

## MEYERSON Y EL ROL DE LA CAUSALIDAD Y DEL DETERMINISMO EN LA CIENCIA

Miguel Espinoza. Université de Strasbourg

**Resumen:** Según Meyerson (1859 – 1933), la ciencia tiene una vocación realista, explicar lo real, lo que significa que se tiende a buscar la causalidad y el determinismo. Pero esta tendencia de la ciencia no siempre es satisfecha. Así, la relación entre la razón que trata de domesticar lo real y lo real que le resiste no es un asunto de todo o nada. Pensar que nada es inteligible significa un escepticismo sin fundamento – no nos hagamos más ignorantes de lo que somos –, pensar que todo es inteligible es una quimera: la materia nos sorprende cada día. Por eso el epistemólogo francés no cree ver en el indeterminismo de la física cuántica una excepción a su idea, desarrollada en sus libros anteriores a su análisis de la física cuántica de 1933, de que lo real se pliega sólo parcialmente a la causalidad y al determinismo. Entonces lo indispensable a la ciencia no serían estos principios, sino el darnos una imagen de lo real. Y es en este sentido que la nueva física le parece revolucionaria: debido a la dualidad onda-corpúsculo que afecta a todas las partículas, por primera vez los físicos son incapaces de proponer una imagen coherente del universo. Hago notar que en Meyerson hay, sin embargo, a pesar de la continuidad que él cree ver entre sus obras precedentes y su análisis de la física cuántica una contradicción: mientras que antes afirmaba explícitamente que el determinismo es la base de toda ciencia, más tarde admitirá el carácter dispensable del determinismo. Finalmente, propongo que el determinismo causal debe ser visto como el primer principio de la inteligibilidad natural y como el principal criterio de científicidad.

**Abstract:** According to Meyerson (1859 – 1933), history teaches that science is realistically oriented, which means that the scientist strives towards causality and determinism (two different principles). But sometimes this objective is not attained. Thus the relationship between a reason which tries to tame the real and the real which resists is not an all-or-nothing affair: to think that nothing is intelligible is a baseless scepticism (let us not show us more ignorant than we are), to think that everything is intelligible is a chimera: matter surprises us everyday. That is why the French epistemologist tells us he does not see in quantum physics' indeterminism an exception to his idea, developed in his books before his 1933 analysis of quantum physics, that the real conforms only partially to causality and determinism. It follows that these principles are not essential to science. What is it then? Meyerson answers now: the proposal of a coherent image of reality. It is then in this sense that quantum physics seems revolutionary to him: due to the wave-particle duality present in the behaviour of all objects, physicists are, for the first time, incapable of proposing a coherent image of the universe. Even if Meyerson claims that there is continuity in his analyses, I show a fundamental contradiction: although in his works previous to his analysis of quantum physics he states that determinism is the basis of all science, later he admitted that determinism was inessential. Finally, I propose to see causal determinism as the first principle of natural intelligibility as well as the main criterion of scientificity.

Una constante de las descripciones que los científicos hacen de sus trabajos desde el inicio de la ciencia moderna, aunque significativamente aumentada durante el siglo XX por aquéllas de la física cuántica, es la confusión entre el determinismo, la legalidad y la causalidad. Una clarificación se impone desde el comienzo. El determinismo científico es la facultad humana de prever con un alto grado de exactitud mediante el cálculo. La legalidad es la propiedad de una serie de fenómenos de ser presididos por una o por varias leyes, y la ley funcional describe de qué manera ciertos fenómenos varían juntos. La causalidad es un principio ontológico que describe una propiedad de la relación entre las cosas. Admite varias defini-

ciones alternativas y entre ellas está la descrita por Meyerson que explicaré más adelante. Otra consiste en afirmar que causas semejantes producen efectos semejantes por translación en el espacio y en el tiempo. Todavía otra consiste en la caracterización negativa de la causalidad eficiente: *ablata causa, tollitur effectus* (retirada la causa, desaparece el efecto).

