

LA CAUSALIDAD PROBABILISTA Y LAS DIFICULTADES DEL ENFOQUE HUMEANO[†]

(*Probabilistic Causality and the Difficulties of the Humean Approach*)

Sebastián ALVAREZ*

Manuscrito recibido: 1997.10.13.

Versión final: 1998.4.27.

* Departamento de Filosofía, Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad de Salamanca, Edificio F.E.S., Campus Miguel de Unamuno, 37007 Salamanca. E-mail: sat@gugu.usal.es.

BIBLID [0495-4548 (1998) 13: 33; p. 521-542]

RESUMEN: Comienzo este artículo mostrando que las teorías neohumeanas de la causalidad probabilista basadas en la noción de relevancia estadística (como la teoría de Suppes, 1970) se encuentran con múltiples e insuperables dificultades. Luego analizo brevemente algunas versiones de la causalidad probabilista que relativizan o prescinden de dicha noción: la de Cartwright, que postula la existencia de capacidades causales, y las de Salmon y Dowe, quienes, aunque se proponen no abandonar el suelo humeano, creen necesario introducir una ontología de propensiones. Y concluyo que el análisis de estas versiones demuestra que la causalidad probabilista constituye un nuevo y serio obstáculo para el enfoque humeano o neohumeano de la causalidad.

Descriptores: causalidad, causalidad probabilista, relevancia estadística.

ABSTRACT: *In this paper I first show that the neohumean theories of probabilistic causality based on the notion of statistical relevance (as that of Suppes, 1970) run into many and unsolvable difficulties. Then I briefly analyze some accounts of probabilistic causality which relativize or avoid this notion: the Cartwright's account, claiming the existence of causal capacities, and those of Salmon and Dowe, though trying to remain on a Humean ground, believe that the introduction of an ontology of propensities is required. I finally conclude that the analysis of these accounts shows that probabilistic causality constitutes a new and serious obstacle to the Humean or neohumean view of causality.*

Keywords: *causation, probabilistic causality, statistical relevance.*

SUMARIO

1. Causalidad probabilista y relevancia estadística
2. La solución de N. Cartwright
3. Transitividad y diversidad de intermediarios
4. Capacidades
5. Salmon y Dowe: procesos causales y propensiones

Bibliografía

1. Causalidad probabilista y relevancia estadística

Según Hume, una relación causal no es más que una secuencia regular de dos acontecimientos espaciotemporalmente conectados, de los que el que ocurre primero es la causa y el otro, el efecto. Esta definición tiene el mérito de ser concisa, aplicable en multitud de casos y, sobre todo, sencilla, porque prescinde de la idea de conexión necesaria y de conceptos no menos metafísicos como "poderes causales", "producción", etc. Pero pesan sobre ella críticas ya tradicionales. Hay quien es opinan que exigir que, en una relación causal, la causa preceda siempre al efecto resulta excesivo, porque excluye los casos en los que causa y efecto son simultáneos. Por ejemplo, cuando un avión despegua, una de las causas de su elevación es la presión del aire sobre él, pero esta presión no es anterior a la elevación del avión sino simultánea. Otras críticas apuntan a que la noción de secuencia regular puede conducirnos a admitir una relación causal entre acontecimientos que en realidad están causalmente desconectados. Los casos más típicos son aquellos en que los dos acontecimientos son efectos colaterales no simultáneos de una misma causa, es decir, los extremos de una horquilla causal. Por ejemplo, en un televisor el sonido aparece siempre poco antes que la imagen. Se trata, por tanto, de una secuencia regular y, siguiendo a Hume, habría que concluir erróneamente que lo primero es causa de lo segundo. Sin embargo, a pesar éstas y otras críticas, el enfoque empirista humeano de la causalidad conserva su atractivo y está presente en muchas teorías de la causalidad probabilista.

Los estudios filosóficos sobre la causalidad se han desarrollado durante siglos dentro de una concepción determinista, entendiendo que la causa es condición suficiente del efecto. Sin embargo, hablamos también de causalidad suponiendo que la causa no produce invariablemente su efecto, como cuando decimos que una determinada vacuna es causa de curación de una enfermedad, aunque no siempre la cure, o que fumar es causa de infarto, aunque sabemos que una cosa no conduce irremediamente a la otra. Es decir, hablamos también de causalidad cuando un acontecimiento simplemente confiere cierta probabilidad a otro (su efecto). Lo cual permite rescatar a la causalidad de la concepción determinista en que surgió y la hace aplicable a contextos probabilistas o indeterministas.

Desde hace varias décadas se viene trabajando en filosofía en el análisis de la causalidad probabilista, hasta el punto que tal análisis constituye el objetivo de la mayor parte de los trabajos actuales sobre causalidad. Uno de los pioneros en este campo es P. Suppes¹, cuya definición de causali-

dad, basada en la idea de probabilidad condicionada, se puede resumir del modo siguiente (Suppes 1970, cap. 2) :

Un acontecimiento C es causa de un acontecimiento E *sys*s.

- (1) C es anterior a E;
- (2) $\Pr(E/C) > \Pr(E/-C)$. Es decir, la probabilidad de que ocurra E cuando se da C es mayor que si no se da C.

La condición (2) recoge un rasgo básico en la mayoría de las versiones de la causalidad probabilista. Afirma que si bien la causa no produce invariablemente su efecto, sí que incrementa su probabilidad. La causa es, por tanto, un factor *relevante estadísticamente* para la producción del efecto. Sin embargo, la relevancia estadística es por lo general reversible, simétrica, es decir, si $\Pr(E/C) > \Pr(E/-C)$, también es válido generalmente que $\Pr(C/E) > \Pr(C/-E)$. Por ejemplo, si es verdad que la publicidad televisiva de un producto hace más probable su venta, no es menos cierto que el hecho de que un producto tenga mucha demanda incrementa la probabilidad de que haya sido objeto de una adecuada campaña publicitaria. Pero no estaríamos dispuestos a afirmar que la buena acogida de un producto es causa de su publicidad en televisión. Suppes elude este inconveniente con la condición (1), que al exigir que la causa sea anterior al efecto, mantiene a la relevancia estadística en un único sentido.

Este núcleo de la definición de causalidad de Suppes sigue el rastro de Hume: se mantiene la exigencia de prioridad temporal de la causa y no se alude a ningún tipo de poderes causales ocultos. La única diferencia es que noción humeana de secuencia regular se convierte aquí en la menos exigente de relevancia estadística, es decir, no se exige que el efecto siga regular o invariablemente a la causa sino sólo que la siga con determinada frecuencia relativa. Además, como subraya Suppes, esta definición de causalidad probabilista es perfectamente aplicable a los casos de causalidad determinista, que no serían sino casos límite, esto es, casos en los que $\Pr(E/C) = 1$.

