ingestión de una dosis letal de cianuro, y E la muerte del sujeto en cuestión. En tal caso, según (1) y (2), C no sería causa genuina de E, sino espuria, porque, si bien es verdad que

$$P(E/C) > P(E), \quad (1)$$

existe un F tal que:

$$P(E/CF) = P(E/F) = 1. \quad (2)$$

Sin embargo, no diríamos que en esta cadena causal (u otras similares) C es causalmente irrelevante para E o que no *produce* en absoluto E.

(b) Supongamos también que $F \longrightarrow C \longrightarrow E$ es una cadena causal en la que F no es suficiente para C y C es necesaria para E. Es decir: $P(C/F) < 1$ y $P(C/E) = 1$. Según los requisitos (1) y (2), en tales casos la relación causal entre C y E sería simétrica, reversible. Supongamos que C es el funcionamiento irregular de la alarma de un despertador; E, el despertar de Enrique, que no se despertará si el despertador no funciona; y F, disponer el despertador la noche anterior. Es fácil ver por cuanto llevamos visto que C será causa genuina de E, pero en este caso también E sería causa genuina de C:

$$P(C/E) > P(C) \quad (1)$$

$$= 1$$

y no hay ningún F tal que

$$P(C/EF) = P(C/F) \quad (2)$$

$$= 1 \quad < 1$$

Esta consecuencia no parece aceptable: el despertar de Enrique (E) no puede *producir* el funcionamiento del despertador (C), y lo que queda patente es que la noción de relevancia estadística positiva carece de la asimetría que consideramos característica de la relación causal.

Pero Suppes soluciona ese tipo de problemas introduciendo el factor tiempo, es decir, exigiendo que la causa sea anterior al efecto. De este modo su definición de causa genuina queda como sigue;

C_t , es causa genuina de E_t si:

(i) $t > t' > t''$

(ii) $P(E_t / C_t) > P(E_t)$

(iii) y no existe un factor $F_{t''}$ tal que

$$P(E_t / C_t \cdot F_{t''}) = P(E_t / F_{t''}).$$

Es fácil comprobar cómo la introducción del tiempo en la definición de causalidad resuelve los problemas anteriores: en el caso de la cadena causal $C \longrightarrow F \longrightarrow E$, F no puede desacreditar a C como causa porque es posterior a ella; y en el caso de la aparente simetría entre causa y efecto, E (el despertar de Enrique) no puede ser causa de C (el funcionamiento de despertador) porque no es anterior a éste.

Hume también recurrió, como sabemos, la prioridad temporal de la causa para dar razón de la asimetría causal, pero este recurso plantea algunos problemas. Normalmente el tiempo a que se hace referencia es el tiempo del sentido común: un eje en el que un punto privilegiado, el ahora, separa al pasado del presente y se desplaza hacia el futuro convirtiendo los momentos futuros en pasados. Es decir, un tiempo que fluye. Este concepto de tiempo parece servir de base a la asimetría de la relación causal si se estipula que la causa es siempre anterior al efecto, como hace Hume y Suppes. Pero tal estipulación es excesiva dado que podemos hablar de causas y efectos simultáneos. Supongamos un avión que despegue: el movimiento del aire bajo y sobre las alas es la causa de que el avión se eleve, pero no es anterior a esta elevación. Por tanto, parece más adecuado admitir que la causa puede ser anterior o simultánea en relación al efecto, es decir: $t_c \leq t_e$. Pero, como la relación \leq no es asimétrica, la referencia al tiempo en la definición de causalidad no sirve ya para dar razón de la asimetría de ésta.

No obstante, se puede argumentar que, según la teoría especial de la relatividad, causa y efecto no pueden ser simultáneos, porque la influencia causal se transmite con una velocidad limitada que nunca puede superar a la velocidad de la luz. Pero en tal caso es preciso asumir las diferencias entre el tiempo de la relatividad especial y el tiempo del sentido común, que es un tiempo básicamente psicológico. En la teoría especial de la relatividad el tiempo es una dimensión más del espacio-tiempo, y del mismo modo que en una dimensión espacial no existe un punto privilegiado, el *aquí*, que fluya en un sentido característico (hacia la derecha o hacia la izquierda, hacia arriba o hacia abajo...), tampoco hay en el tiempo un *ahora* que se desplace hacia el futuro. El tiempo de la relatividad especial es estático: no hay en esta teoría una "flecha del Tiempo". Sin embargo, podemos seguir

hablando de la flecha del tiempo, pero no porque propiamente el tiempo fluya sino porque existen en la naturaleza innumerables procesos irreversibles. Ejemplos significativos de tales procesos son los procesos termodinámicos (el calor pasa siempre del cuerpo más caliente al menos caliente, y nunca a la inversa) y, a escala cósmica, la misma expansión del universo. Pero, en tal caso, la flecha del tiempo sería extrínseca, como es extrínseco el sentido de un ramal de una autopista: depende del sentido de los vehículos que se mueven en él.