En esta reflexión sobre la causalidad, el determinismo y el puesto que tienen estos principios en la ciencia expongo y comento algunas ideas de Emile Meyerson. Su análisis de tal rol en la física cuántica tiene, como uno de sus objetivos principales, mostrar que la perplejidad epistemológica vivida por científicos y filósofos durante el paso de las categorías de la física clásica a la física cuántica no tiene razón de ser una vez que se ha asimilado lo que él ha dicho sobre la causalidad y el determinismo. Su idea es, en suma, que tanto la causalidad, concebida en un sentido meyersonianiano que explicaré, y el determinismo – que no habría que confundir con la causalidad – concebido como se hace generalmente en la ciencia moderna, como nuestra capacidad de prever gracias a la existencia de leyes, muchas de las cuales no son causales, se han podido aplicar siempre sólo de una manera parcial. Por eso no habría que extrañarse si ahora se cae en un a-causalismo mayor o en un indeterminismo mayor que en el pasado: la diferencia es sólo de grado. Sin embargo, la lectura del fascículo de Meyerson sobre la física cuántica es sorprendente por la facilidad con que el epistemólogo se adapta al mayor a-causalismo y al mayor indeterminismo de esta nueva física: resulta que en su sólida obra anterior no sólo se ponía el énfasis en lo opuesto, en los lugares y momentos en que la ciencia lograba su propósito de darnos una explicación causal y determinista, sino que además, como lo mostraré, hay en la obra anterior sobre el rol del determinismo causal en ciencia pasajes en flagrante contradicción con lo afirmado en su texto sobre la física cuántica. Me extrañaría mucho entonces que la adaptación de Meyerson a las supuestas evidencias de la nueva física haya tenido lugar sin sobresaltos.

Le parece a Meyerson – contra la opinión de todos los no-realistas – que la ciencia es una búsqueda de explicación (1921, cap. II), y explicar significa “identificar” en un sentido meyersonianiano sui generis, es decir, reducir los fenómenos sea al espacio, sea al tiempo, sea a los dos (1921, cap. IV). Piénsese, por ejemplo, en la manera en que los fenómenos gravitacionales son accidentes de la geometría del espaciotiempo en la teoría general de la relatividad (1925, pp. 92 y 93). La identificación o reducción de los fenómenos al espacio produce leyes, y en consecuencia, un determinismo legal puesto que una ley estipula y presupone la identidad o la invariabilidad *de la relación* entre fenómenos mediante una traslación espacial. Ahora bien, si a la identidad de un fenómeno al espacio se puede agregar su identidad en el tiempo – identidad de los fenómenos mismos y no sólo de sus relaciones –, entonces hay causalidad y determinismo causal. Determinismo, puesto que del conocimiento de la causa es posible progresar al conocimiento del efecto y vice-versa, y causal en un sentido que Meyerson retoma de Leibniz: “el efecto integral puede reproducir la causa entera o una causa semejante a ésta” (1951, p. 238).

La causalidad es un principio conservador: hay tanta materia o energía en la causa como en el efecto. Se trata de la renovación del principio que aparece como leitmotiv en el más impresionante de los poemas filosóficos de todos los tiempos, el melancólico y lúcido *De la naturaleza de las cosas* de Lucrecio: “Nada sale de la nada... ni vuelve a la nada”. Platón en el *Timeo* ya había escrito que “todo nacimiento sin causa es imposible”, y Aristóteles,

por su parte, afirmó que “la naturaleza no hace ninguna cosa sin motivo razonable ni en vano”. En la época moderna el principio fue puesto en un sitio de honor por Lavoisier (“en la naturaleza nada se pierde, nada se crea, todo se transforma”) y Schopenhauer (1991, p. 52). Nótese que este tipo de causa es una clase de causa formal en tanto que estructura o magnitud invariable, a condición de aceptar un viraje matemático de la noción de causa formal aristotélica; no es, claramente, una causa eficiente al menos porque esta última, en su sentido moderno humiano, exige que la causa preceda al efecto. En la causalidad eficiente hay una asimetría temporal, mientras que la causalidad meyerersoniana borra precisamente esta asimetría al querer establecer que si la causa es idéntica al efecto, entonces son simétricos y pueden intervertirse. (Muchos dirán que esta manera de concebir la causalidad la destruye porque si la causa es idéntica al efecto, entonces la distinción entre ellos ya no se justifica. Pero la discusión de este problema no es mi objetivo ahora).