Sin embargo, como ocurría con la versión de Hume, esta definición se encuentra con el mencionado problema de las horquillas causales: dos sucesos que son efectos de una causa común pueden cumplir las condiciones (1) y (2) sin que uno sea causa del otro. Por ejemplo, dado un descenso en el indicador de un barómetro (C), se incrementa la probabilidad de que llueva (E), pero lo primero no es causa de lo segundo, sino que ambos sucesos son efectos independientes de una disminución de la presión atmosférica. Para eludir esta dificultad, Suppes distingue entre causa *prima facie*,

que sería cualquier C que cumple las condiciones (1) y (2), y causa *genuina*, que sería toda causa *prima facie* que cumple además la siguiente condición:

(3) y no hay un factor F, anterior a C y a E, tal que $\Pr(E/CF) = \Pr(E/F)$.

Tal factor F, de existir, serviría de pantalla a la supuesta relación causal entre C y E. Las causas *prima facie* que no cumplen las condición (3) son causas *espurias*. Dicho de otro modo, las correlaciones estadísticas que cumplen las condiciones (1) y (2) pero no la (3) son correlaciones estadísticas espurias. Es fácil ver cómo esta tercera cláusula resuelve el problema del ejemplo anterior, porque la probabilidad de que llueva (E), dados un descenso en el indicador del barómetro (C) y una disminución de la presión atmosférica (F), es la misma que la probabilidad de que llueva dada esa disminución de presión atmosférica. Es decir, $\Pr(E/CF) = \Pr(E/F)$, lo que significa que C no es causa genuina de E.

Sin embargo, la definición de causalidad de Suppes presenta diferentes problemas (cf. Otte 1981). Voy a centrarme, por razón de brevedad, sólo en dos de ellos. En primer lugar, la condición (2) sigue resultando insuficiente: no es cierto que la causa incremente invariablemente la probabilidad del efecto. Según lo que se conoce como "paradoja de Simpson" (Simpson 1951), una asociación probabilista entre dos variables, como, por ejemplo, $\Pr(E/C) > \Pr(E/-C)$, válida en una población, se puede invertir en una determinada subpoblación cuando en ésta entra en juego una tercera variable correlacionada con las dos primeras. Por ejemplo, en una población se detecta que las personas que fuman (C) sufren infarto (E) con más frecuencia que las que no fuman, es decir, $\Pr(E/C) > \Pr(E/-C)$, lo cual permite concluir que fumar es causa (de momento, *prima facie*) de infarto. Sin embargo, al contrastar esta conclusión en una amplia subpoblación de fumadores que, por afición o necesidad, practican saludables ejercicios físicos, bien puede suceder que en este grupo la frecuencia de infartos sea igual e incluso menor que en la población de no fumadores. Es decir, $\Pr(E/C) \leq \Pr(E/-C)$. Suppes es consciente de esta dificultad, por eso dice que "la determinación de una relación causal entre acontecimientos o tipos de acontecimientos es siempre relativa a algún marco conceptual" (1970, p. 13). Pero los problemas más serios se refieren a la condición (3), que, en múltiples situaciones, se muestra incapaz de discriminar entre causas genuinas y causas espurias. Veamos una de estas situaciones.

En los casos en que una causa común (F) tiene dos efectos colaterales no simultáneos (C y E), la condición (3) se equivoca al señalar la causa cuando

la correlación estadística entre C y E es mas fuerte que la existente entre F y E (esto es, cuando $\Pr(E/C) > \Pr(E/F)$), porque $\Pr(E/CF)$ no será igual que $\Pr(E/F)$, sino mayor y, según (3), esto significa que C es causa genuina de E. Un ejemplo. En una mesa de billar las bolas están situadas de tal modo que si un jugador poco diestro intenta y logra introducir la bola 8 en el agujero de un ángulo de la mesa (C), es casi seguro que la bola con la que tira acabará cayendo en el agujero del ángulo más cercano (E). Digamos que $\Pr(E/C) = 0.9$. Por otra parte, supongamos que cuando este jugador inicia la jugada haciendo chocar las dos bolas (F) la probabilidad de que logre introducir, como pretende, la bola 8 en el agujero mencionado es 0.5 y que la probabilidad de que la otra bola caiga en el otro agujero es 0.6. Es decir, $\Pr(C/F) = 0.5$ y $\Pr(E/F) = 0.6$. En tal caso, según la definición de Suppes, tendríamos que C es causa *prima facie* de E, ya que $\Pr(E/C) = 0.9 > \Pr(E/-C) = 0.6$, y sería además causa genuina, porque esta desigualdad se mantiene al introducir explícitamente el factor F: $\Pr(E/CF) = 0.9 > \Pr(E/F) = 0.6$. Por tanto, la condición (3) de Suppes no ha logrado detectar que C y E son efectos colaterales de la causa común F2.

2. La solución de N. Cartwright

Hemos visto que el principio de que la causa incrementa la probabilidad del efecto, formulado sin más condiciones, no es admisible, como muestra la paradoja de Simpson. Según Cartwright (1983), los casos de esta paradoja que sirven como contraejemplos al principio de relevancia estadística de la causa se basan en que, al analizar la relevancia estadística de un factor, C, sobre otro, E, no se atiende a la existencia de otro u otros factores que, independientemente de C, influyen positiva o negativamente en la ocurrencia de E. En el caso mencionado anteriormente de la relación causal entre fumar y sufrir un infarto ese tercer factor es hacer ejercicios, que si resulta ser más eficaz para evitar el infarto que el fumar para producirlo, puede ocultar la relación causal existente entre fumar y sufrir un infarto. Y la oculta cuando se compara la frecuencia de infartos entre los fumadores que hacen ejercicios con la misma frecuencia en la población de los que no fuman, sin distinguir entre quienes hacen ejercicios y quienes llevan una vida sedentaria. Por tanto, el modo de restituir el principio de relevancia estadística de la causa consistirá en atender a ese tercer factor, en mantenerlo fijado, positiva o negativamente, de modo que la comparación de frecuencias se realice entre poblaciones homogéneas, esto es, en un contexto cau-

salmente homogéneo. Si, en nuestro caso, se compara la frecuencia de infartos en los fumadores *que hacen ejercicios* con la frecuencia de infartos en los no fumadores *que también hacen ejercicios*, es de esperar que la primera sea mayor que la segunda. Y lo mismo sucedería si en la comparación se mantuviera fija la condición de no hacer ejercicios³. Con lo cual queda de manifiesto la influencia causal de fumar respecto al infarto.

Nancy Cartwright recoge esta idea de *homogeneidad contextual* en la siguiente caracterización de la causalidad probabilista:

(NC): C es causa de E syss $\Pr(E/CF) > \Pr(E/-CF)$,

donde F es cualquier factor distinto de C que (como fumar en el caso anterior) influye de modo positivo o negativo en la ocurrencia E, es decir, es causalmente relevante para E.