En suma, no parece que el recurso al tiempo, a la prioridad temporal de la causa, pueda traducir eficazmente la idea intuitiva de *producción*, que se muestra indisociable del concepto de causalidad: *post hoc* y *propter hoc* no son sinónimos. Por ello, la definición de Suppes de causalidad probabilista, aun incorporando el factor tiempo, sigue mostrándose insatisfactoria, como se puede ver en los siguientes casos.

(c) En una cadena causal $F \longrightarrow C \longrightarrow E$, si F es causa suficiente de C, C no sería causa de E. Supongamos que F es la acción de soltar un trozo de tiza en el aire, C la caída de la tiza sobre la mesa, y E la ruptura de la tiza. Si se suelta la tiza, ésta cae irremediamente ($P(C_{t'} / F_{t'}) = 1$), pero al caer la tiza sobre la mesa puede que se rompa y puede que no digamos que $P(E_t / C_t) = 0.7$. Según la definición de Suppes, C sería causa *prima facie* de E, porque $P(E_t / C_t) > P(E_t)$, pero no sería una causa genuina sino espuria, porque existe un factor $F_{t'}$ tal que $P(E_t / C_t \cdot F_{t'}) = P(E_t / F_{t'}) = 0.7$. Esta conclusión entra en conflicto con nuestras ideas de *producción* y causalidad: diríamos que C es lo que directamente produce E.

(d) Consideremos, por último, el siguiente caso⁶. En una mesa de billar están la bola número ocho y la bola con la que el jugador debe golpearla para introducirla en una de las troneras. Un jugador no muy experto va a intentar introducir la bola ocho en la tronera de una esquina. No es seguro que lo consiga, pero dadas las posiciones de las bolas, si lo consigue, es muy probable, casi cierto, que su bola caerá seguidamente en otra tronera, con lo cual se invalidará la jugada. Llamemos F a la colisión de las dos bolas, C a la caída de la bola ocho en la tronera de la esquina, y E a la caída de la bola del jugador en otra tronera. Podemos asumir que, puesto que el jugador es poco diestro, $P(C_{t'} / F_{t'}) = 0.5$, que $P(E_t / C_t) = 0.9$ y que, por consiguiente, $P(E_t / F_{t'}) = 0.45$. Ocurre entonces que, según la definición de Suppes, la causa genuina de E sería C:

C es causa *prima facie* de E porque $P(E_t / C_t) > P(E_t)$, pero es además causa genuina porque el factor $F_{t'}$ no se lo impide, ya que, según hemos supuesto, $P(E_t / C_t \cdot F_{t'}) = 0.9$ no es igual que $P(E_t / F_{t'}) = 0.45$.

Por tanto, la causa de que la bola del jugador entre en una tronera sería el hecho de que la bola ocho haya caído en otra, lo cual resulta claramente incompatible con nuestro uso de los conceptos de causa y efecto: no diríamos que el primer hecho *produce* el segundo sino que uno y otro son efectos colaterales de una causa común (la colisión de las dos bolas).

⁶ El ejemplo está tomado de Salmon (1984) cap. 7.

Estas y otras deficiencias de la definición de causalidad probabilista de Suppes parecen demostrar que, lo mismo que ocurre con las nociones humeanas de sucesión temporal y conjunción constante, la *relevancia estadística positiva*, enriquecida con consideraciones temporales, es insuficiente para traducir la idea intuitiva de *producción*, básica en toda descripción causal. Son muchos los autores que por éstos y otros motivos consideran irrealizable una versión probabilista del concepto de causalidad, sin embargo, la conclusión que podemos extraer por cuanto llevamos visto es simplemente que cualquier definición de causalidad (probabilística o determinista) debe incorporar como concepto primitivo el concepto intuitivo de producción.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, S. (1988) "Naturaleza de los enunciados nomológicos: el concepto de ley científica". Actas del III Congreso de Lenguajes Naturales y Lenguajes Formales, II, 403-413.
- Alvarez, S. (1990) "Contextualidad de la relación causal". En Pérez Ballestar (ed.) *Conocimiento y acción*. Ed. Universidad de Salamanca, 117-132.
- Cartwright, N. (1983) "Causal Laws and Effective Strategies". En *How the Laws of Physics Lies*. Oxford: Clarendon.
- Giere, R. (1980) "Causal Systems and Statistical Hypotheses". En L. J. Cohen - M. Hesse (eds.) *Applications of Inductive Logic*. Oxford: Clarendon.
- Hume, D. (1739-40) *Tratado de la naturaleza humana*. Traducción de F. Duque. Madrid: Editorial Nacional, 1976 (2 vols.).
- Russell, B. (1913) "On the notion of cause" *Proceedings of the Aristotelian Society*, 13, 1-26.
- Salmon, W. (1984) *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton University Press.
- Suppes, P. (1970) *A Probabilistic Theory of Causality*. Amsterdam: North-Holland.