Según Meyerson – cómo no estar de acuerdo con él sobre este punto – el gran principio de Lucrecio, *ex nihilo nihil*, es esencial no solamente a la razón científica sino también a la razón del sentido común. Por eso el azar, la contingencia, la libertad, la irreversibilidad en el tiempo, las sensaciones, las constantes universales, en suma, todo lo que sea o parezca creatividad, todo lo que no sea deducible del único principio a priori de la razón – la identificación – es irracional. En efecto, afirma Meyerson, el estudio de la historia del pensamiento revela que hay un único principio a priori de la investigación: la identificación. La identidad en el espacio y en el tiempo que define la causalidad, y la deducción a partir de la identificación, son la razón. Todo el resto es irracional. Meyerson ve una lucha entre la razón, el dominio de lo unitario idéntico, y lo real, lo múltiple diverso. Lo semejante es conocido por lo semejante, y la razón es capaz de comprender sólo lo adaptable a su exigencia identificadora. Esto se manifiesta en las ciencias naturales en una red de igualdades y de ecuaciones dado que el mundo es comprensible en la medida en que es permanente, en la medida en que lo que es, fue y será. Evidentemente, cuando se afirma “ $A = A$ ”, o cuando se escribe una ecuación, no se quiere decir que los dos miembros de la relación sean idénticos desde todo punto de vista porque en ese caso no se ve cuál sería el interés de anotar dos cosas, o dos fenómenos, o dos conjuntos de fenómenos. Lo que se quiere decir con el signo de igualdad es que en cierto sentido hay identidad y que en cierto sentido no la hay, pero que el sentido en que las cosas o los fenómenos son diferentes son, en las circunstancias que se los examina, sin importancia. La historia de la ciencia describe las aventuras de esta razón identificadora.

El mismo Meyerson estaba consciente de lo paradójico que es afirmar, por una parte, que según esta causalidad, explicar un cambio significa mostrar, gracias a los grandes principios de conservación, que de manera subyacente a lo que cambia todo queda igual, siendo que, por otra parte, la causalidad fue concebida por los antiguos como Aristóteles precisamente para explicar el cambio y el movimiento. La maniobra de Meyerson resulta menos paradójica si se tiene en cuenta que lo que queda idéntico, lo que se conserva en el cambio es, en última instancia, algo tan abstracto como la energía o el ser. Incluso de manera intuitiva nos parece que cuando algo cambia, por grande que sea el cambio, también algo queda del estado anterior, porque de no ser así no diríamos que *algo* cambia; y de todas maneras, si nada quedara, caeríamos en lo irracional de la desaparición en la nada. Recordemos que el concepto de energía y que el principio de su conservación

fueron forjados explícitamente para imaginar que una cantidad de algo queda constante cuando todo otro valor menos abstracto, como la materia o la masa, varía a través del cambio.

Dado que la razón busca la identificación, toda proposición causal, es decir, toda proposición que postula la identificación en el espacio y en el tiempo, es desde la partida plausible, es decir, tiene un alto grado de probabilidad porque nuestro entendimiento está preparado para aceptarla, y sólo un rechazo franco y bien confirmado por la experiencia es susceptible de descartarla (1951, p. 162). A veces la razón consigue su propósito – identificar – como lo atestigua el conocimiento acumulado a través de los siglos y en particular todo lo que entendemos en física clásica; a veces no. Era de esperar que así ocurra puesto que vastos sectores de lo real se componen de fenómenos diversos, de temporalidad irreversible, por lo que no se someten a la exigencia de la razón. Así, la relación entre la razón que trata de domesticar lo real y lo real que le resiste no es un asunto de todo o nada. Pensar que nada es inteligible significa un escepticismo sin fundamento – no nos hagamos más ignorantes de lo que somos –, pensar que todo es inteligible es una quimera: la materia nos sorprende cada día.