Un ejemplo muy citado de la paradoja de Simpson es el siguiente. En una ocasión la universidad de Berkeley fue acusada de discriminar negativamente a las mujeres en la admisión de alumnos para los cursos de doctorado, porque, conocidas las listas de alumnos solicitantes y alumnos admitidos, parecía evidente que la probabilidad de aceptación era mayor si el solicitante era hombre que si era mujer. Sin embargo, un estudio posterior⁴ mostró que si se analizaba la selección departamento por departamento, resultaba que en la mayoría de los ochenta y cinco departamentos no se apreciaba esa tendencia presuntamente sexista y que incluso en algunos departamentos la tendencia parecía invertirse en favor de las mujeres. El hecho de que, en el resultado global, la proporción entre hombres admitidos y hombres solicitantes fuese mayor que en el caso de las mujeres se debía a que la mayoría de las mujeres había solicitado departamentos en los que, por criterios que no cabía tachar de sexistas, era más difícil la admisión y, por tanto, se había rechazado un mayor número de solicitudes. Es fácil ver cómo la aplicación de (NC) a este caso descarta la conclusión de que ser varón (C) sea causa probabilista de ser admitido (E), porque si F representa al hecho de solicitar un departamento concreto, en la mayor parte de los casos se obtiene que $\Pr(E/CF) \leq \Pr(E/-CF)$.

Nótese que (NC) no hace referencia al tiempo, no dice que la causa deba ser anterior al efecto. Como vimos, Suppes se vió obligado a introducir este requisito para impedir la inversión de la probabilidad condicionada y, con ello, de la relación causal. Pero este peligro no acecha a la versión de Cartwright. Supongamos que una prueba concreta arroja el resultado de que $\Pr(E/CF) > \Pr(E/-CF)$, donde F es, como requiere (NC), un

factor distinto de C causalmente relevante para E. Ese resultado habla en favor de que C es causa de E, sin embargo, la probabilidad condicionada inversa, $\Pr(C/EF) > \Pr(C/-EF)$, no dice nada en favor de que E cause C, porque F no se puede interpretar ya como un factor distinto de E que influya causalmente en la ocurrencia de C (Cartwright 1983, p.32). Por otra parte, (NC) parece servir, como la condición (3) de Suppes, para desmascarar las correlaciones estadísticas espurias que se dan en las horquillas causales, es decir, entre efectos colaterales de una causa común. Si retomamos el mismo ejemplo del descenso del barómetro (C), la lluvia (E) y las condiciones atmosféricas (F), vemos que, según (NC), C no puede ser considerada causa de E, porque $\Pr(E/CF)$ no es mayor que $\Pr(E/-CF)$ sino igual.

Sin embargo, si los factores F se definen simplemente como factores distintos de C que influyen causalmente en la ocurrencia de E, las aplicaciones de (NC) conducen a conclusiones erróneas cuando F es también efecto de C, es decir, cuando F forma parte de la cadena causal C, F, E, porque en tales casos resultaría que $\Pr(E/CF) = \Pr(E/-CF)$ y este resultado significa, según (NC), que C no es causa de E. La probabilidad de que alguien descuelgue el teléfono cuando X ha marcado su número y el teléfono suena es la misma que la probabilidad de que descuelgue el teléfono cuando éste suena, aunque no sea X quien intente hablar con él, pero esto no puede significar que el hecho de que X marque su número de teléfono no sea causa (en este caso, remota) de que esa persona descuelgue el teléfono⁵. Para eludir este inconveniente, Cartwright añade a (NC) la siguiente condición:

(NC') F no puede ser efecto de C⁶.

En lo que sigue llamaré (NC*) a la conjunción de las condiciones (NC) y (NC').

Pero, como hace notar Cartwright, (NC*) no es una definición explícita de causalidad probabilista, porque en el *definiens* está ya presente la noción de causalidad. En efecto, para determinar la naturaleza de F se establece, primero, que sea cualquier factor, distinto de C, causalmente relevante para E y, segundo, que no pueda ser efecto de C. En ambos casos se exige un *conocimiento causal* previo respecto a las relaciones causales de cualquier F⁷.

Por otra parte, (NC*) no es capaz de solucionar un problema que hemos señalado al analizar la propuesta de Suppes, relativo a su condición

(3). Me refiero a los casos en que una causa común (F) tiene dos efectos colaterales (C y E), y $\Pr(E/C) > \Pr(E/F)$. El ejemplo de esta situación era el de las bolas de billar. Si aplicamos (NC*) a estos casos, resultaría que $\Pr(E/CF) > \Pr(E/-CF)$ y que, por tanto, C sería causa de E, lo cual, como vimos, es falso⁸.

Cartwright advierte además de otras dos limitaciones de su (NC*). Esta caracterización de la causalidad probabilista resulta claramente inaceptable en los casos que llama de "interacción", es decir, cuando dos factores causales, al actuar conjuntamente, tienen efectos diferentes a los que tiene, al menos, uno de ellos al actuar por separado. Por ejemplo, la ingestión de un veneno ácido (C) puede causar la muerte (E), y lo mismo ocurre con la ingestión de un veneno alcalino (F), pero si se ingieren ambos venenos juntos, no hay prácticamente ningún peligro de muerte. Siendo así, ocurriría que $\Pr(E/CF) < \Pr(E/-CF)$ y que también $\Pr(E/CF) < \Pr(E/C-F)$, lo que, según (NC*), indicaría que ni un veneno ni otro son causas probabilistas de muerte. Y no más convincente resulta (NC*) al aplicarse a casos en que C es realmente causa probabilista de E, pero existe un tercer factor F que es causa *suficiente* de E (esto es, $\Pr(E/F)=1$). En tales casos, cuando la homogeneidad contextual atiende a la presencia de este F, se obtiene que $\Pr(E/CF) = 1 = \Pr(E/-CF)$, de donde, según (NC*), se seguiría, de modo insatisfactorio, que C no es causa de E (Cartwright 1983, pp. 30-32).

Pero además, como veremos en el apartado siguiente, (NC*) demuestra ser un criterio de causalidad demasiado grosero al aplicarse a casos en que una causa tiene varios efectos colaterales cuyas consecuencias probables son incompatibles entre sí.

3. Transitividad y diversidad de intermediarios

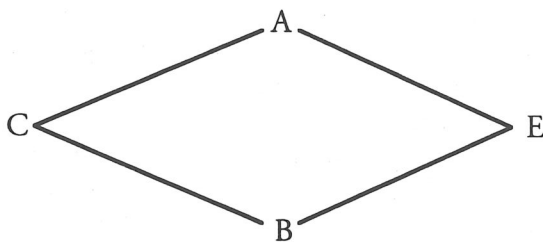
Eells y Sober (1983) defienden que las versiones de la causalidad probabilista basadas en la noción de relevancia estadística (como la de Suppes o (NC*)), a pesar de sus deficiencias, son compatibles con la transitividad de la causalidad.