Meyerson, prudente como la mayoría de los epistemólogos (la epistemología es hija de la sospecha) tuvo escrúpulos que le impidieron adentrarse en terreno metafísico. La lección epistemológica que aprendió de sus estudios en historia de la ciencia – la razón es búsqueda de identificación – no implica nada ontológico: es imposible probar que toda diversidad natural sea identificable al espacio y al tiempo, y de ahí viene la imposibilidad de saber si la búsqueda de causalidad universal está bien fundada. Todo lo que se puede hacer es constatarla allí donde ha sido descubierta, y reconocer que hay fenómenos que hasta ahora se han mostrado rebeldes a la identificación.

Según Meyerson, la ciencia trata de explicar y presupone así el concepto de cosa (1921, cap. I). De esta vocación realista de la ciencia concluye que el positivismo es erróneo. Le parece a Meyerson que los autores positivistas, Augusto Comte y Ernst Mach entre los principales, no han entendido la psicología del investigador: el verdadero científico no se satisface con una colección disparatada de leyes y quiere que su disciplina contribuya a la obtención de una verdadera imagen de lo real. Esta imagen es una deducción realizable sea con los medios del lenguaje natural, sea gracias a la generatividad de las matemáticas. La primera vía, la construcción a base del lenguaje natural, no ha dado una verdadera ciencia. Considérese por ejemplo la tentativa hegeliana (1921, cap. XI y 1925, p. 127). En cambio la ciencia moderna explica mediante la deducción matemática con el éxito que conocemos. Desde Descartes y Galileo, toda ciencia busca la matematización, y la filosofía que se destaca de la historia de la física es una tendencia hacia el panmatematismo (o el platonismo, entendido este último en sentido moderno): el universo sería algebraico-geométrico. La cúspide de este movimiento la constituye, según Meyerson, la teoría general de la relatividad donde se asiste a la tentativa de reducir y de identificar, mediante una serie de deducciones matemáticas, la inmensa variedad natural a un concepto abstracto de espacio.

La ciencia es para Meyerson la tentativa de explicación de lo real. Ahora bien, uno de los criterios meyersonianos de realidad es precisamente la resistencia a la deducción, es decir, a lo que el espíritu es capaz de lograr mediante sus propios medios a partir de un mínimo de información. Admitamos sin embargo que éste no puede ser el único criterio de realidad por-

que hay elementos externos al sujeto que conseguimos comprender, identificar o deducir, y no por ser explicados dejan de ser reales. Supongo que en este caso Meyerson habría aceptado como criterio adicional de realidad la verificación múltiple: una cosa, un fenómeno, una propiedad, una relación es real si se muestra invariable, se haga lo que se haga (Espinoza, 1994, cap. VIII). En todo caso la epistemología de Meyerson presupone una dualidad: ubica por un lado al intelecto y a su categoría, la identidad, y por otro a la realidad variada. Así, en la medida en que el ser humano quiere conocer y explicar la variedad natural, su tentativa es – mientras aspire a la completud – una pasión inútil puesto que el intelecto realiza su tarea eliminando lo que quería explicar, la diversidad.

Lo anterior permite clasificar a Meyerson entre los pensadores de la paradoja. El común denominador entre ellos ya lo estableció Descartes: la división de lo que existe en dos, el espíritu, y frente a él el mundo externo. Luego se imagina que la naturaleza extra-humana posee algunas propiedades importantes incompatibles con las del espíritu, el cual llega a ser un extranjero en el mundo, y el mundo un extranjero para el espíritu. Por eso según este punto de vista, el espíritu, en su tentativa de asimilación de lo real, temprano o tarde no puede sino fracasar. Meyerson no comparte entonces el optimismo según el cual todo es, en principio, conocible y comprensible. (Recordemos brevemente que otros pensadores recientes de la dualidad son Jean-Paul Sastre, parar quien la conciencia es una nada en medio del ser, y por eso nuestro deseo de querer ser algo no puede sino quedar insatisfecho, y Karl Popper, quien reconoce que el científico debe, epistemológicamente, intentar la reducción de la variedad de fenómenos a la física y suponer el determinismo, pero sin pensar un solo instante que lo real en sí sea reducible y determinable).

Meyerson había tomado la costumbre de comenzar sus análisis con la crítica del positivismo, y lo que hace en su fascículo sobre la mecánica cuántica no es una excepción. Así dice que esta disciplina, que reconoce la existencia de átomos, refuta, por ejemplo, a Mach en cuanto este físico no creía en ellos (aunque según algunos testimonios, hacia el fin de su vida Mach habría reconocido la existencia de los átomos una vez que fue informado sobre ciertas pruebas a favor de su existencia). El atomismo, la idea según la cual todo lo que existe está hecho de últimos componentes indivisibles, los átomos, es una metafísica, y sabemos que la principal propiedad común a todos los positivistas es el rechazo de la metafísica. Meyerson ve una continuidad en la visión atomista del mundo que va desde los griegos hasta los científicos modernos y hasta los químicos contemporáneos, y descubre, entre sus constantes, la ausencia del determinismo de la ley: “La situación es, si eso fuera posible, más clara aún si al atomismo de Demócrito sustituimos el de Epicuro. En los tiempos de Epicuro [...] el concepto de ley, tal como lo conoce la física actual, se encontraba ya perfectamente formado dado que una escuela filosófica muy difundida, el estoicismo, proclamaba la dominación rigurosa de la necesidad universal en los fenómenos naturales. Pero los epicúreos rechazaban, precisamente, esta afirmación, eran [...] nítidamente indeterministas. Así, también en ese caso, es manifiestamente imposible suponer que la imagen atomista de lo real haya sido dada a luz por la tendencia determinista” (1933, p. 11).

Meyerson tiene en mente el clinamen. En el sistema de Epicuro los átomos caen en el vacío paralelamente entre ellos en virtud de su peso y de su velocidad igual. Pues bien, esta invención del clinamen, la desviación perfectamente espontánea de los átomos, sin causa interna ni externa y por

lo tanto incomprensible, les permite encontrarse y aglomerarse para formar nuevas entidades (en cambio, según los estoicos, la noción de evento sin causa es despreciada y rechazada por todo el mundo, excepto por Epicuro y los epicúreos). La idea de Epicuro – contestable – es que sin espontaneidad o sin encuentros fortuitos toda evolución es imposible, nada nuevo puede surgir. Según el testimonio de Cicerón, esta teoría del clinamen fue avanzada por Epicuro para salvar la libertad humana dado que el espíritu, movido por el movimiento atómico, hereda sea la necesidad, sea la contingencia del movimiento atómico. De ahí viene la necesidad de hacerle un lugar a la contingencia en el mecanismo atómico. También en Lucrecio el clinamen llegó a ser claramente, además de condición de novedad, el principio del libre albedrío.

Lo anterior muestra que los lazos estrechos entre el indeterminismo imaginable o concebible al nivel de lo infinitamente pequeño y la libertad humana no datan de hoy. Aludo aquí, por ejemplo, a la idea reciente de que el problema de la compatibilidad entre el determinismo físico y el libre albedrío no tiene lugar de ser porque – eso es lo que se estipula – no hay determinismo en ninguna parte. Actualmente muchos científicos y filósofos razonan así (ver, por ejemplo, John Eccles, (1994): (I) Todo está hecho de átomos, y el cerebro, por supuesto, no es una excepción a este juicio. (II) La física más permitente para la comprensión de cerebro es la mecánica cuántica y la teoría de las partículas elementales. (III) Estas teorías constituyen un argumento a favor del indeterminismo atómico – el porvenir no es previsible con toda la precisión que uno quiera. (IV) El cerebro hereda el indeterminismo cuántico, y los fenómenos de la conciencia, como el libre albedrío, emergen del cerebro, y en consecuencia, del indeterminismo físico. (El problema clave, aún vigente, y que me limito sólo a enunciar, consiste en saber si los eventos y sistemas compuestos de átomos, de escala superior a la de los átomos, aumentan o disminuyen el indeterminismo atómico).