Imaginemos que un determinado escritor suele sentirse eufórico (A) cuando recibe un premio literario (C). También puede sentirse eufórico por otros motivos distintos (-C), pero supongamos que $\Pr(A/C) > \Pr(A/-C)$ en toda situación causalmente homogénea⁹. Esto nos permite concluir, según (NC*), que C es causa de A. Supongamos además que este escritor suele manifestar sus estados de euforia invitando a cenar a un grupo

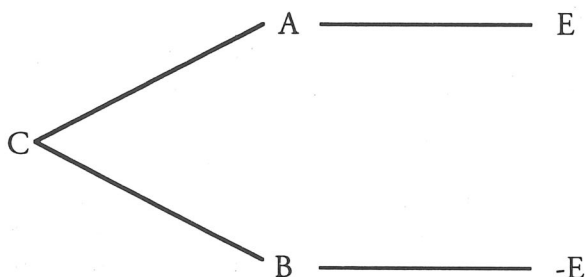
de amigos (E), de modo que $\Pr(E/A) > \Pr(E/-A)$. Podemos decir, por tanto, que A es causa de E. La cuestión ahora es la siguiente: ¿ganar un premio literario es causa de que ese escritor invite a cenar a un grupo de amigos? O sea, ¿ $\Pr(E/C) > \Pr(E/-C)$?

La respuesta sería negativa sólo en el caso de que fuera menos probable que invitara a cenar cuando está eufórico por recibir un premio literario que cuando lo está por otro motivo diferente, es decir, en el caso de que $\Pr(E/AC) < \Pr(E/A-C)$, porque, de ser así, bien puede suceder que $\Pr(E/C) < \Pr(E/-C)$. Supongamos, por ejemplo, que $\Pr(A/C)=0.6$ y $\Pr(A/-C)=0.5$ y que $\Pr(E/AC)=0.5$ y $\Pr(E/A-C)=0.8$. La conclusión sería que $\Pr(E/C)=0.3 < \Pr(E/-C)=0.4$, lo que significa que C no es causa de E y que, por tanto, no se da transitividad. Sin embargo, como sostienen Eells y Sober, la transitividad queda garantizada si $\Pr(E/AC)=\Pr(E/A-C)$, dicho de otro modo, si las cadenas causales C, A, E y -C, A, E tienen la propiedad Markov, según la cual, "el estado de un sistema en t_3 sólo depende de lo que sucede en t_2 y no de lo que sucede antes" (p. 46). La propiedad Markov es bastante razonable, porque si se describe de un modo preciso y completo un acontecimiento, su influencia causal sobre otro no depende ya de cómo se ha producido el primero. Si una piedra golpea un cristal con determinada fuerza y determinado ángulo de incidencia, la posibilidad de que el cristal se rompa no depende ya de quién o qué lanzó la piedra. En el ejemplo del escritor, cabe interpretar que los problemas con la transitividad se deben a que su estado de euforia es distinto, menos intenso, cuando ha recibido un premio literario que cuando se produce por algún otro motivo, de modo que la causa intermedia A no es la misma en las cadenas C, A, E y -C, A, E.

Según Eells y Sober, la propiedad Markov también garantiza la transitividad cuando C es causa dos efectos colaterales, A y B, independientes entre sí, y cada uno de ellos influye positivamente en la ocurrencia de E, es decir, cuando se da lo que Dupré (1984) llama "unanimitad de intermediarios". Si la práctica de algún deporte favorece la capacidad respiratoria y la flexibilidad muscular y ambos factores contribuyen a una vida más agradable, se puede decir que la práctica de algún deporte incrementa la probabilidad o es causa de una vida más agradable.



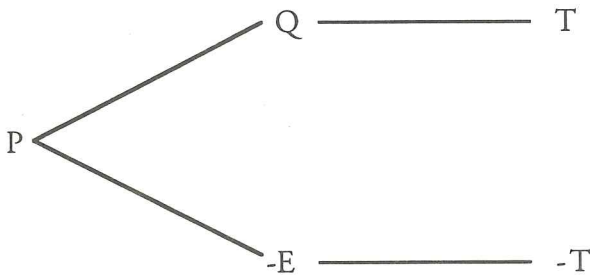
Pero hay casos en que una causa C tiene dos efectos independientes, A y B , de los que uno de ellos, pongamos A , incrementa la probabilidad de E , mientras que el otro la disminuye, tiende a evitarlo. En tales casos no se da la mencionada unanimidad de intermediarios.



Ells y Sober sostienen que el cumplimiento de la propiedad Markov permite la transitividad también en estos casos. C sería causa de E o de $-E$, según cuál de los dos fuese el resultado causal neto, el efecto medio de A y de B . Es decir, según cuál de los dos procesos (C, A, E o $C, B, -E$) es el dominante. Por ejemplo, C sería causa de E , cuando (1) A causa E con más fuerza que B lo evita y (2) C causa A con más fuerza que causa B , es decir, cuando $\Pr(E/A) > \Pr(-E/B)$ y $\Pr(A/C) > \Pr(B/C)$ (p. 49). Y aplican estas ideas sobre la transitividad a la discusión, en biología evolutiva, acerca de la relación entre genotipo, fenotipo y selección natural. La cuestión es la siguiente: ¿la selección natural actúa sobre los genes o sobre el fenotipo de un organismo? Si cada gen produjera un solo rasgo fenotípico de importancia selectiva, podríamos decir que es el gen la unidad de selección. Pero ocurre que la relación entre gen y fenotipo es con frecuencia de uno-a-muchos: un gen puede ser causalmente relevante para numerosos fenotipos

importantes selectivamente. Es lo que se conoce como pleiotropía. Además, la conexión entre gen y fenotipo puede ser de muchos-a-uno: los fenotipos se pueden deber a conjuntos de genes (efectos poligénicos). Eells y Sober defienden que, si bien el fenómeno de los efectos poligénicos plantea problemas al seleccionismo génico, la pleiotropía no los plantea en absoluto. Supongamos que un mismo gen es causa de varios fenotipos diferentes. Si éstos son todos selectivamente ventajosos, podemos concluir, por transitividad, que la selección favorece al gen, pero si entre ellos los hay ventajosos y perjudiciales, ¿actuará la selección natural en favor del gen? La respuesta depende del balance entre rasgos fenotípicos ventajosos y perjudiciales, y sólo será negativa "si el efecto medio del gen es perjudicial" (p. 54).

Un caso de no unanimidad de intermediarios muy discutido en la literatura sobre causalidad probabilista está tomado, con ciertas modificaciones, de Hesslow (1976) y es el siguiente. El consumo de píldoras anticonceptivas (P) conlleva un cierto riesgo de trombosis (T), porque introduce en la sangre una sustancia química (Q) que favorece su coagulación, pero, al mismo tiempo, tales píldoras evitan con gran eficacia el embarazo (E), que en un alto porcentaje de mujeres es causa de trombosis. Interpretando este caso como que (1) P es causa de Q y -E, porque $\Pr(Q-E/P) > \Pr(Q-E/-P)$, (2) Q es causa de T, porque $\Pr(T/Q) > \Pr(T/-Q)$, y (3) E es causa de T, porque $\Pr(T/E) > \Pr(T/-E)$, nos encontramos con que el uso de estos anticonceptivos tiene efectos opuestos: por una parte, incrementa la probabilidad de trombosis y, por otra, la reduce haciendo casi imposible el embarazo. Se trata, por tanto, de un caso en el que no se da unanimidad de intermediarios.