Una breve comparación donde se tiene en cuenta lo que dicen otros científicos o filósofos ayudará a entender mejor lo que está en discusión. La tradición atomista, unas veces manifiesta, otras latente, probaría que el determinismo no es esencial a la ciencia, lo que explicaría por qué los atomistas contemporáneos no tienen razón de turbarse por el giro hecho por la física de los cuanta. Se sigue, por ejemplo, que alguien como Max Planck, uno de los iniciadores del atomismo reciente, no debería considerar que el determinismo es un rasgo indispensable a la ciencia. Planck escribe: “Nada puede salir de la nada y los que esperan tal vez establecer el indeterminismo de principio como la base única de la física teórica van probablemente al encuentro de una desilusión” (1963, p. 40). Que la ciencia no necesita del determinismo es una opinión que Meyerson comparte, por ejemplo, con Arthur Eddington. El astrofísico inglés señala que el determinismo de Planck es teórico, metafísico, una declaración de fe que nadie puede probar experimentalmente. Le parece que “el indeterminismo no es, en ningún caso, una abdicación del método científico. Es más bien la expansión de un método científico que ha crecido bajo la protección del viejo método causal y que se ha revelado ahora como algo con un alcance mayor [...]. Lo que sostenemos es que la ciencia ya dejó de apoyarse sobre el determinismo” (1936, pp. 94-95).

Quisiera anotar, simétricamente, contra la opinión de Eddington de que el determinismo es una declaración de fe metafísica no probable empíricamente, que el indeterminismo también lo es, si se entiende por eso una propiedad ontológica y no solamente nuestra incapacidad de preverlo todo

exactamente. No porque uno no haya encontrado las causas internas o externas de algo, no porque no haya previsión, hay indeterminación ontológica o espontaneidad real.

Habría que poner atención a la importancia acordada por Eddington al empirismo como si la experiencia fuera lo único que cuenta. Como de costumbre, el empirismo es una de las fuentes principales del idealismo. Los empiristas empiezan por destruir el logos de las cosas, por desmigajar lo real, y luego no hay que extrañarse si no encuentran en la realidad sensible el orden necesario a la ciencia. Por eso es común que el empirismo se vincule al escepticismo. Pero hay personas que, aceptando el análisis empirista de los hechos, creen sin embargo en la ciencia y rechazan por lo tanto el escepticismo. A ellos no les queda otra alternativa salvo poner en el entendimiento el orden necesario al conocimiento, un orden que es impuesto, así lo piensan ellos, a la experiencia. Piénsese en las fuentes humianas del idealismo transcendental kantiano, y el desarrollo del idealismo de Eddington no es una excepción a esta secuencia. Ahora bien, todo eso es inverosímil: ¿cómo pensar que el orden del mundo, las leyes naturales, la inteligibilidad natural, sean un regalo que nuestra mente le hace al mundo, como si nuestra mente no fuera un sistema emergente del cerebro formado con los mismos mecanismos que la naturaleza ha empleado en la formación de otros sistemas? ¿O bien se va a aceptar acaso una idea más inverosímil todavía, el dualismo ontológico del cuerpo y del espíritu?

Uno de los principios a priori de la explicación puede ser el determinismo causal declarando que es éste una condición de la ciencia y que una explicación es insatisfactoria si no revela un determinismo causal. A esto tendía precisamente la obra de Meyerson anterior a su reflexión sobre la física cuántica. En lugar de eso, muchos científicos hablan ahora – no incluyo aquí a Meyerson – de una causalidad probabilística, o bien se concibe la probabilidad como una alternativa indeterminista a la causalidad como si la probabilidad fuera una situación ontológica última, siendo que lo valioso de la probabilidad es de servir de guía a la búsqueda de causalidad y que la probabilidad tanto clásica como cuántica describen un determinismo débil. Recordemos que la probabilidad clásica describe un determinismo para toda una clase de fenómenos y no para cada fenómeno en particular, y que lo curioso e inusitado de la probabilidad cuántica es que para tener en cuenta la dualidad onda-partícula de todo elemento, se ha propuesto aplicar la probabilidad al comportamiento de cada elemento tomado individualmente.