La cuestión es la siguiente. En la población de mujeres que no están embarazadas y mantienen relaciones heterosexuales ¿el uso de píldoras anticon-

ceptivas es causa de trombosis o tiende a evitarla? La respuesta de Eells y Sober se basará, por lo que hemos visto, en el resultado causal neto: si la mayor parte de esas mujeres que toman píldoras sufre trombosis, P es causa de T, y si, por el contrario, no sufre trombosis, P evita T. Que P sea un factor causalmente positivo o negativo para T dependerá, por tanto, de cuál de los dos procesos (P, Q, T o P, -E, -T) es el dominante.

Cartwright reconoce que en casos como éste de no unanimidad de intermediarios no cabe realmente otra solución en el cálculo probabilista de la causalidad que atender al efecto medio. Incluso reconoce que este recurso es muy útil para tomar decisiones en situaciones en las que se carece de una información mas precisa. Sin embargo, advierte que este procedimiento para garantizar la transitividad de la causalidad, para determinar si, por ejemplo, en el caso anterior, las píldoras son o no causa de trombosis, es demasiado tosco y oculta relaciones causales más ricas. Si, atendiendo al efecto medio en el caso mencionado, se concluye que las píldoras son causa de trombosis, se oculta la eficacia de éstas en la prevención del embarazo, es decir, se oculta el hecho de que la utilización de este método anticonceptivo ha evitado que muchas mujeres sufran trombosis, y si, por el contrario, se concluye que las píldoras contribuyen a evitar la trombosis, no se atiende al hecho de que la ingestión de píldoras ha causado trombosis en muchas mujeres que, de no haberlas tomado, estarían sanas. Por tanto, el efecto neto o medio, que es todo cuanto puede ofrecer en estos casos una versión de la causalidad en términos de relevancia estadística, como es su (NC*), "oculta totalmente la verdadera historia causal acerca de las píldoras anticonceptivas y la trombosis" (Cartwright 1988; 1989, p. 101).

4. Capacidades

En resumen, aunque (NC*) mejora el intento de Suppes de reducir la causalidad a la relación neohumana de relevancia estadística, no constituye, sin embargo, una definición explícita ni un criterio fiable de causalidad probabilista, porque, como hemos visto, exige un conocimiento causal independiente y, por otra parte, se encuentra con diversas y, al parecer, insalvables dificultades en su aplicación. Todo ello conduce a Cartwright a la razonable conclusión de que (NC*) no pasa de ser una herramienta, no siempre fiable, "para conseguir nueva información causal", es decir, un método para detectar síntomas de causalidad y suscitar o confirmar parcialmente hipótesis causales (1989, p. 161; Dupré and Cartwright 1988, pp. 531-533).

A partir de las insuficiencias de (NC*) y, en general, de toda versión de la causalidad probabilista en términos de relevancia estadística, Cartwright llega a la conclusión de que en el análisis de la causalidad es necesario postular la existencia de "capacidades"¹⁰. Decir que las aspirinas alivian el dolor de cabeza no es simplemente afirmar que si se toma una aspirina, siempre o con determinada frecuencia se atenúa el dolor de cabeza, sino atribuir a las aspirinas la capacidad de producir tal efecto. Estas capacidades pueden entenderse como tendencias, de las que hablaba Stuart Mill, o como propensiones. Pero señala Cartwright que la idea de tendencia de Mill es más amplia que la de capacidad. Cabe hablar de la tendencia de un objeto a exhibir determinado comportamiento, a evolucionar de una forma concreta, etc., mientras que una capacidad se identificaría sólo con la tendencia a "producir algo". Por otra parte, Cartwright aclara que si no utiliza el término de propensión es porque este término está normalmente asociado a teorías acerca de la naturaleza de la probabilidad y, aunque las capacidades son con frecuencia probabilistas, no cree que las probabilidades sean reducibles a capacidades. En cualquier caso, el concepto de capacidad nos remite a la idea de poder causal, tan criticada por Hume y los empiristas radicales, y su adopción exige pagar "un módico precio metafísico". Sin embargo, no cree Cartwright que por ello este concepto sea más problemático y misterioso que muchos conceptos de la física (Cartwright 1989, pp. 8, 9, 141, 226 y 230).

Las capacidades son disposiciones relativamente duraderas y estables y dan lugar a comportamientos regulares y asociaciones estadísticas. Pero, la noción de capacidad es más básica ontológicamente que las de regularidad o relevancia estadística. Por ejemplo, vimos que, para eludir la paradoja de Simpson, (NC*) incorporaba el requisito de homogeneidad contextual, es decir, el requisito de que C incremente la probabilidad de E en todo contexto causalmente homogéneo. Esto, según Cartwright, revela la creencia en una cierta estabilidad de las capacidades, en que los Cs, en virtud de serlo, tienen una determinada capacidad que se manifiesta en contextos diferentes: "creer en la unanimidad contextual es creer en capacidades" (p. 145).

Dada esta prioridad ontológica de las capacidades respecto a regularidades y correlaciones estadísticas (que no serían sino epifenómenos), se puede decir que las capacidades constituyen el núcleo de toda ley causal. Una ley como "las fuerzas electromagnéticas causan movimientos perpendiculares a la línea de acción" sólo puede entenderse como la adscripción de una capacidad. Y por esa razón el concepto de capacidad es inevitable

en ciencias como la biología, la medicina, la econometría, etc., en las que se supone que las estadísticas ayudan a descubrir relaciones causales. En definitiva, para Cartwright, la ciencia no puede entenderse sin capacidades y éstas "forman parte de nuestra imagen científica del mundo" (pp. 1 y 141).

Por otra parte, subraya Cartwright que la insuficiencia del enfoque humeano de la causalidad radica en que, por diversos motivos, las capacidades no se manifiestan inequívocamente en regularidades o asociaciones estadísticas. Y señala dos de esos motivos, que aluden a dos casos que ya hemos analizado. En primer lugar, la estabilidad de las capacidades no es absoluta. Una capacidad puede cambiar su naturaleza en determinadas circunstancias y perder el "poder que suele tener". Esto se da especialmente en los casos de interacción de capacidades, frecuentes en el nivel químico. Se trata de casos en que la combinación de dos capacidades no produce una combinación de sus respectivas operaciones, sino la neutralización mutua de ellas. Recordemos el ejemplo anterior de la interacción de un veneno ácido y otro alcalino y cómo la utilización del criterio (NC*) conducía a error. En segundo lugar, puede ocurrir que dos capacidades con efectos contrarios actúen conjuntamente de modo inseparable ("capacidades mixtas"), de modo que el resultado regular observable, el efecto neto, oculta la operación de la capacidad que no es dominante. Es lo que sucedía con la aplicación de (NC*) en el ejemplo de las píldoras anticonceptivas (pp. 163-166).

En suma, si la tradición humeana evita hablar de capacidades porque las concibe como un modo confundente de referirse a regularidades y asociaciones estadísticas, Cartwright invierte este punto de vista considerando inevitable la idea de capacidad en el análisis de la relación causal y viendo en las regularidades y las asociaciones estadísticas un modo confundente de referirse al ejercicio de capacidades (Dupré and Cartwright 1988, p. 521).

5. Salmon y Dowe: procesos causales y propensiones

Convencido, como Cartwright, de que la noción de relevancia estadística es incapaz de dar razón de la causalidad probabilista, Salmon se propuso¹¹, en su (1984), desarrollar una versión general de la causalidad en la que no apareciese tal noción y que, no obstante, se mantuviese dentro del marco de la tradición humeana.

La teoría de Salmon, que expondré resumidamente atendiendo a lo que considero sus aspectos esenciales, está construida sobre dos conceptos básicos: *proceso causal* e *interacción*. Pero aquí un proceso causal no es lo que normalmente se entiende por tal, es decir, una secuencia de cambios o una cadena causal, sino el tipo de entidad capaz de experimentar un cambio persistente en su estado y de producir un cambio duradero en otro proceso causal. En este sentido, dos bolas de billar que ruedan por una mesa son dos procesos causales, porque al chocar entre sí, cada una de ellas experimenta en sí misma y produce en la otra un cambio, por ejemplo, de trayectoria. Y el choque de estas dos bolas constituye lo que Salmon llama una *interacción*. Pero veamos algo más detenidamente estos dos conceptos.

Afirma Salmon que un proceso "tiene cierto grado de uniformidad", "exhibe una cierta estructura", permanece constante respecto a cierta "característica". Pero no todos los procesos con causales. Y en la definición de proceso causal recurre al "criterio de marca" de Reichenbach, de modo que un proceso con una determinada característica es causal si al sufrir, debido a una interacción local, una modificación en esa característica, una marca, la modificación permanece en él hasta una nueva interacción. O, como prefiere decir Salmon, un proceso causal es el que tiene la capacidad de transmitir marcas. Y si un proceso es capaz de transmitir marcas, es capaz de transmitir "información, energía e influencia causal". Un ejemplo de proceso causal sería, por ejemplo, una bola de billar que rueda por una mesa, como acabamos de ver, o un rayo de luz. Pero también lo sería un objeto material en reposo: una piedra quieta mantiene cierta estructura, muestra ciertas características permanentes, y además es susceptible de quedar "marcada" a consecuencia de una interacción. Sin embargo, consideremos la sombra de un coche que se desplaza junto a éste por el arcén de la autovía. Se trata de un proceso porque conserva cierta estructura, por ejemplo, su forma geométrica, pero, no es un proceso causal, porque una modificación local en esa estructura, como la que se produciría al pasar la sombra sobre una señal de tráfico, no permanece en ella, sino que desaparece tan pronto como la sombra sobrepasa la señal. A este tipo de procesos no causales, incapaces de transmitir marcas, les llama Salmon pseudoprocesos (Salmon 1984, pp. 142-148).

De lo anterior se deduce que no toda intersección espaciotemporal de dos procesos constituye una interacción. Sólo se da interacción, y por tanto, cambios duraderos (efectos) en cada uno de los procesos, cuando los procesos que coinciden espaciotemporalmente son causales¹². Otro ejemplo de interacción causal, al que Salmon recurre con frecuencia, es el de un rayo de

luz blanca al atravesar un cristal rojo. Tras la intersección, la luz blanca se convierte en luz roja y el cristal manifiesta un aumento duradero de energía.

Esta concepción de Salmon resulta más convincente que las teorías de la asimetría causal que pretenden distinguir en las relaciones causales un elemento activo (el sistema al que pertenece la causa) y un elemento pasivo (el sistema en que ocurre el efecto). La teoría de la causalidad construida sobre la noción de "transferencia", propuesta, entre otros, por Fair (1979), defiende, por ejemplo, que si se introduce un trozo de hielo en un recipiente con agua, la acción causal va unidireccionalmente del agua al hielo, porque el agua transfiere al hielo una cantidad de calor que provoca su fusión. Sin embargo, una asimetría causal de este tipo resulta excesiva y poco acorde con el uso normal de los conceptos causales, porque, por lo general, cuando dos sistemas se relacionan causalmente, cada uno de ellos experimenta algún cambio que puede ser considerado un efecto: tan cierto es que el agua causa la fusión del hielo como que el hielo causa un enfriamiento del agua. Y este aspecto de la relación causal queda perfectamente recogida en la idea de Salmon de que los procesos causales, al conectarse espaciotemporalmente, interactúan modificándose mutuamente.

Además, para Salmon, su versión de la causalidad no se limita al nivel físico. Se pueden explicar en términos de procesos causales e interacciones hechos tan diferentes entre sí como el que un perro empiece a caminar tras oír la orden de su dueño, que el sonido de una música haga que alguien siga el ritmo con el pie, que la publicidad de un producto induzca a su compra o que la lectura de un escrito produzca en una persona una gran alegría o un infarto (p. 146). Esta amplia aplicabilidad es posible gracias a la generosidad (o indeseable vaguedad, como veremos) de los conceptos de "estructura" o "característica", a partir de los cuales se define la noción de proceso.

Estas descripciones de las relaciones causales en términos de procesos e interacciones son siempre expresables en una ontología, más habitual, de acontecimientos, porque, en definitiva, un proceso no es sino una serie de acontecimientos continuos. Podemos decir, por ejemplo, que el grito de una persona (acontecimiento₁) causó que otra se detuviese cuando iba a cruzar la calle (acontecimiento₂). Sin embargo, advierte Salmon que estas descripciones esconden el peligro de considerar a los acontecimientos como entidades aisladas, discontinuas; un peligro que en el caso de la teoría de la causalidad de Hume se convierte en su talón de Aquiles. Por ello concluye defendiendo que las intersecciones de procesos causales

"constituyen exactamente las conexiones causales que Hume buscaba, pero fue incapaz de encontrar" (pp. 183 y 147).

Hasta aquí se ha venido suponiendo que la intersección de dos procesos causales se traduce invariablemente en un determinado tipo de interacción: la colocación de un trozo de hielo en un vaso con agua tiene siempre como consecuencias la fusión del hielo y el enfriamiento del agua. Sin embargo, no ocurre así cuando se trata de causalidad probabilista. En estos casos un proceso causal, al conectarse espaciotemporalmente con otro, puede interactuar de diferentes modos o incluso no interactuar. Es decir, en diferentes ocasiones puede producir en el otro cambios de diferentes tipos o incluso no producir ningún cambio (como ejemplo de esto último, bien puede suceder que una determinada campaña publicitaria no produzca ni incremento ni disminución en la demanda del producto). Al tratar explícitamente de la causalidad probabilista, Salmon, que como sabemos se propone prescindir del criterio de relevancia estadística, introduce la idea de "propensión" y afirma que, en tales casos, un proceso causal lleva consigo "un conjunto de propensiones a provocar un conjunto de respuestas" en otro proceso cuando ambos coinciden espaciotemporalmente. Por tanto, los procesos causales transmiten energía, información, estructura, influencia causal y también propensiones a interactuar de varios modos en circunstancias adecuadas. Pero, una vez introducida la idea de propensión, ésta no es sólo aplicable a la causalidad estrictamente probabilista sino que se extiende también a la causalidad determinista como caso límite, esto es, entendiendo que, en tal caso, un proceso causal lleva consigo *una* propensión a interactuar de un modo característico con otro proceso y que tal interacción se produce siempre que los dos procesos se entran en conexión: una piedra lanzada violentamente lleva consigo una propensión a romper un cristal que se interponga en su trayectoria. Es decir, las propensiones pueden ser probabilistas o deterministas, con lo cual los conceptos de causalidad y propensión aparecen inevitablemente unidos en la teoría de Salmon (pp. 202, 203 y 261).

No obstante, advierte Salmon que esta idea de propensión no puede servir de base para una teoría global del cálculo de probabilidades, esto es, para definir el concepto de probabilidad. La principal razón que esgrime Salmon es que las propensiones de que habla son sólo identificables con probabilidades causales, es decir, con la probabilidad de que un proceso causal produzca en otro un determinado efecto, pero no con la probabilidad en general. Un ejemplo puede alcarar este punto. Supongamos que en una fábrica de abrelatas hay dos máquinas, A y B. La máquina A es vieja y

produce mil abrelatas al día, de los que un 2.5% salen defectuosos, mientras que la máquina B, más moderna, produce cada día diez mil abrelatas, de los que sólo el 1% presenta algún defecto. Esto nos permite afirmar, por ejemplo, que la máquina B tiene una propensión de 0.01 a producir abrelatas defectuosos. Supongamos además que al final de cada jornada se apartan en una caja los abrelatas defectuosos de una y otra máquina. Si alguien toma aleatoriamente uno de estos abrelatas puede decir que la probabilidad de que pertenezca a la máquina B es de 0.8, pero carece de sentido afirmar que este abrelatas tiene una propensión de 0.8 a ser producto de la máquina B (pp. 204-205)¹³.

Como se puede ver, existe una notable coincidencia entre las capacidades de que habla Cartwright y las propensiones de Salmon¹⁴, pero con una no menos notable diferencia en cuanto al modo en que se introducen unas y otras. En Cartwright, el recurso a la noción de capacidad causal es coherente con el enfoque decididamente antihumeano que esta autora muestra en sus escritos sobre causalidad, mientras que en el caso de Salmon la idea de propensión parece irrumpir *malgré lui*, porque al adoptar una ontología de propensiones incumple su propósito de desarrollar una nueva teoría de la causalidad sin abandonar el suelo humeano.

La teoría de Salmon suscitó un justificado interés y ha sido objeto de diversas críticas, de las que las más significativas quedan recogidas y comentadas en Dowe (1992). La objeción más espontánea hace referencia a la ya mencionada vaguedad de las nociones de "estructura" y de "característica", que sirven para definir un proceso causal. También se ha criticado que la versión de Salmon abandona el marco humeano en dos aspectos fundamentales. En primer lugar, recurre a un lenguaje contrafáctico al utilizar el "criterio de marca". En efecto, según Salmon, un proceso causal que, tras una interacción, exhibe una marca, no habría sufrido tal modificación si no hubiese ocurrido esa interacción, y conservaría siempre esa marca si no volviese a interactuar con otro proceso causal. Para Fetzer (1987) y Dowe (1992), este recurso a condicionales contrafácticos exige suponer algún tipo de conexiones necesarias no humeanas. Y en segundo lugar, como ya se ha señalado, la introducción de la idea de propensión, notablemente diferente de la de probabilidad observada, nos remite inevitablemente a una ontología de "poderes ocultos" (Dowe 1992, pp. 208-210).

Con la intención subsanar estos defectos, Dowe propone rehacer la teoría de Salmon a partir de las dos definiciones siguientes:

Definición 1. Una interacción causal es una intersección de líneas del mundo que implica cambio de una cantidad conservada.

Definición 2. Un proceso causal es una línea del mundo de un objeto que manifiesta una cantidad conservada.

En estas definiciones, una "línea del mundo" es una serie de puntos espacio-temporales en un diagrama de Minkowski que representa la historia de un objeto; una "cantidad conservada" es cualquier cantidad así considerada por las actuales teorías científicas (por ejemplo, masa-energía, momento lineal, momento angular, carga); y un "objeto" puede ser tanto una entidad teórica (partícula, onda o campo) como un objeto del conocimiento ordinario (Dowe 1992, p. 210).

Estas dos definiciones, precisas y carentes de supuestos contrafácticos¹⁵, acogen perfectamente los ejemplos paradigmáticos de relación causal de la versión de Salmon, tanto el de las dos bolas que chocan modificando mutuamente sus movimientos, como el del rayo de luz blanca que atraviesa un cristal rojo convirtiéndose la luz blanca en roja y aumentando el cristal su energía. Y estas definiciones permiten, además, distinguir entre un proceso causal y un pseudoproceso: la sombra del coche desplazándose por el arcén es un pseudoproceso porque ninguna de sus características se puede identificar con una cantidad conservada.

Sin embargo, la precisión conceptual exige normalmente alguna limitación en la extensión del concepto, y en este caso es evidente que la reconstrucción de la teoría de Salmon a partir de las dos definiciones de Dowe reduce considerablemente su ámbito de aplicación. El recurso explícito a las leyes de conservación la convierte en una teoría de la causalidad aplicable sólo al nivel físico, en una teoría de la causalidad física¹⁶.

Al afrontar específicamente la naturaleza de la causalidad probabilista, Dowe se muestra de acuerdo con Salmon en cuanto a la incapacidad del criterio de relevancia estadística para dar razón de ella y reconoce además que no encuentra el modo de eludir el recurso a las ya criticadas propensiones cuando se trata de procesos causales e interacciones objetivamente indeterministas, aunque lamenta no disponer de una versión humeana de la idea de propensión¹⁷. Por tanto, como confiesa Dowe, en este aspecto, su reformulación de la teoría de la causalidad de Salmon no logra rescatarla de sus compromisos ontológicos no humeanos (Dowe 1992, pp. 213, 215).

Salmon (1994) valora muy positivamente esta reformulación de su teoría, dado que evita ciertas ambigüedades y hace innecesario el uso de contrafácticos, y acepta que, a consecuencia de ella, las aplicaciones de su teo-

ría se vean limitadas a la causalidad física. No obstante, defiende la introducción de algunas modificaciones¹⁸, que Dowe (1994) considera impropcedentes, y creo que con razón. Pero queda fuera de los objetivos de este artículo el análisis de esta discusión y, por tanto, la valoración de las propuestas de Salmon y Dowe como teorías de la causalidad física. Lo que me interesa destacar es cómo la idea de propensión ha sobrevivido al intento de Dowe de reconducir la teoría original de Salmon a un terreno claramente humeano.

En conclusión, al igual que la idea de regularidad no logra dar cuenta de la causalidad en general, como pretendía Hume, la idea de relevancia estadística se muestra incapaz de ofrecer una definición aceptable de causalidad probabilista. Por otra parte, si bien los trabajos mencionados de Cartwright, Salmon y Dowe no demuestran, aunque lo sugieren, que el estudio de la causalidad probabilista acaba exigiendo la introducción de propiedades metaempíricas, llámense capacidades, tendencias o propensiones, sí que ponen de manifiesto que la causalidad probabilista constituye un nuevo y serio obstáculo para el enfoque humeano o neohumeano de la causalidad.

Notas

† Agradezco las sugerencias de un referee anónimo, que han contribuido a mejorar el presente texto.

¹ También, por ejemplo, Salmon (1970), aunque trata de la explicación, incorpora un intento de definir la causalidad en términos estadísticos.

² El ejemplo está tomado, con algunas modificaciones, de Salmon (1984, p. 168-9).

³ Como dicen Eells y Sober (1983, p. 36), refiriéndose a este ejemplo, "debemos hacer una partición en la población atendiendo a los factores del medio que son causalmente relevantes para el infarto y ver cómo fumar afecta a la probabilidad de éste en cada célula de la partición".

⁴ Bickel, Hammel and O'Connell (1977).

⁵ Aquí se da por supuesto que las cadenas causales tienen la propiedad Markov, como veremos en el apartado siguiente.

⁶ Cartwright (1983, pp. 26, 30); (1988, p. 81); (1989, pp. 95-97).

⁷ Cartwright (1983, pp. 26 y 38); (1988, pp. 82 y 92); (1989, cap. 3).

⁸ Davis (1988); Carroll (1992).

⁹ En lo que sigue de este apartado, al comparar probabilidades, se dará por supuesto, por simplicidad, que se cumple el requisito de homogeneidad contextual, lo cual nos permite prescindir del factor F.

- 10 Esta noción está presente en la mayor parte de sus trabajos sobre causalidad, pero queda desarrollada de modo más completo en Cartwright (1989).
- 11 Salmon (1980, 1982, 1984).
- 12 Aunque, por simplicidad, hablemos aquí de las interacciones como intersecciones de dos procesos causales, en una interacción pueden estar implicados más procesos. Del mismo modo, se puede hablar de cadenas de interacciones: si un bate de béisbol golpea una bola y ésta choca contra un cristal rompiéndolo, tenemos una serie de dos interacciones en la que están involucrados tres procesos.
- 13 Aunque Popper introdujo la idea de propensión como clave de su nueva interpretación de la probabilidad, las propensiones de Salmon no parecen muy distintas de las de Popper, porque también para éste una propensión es una tendencia "a producir (...), a realizar lo que es posible", o una propiedad de las "condiciones generadoras" (1956, 1983, pp. 326 y 396).
- 14 Además, como Cartwright refiriéndose a las capacidades, Salmon señala que las propensiones no son invariables en todos los casos sino que pueden cambiar a media que el proceso continúa. En el ejemplo de la piedra lanzada violentamente, ésta en su recorrido va perdiendo energía y su propensión a romper un cristal va disminuyendo (1984, pp. 203-204).
- 15 Se sobreentiende que aquí las leyes físicas de conservación, que sirven de base a la noción de cantidad conservada, se interpretan como afirmaciones no de conexiones naturales necesarias, sino de conjunciones regulares humeanas.
- 16 Como dice Dowe, "las leyes de conservación parecen confinadas a las ciencias físicas" (1992, p.215).
- 17 Siguiendo una sugerencia de Humphreys, Dowe contempla la posibilidad de reducir la idea de propensión a la de probabilidad, considerando a la probabilidad como otro tipo de cantidad conservada. Pero advierte inmediatamente que no está nada claro que una probabilidad sea una cantidad física ni que, en caso de serlo, se trate de una cantidad conservada (1992, p. 213).
- 18 Estas modificaciones se refieren a la definición 2 de Dowe. Salmon propone básicamente que la cantidad conservada a que se refiere Dowe sea una cantidad "invariante" (porque en relatividad especial la causalidad es una relación invariante); que el valor de esa cantidad sea distinto de cero; y que el objeto en cuestión no sólo manifieste una cantidad de ese tipo sino que la transmita en cada momento de su historia (en cada punto espaciotemporal de su trayectoria).

BIBLIOGRAFIA

- Bickel, P., E. Hammel and J. O'Connell: 1977, 'Sex Bias in Graduate Admissions: Data from Berkeley', in W. Fairly and F. Mosteller: *Statistics and Public Policy*, Reading (Mass.), Addison-Wesley.
- Carroll, J.W.: 1992, 'Discussion: The Unanimity Theory and Probabilistic Sufficiency', *Philosophy of Science* 59, 471-479.

- Cartwright, N.: 1983, 'Causal Laws and Effective Strategies', in N. Cartwright: *How the Laws of Physics Lie*, Oxford, Clarendon Press, 21-43.
- Cartwright, N.: 1988, 'Regular Associations and Singular Causes', in B. Skyrms and W. L. Harper (eds.): *Causation, Chance and Credence*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 79-97.
- Cartwright, N.: 1989, *Nature's Capacities and their Measurement*, Oxford, Clarendon Press.
- Davis, W.A.: 1988, 'Probabilistic Theories of Causation', in J.H. Fetzer (ed.): *Probability and Causality. Essays in Honor of Wesley C. Salmon*, Dordrecht, Reidel, 133-160.
- Dowe, Ph.: 1992, 'Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory', *Philosophy of Science* 59, 195-216.
- Dowe, Ph.: 1994, 'Causality and Conserved Quantities: A Replay to Salmon', *Philosophy of Science* 62, 321-333.
- Dupré, J.: 1984, 'Probabilistic Causality Emancipated', *Midwest Studies in Philosophy* 9, 169-175.
- Dupré, J. and N. Cartwright: 1988, 'Probability and Causality: Why Hume and Indeterminism Don't Mix', *Notus* 22, 521-536.
- Eells, E. and E. Sober: 1983, 'Probabilistic Causality and the Question of Transitivity', *Philosophy of Science* 50, 35-57.
- Fair, D.: 1979, 'Causation and the Flow of Energy', *Erkenntnis* 14, 219-250.
- Fetzer, J. H.: 1987, 'Critical Notice: Wesley Salmon's Scientific Explanation and the Causal Structure of the World', *Philosophy of Science* 54, 597-610.
- Hesslow, G.: 1976, 'Discussion: Two Notes on the Probabilistic Approach to Causality', *Philosophy of Science* 43, 290-292.
- Otte, R.: 1981, 'A Critique of Suppes' Theory of Probabilistic Causality', *Synthese* 48, 167-189.
- Salmon, W.C.: 1984, *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton (N.J.), Princeton University Press.
- Salmon, W.C.: 1994, 'Causality without Counterfactuals', *Philosophy of Science* 61, 297-312.
- Simpson, E. H.: 1951, 'The Interpretation of Interaction in Contingency Tables', *Journal of the Royal Statistical Society* 13, 238-241.
- Suppes, P.: 1970, *A Probabilistic Theory of Causality*, Amsterdam, North-Holland.

Sebastián Álvarez es profesor titular en la Universidad de Salamanca. Trabaja en Filosofía de la Ciencia y se dedica especialmente a temas relacionados con la causalidad y el tiempo. Sus recientes publicaciones incluyen artículos en *Análisis Filosófico* (1994) y en el volumen 9 de la *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía* (1995).