Dos razonamientos, comunes en este contexto, se presentan a menudo de la siguiente manera: No existe algoritmo, regularidad o ley que permita una previsión exacta de los fenómenos en cierto sector de la naturaleza. En consecuencia, el determinismo fracasa, y basta con que fracase una vez para afirmar el indeterminismo. Comentario: si por “determinismo” se entiende acá solamente “incapacidad de previsión exacta mediante el cálculo”, entonces es innegable que en todo orden de cosas uno se encontrará, temprano o tarde, en la incapacidad de prever porque todo algoritmo pierde gradualmente su eficacia, el determinismo se transforma siempre gradualmente en indeterminismo. El determinismo epistemológico no es un asunto de todo o nada. Por otra parte, ahí donde no había determinismo es posible mejorar los algoritmos, y así, a la inversa, el indeterminismo puede transformarse en determinismo. Determinismo e indeterminismo no forman una dicotomía sino un continuo. Por eso la conclusión del razonamiento, tanto la cláusula “el determinismo fracasa” como la parte que afirma “basta con que la

previsión fracase una vez para afirmar el indeterminismo” son ambos non sequiturs. Y en cuanto a esta última cláusula, nada impide que se exija la afirmación simétrica: basta con que un solo fenómeno sea previsto con exactitud para afirmar el determinismo.

Veamos ahora el segundo razonamiento: El principio de causalidad presupone que una relación causal observada es indefinidamente analizable, que absolutamente todo, en sus mínimos detalles, está causalmente determinado de una manera exacta y universal. Ahora bien, las relaciones de indeterminación significan la imposibilidad del análisis indefinido de la relación causal – el fondo de la naturaleza es borroso para nosotros. (Recordemos en una palabra que las relaciones de indeterminación afirman que la indeterminación en la medida de la posición de una partícula, multiplicada por la indeterminación en la medida de su velocidad, no puede ser inferior a una magnitud del orden de la constante de Planck). En consecuencia el principio de causalidad y el determinismo que implica son ambos falsos. Comentario: El argumento muestra la imposibilidad de probar el determinismo causal universal empíricamente a escala de lo infinitamente pequeño (a escala de la física clásica mediante los efectos estadísticos esta imposibilidad puede ser amortiguada). Las relaciones de indeterminación establecen que el determinismo causal no puede ser probado en particular en lo referente al futuro porque las condiciones iniciales de la previsión (el punto a partir del cual se aplican las leyes) se conocen sólo de manera borrosa, y esta imprecisión es heredada por el resultado del cálculo. ¿Y el pasado? Al parecer, al menos según algunos científicos como Grete Hermann, en mecánica cuántica es posible considerar el resultado de una medida como un efecto, y partir de él es posible conocer con exactitud, mediante una deducción hacia atrás, el proceso causal pasado que engendró ese efecto (1935, p.93). Si G. Hermann tiene razón, y dado que no se concibe lo que el paso del futuro al pasado puede cambiar al determinismo causal, entonces hay que concluir que el futuro también está perfectamente determinado causalmente.

De todas maneras el determinismo causal universal nunca tuvo ninguna posibilidad de ser probado por la experiencia porque toda manipulación empírica es siempre local y parcial, mientras que el determinismo causal universal es un principio global. Puesto que esto es así, yo formo parte de los que piensan que lo razonable es considerar el determinismo causal como un principio racional, una exigencia a priori de la investigación que permite a los científicos progresar en el conocimiento del mundo sin descansar demasiado pronto en las facilidades del indeterminismo causal o en aquéllas de las probabilidades insondables. Por eso, yo no estoy de acuerdo ni con el Meyerson de *Lo real y el determinismo en física cuántica*, ni con nadie que afirme que el determinismo causal no es esencial a la ciencia. Para mí, el determinismo causal es el primer principio de la inteligibilidad natural y el principal criterio de científicidad (2007), aunque yo no concibo la causalidad exclusivamente en el sentido meyersoniano, sino en una acepción cercana a la teoría de las cuatro causas aristotélicas (1990).

Varias veces he hecho notar que el desliz del indeterminismo epistemológico al indeterminismo en las cosas o al a-causalismo *in re* es ilegítimo: no hay que identificar ni reducir lo real a lo real conocido. La lástima es que a pesar de todas las precauciones tomadas por Meyerson, y en particular, a pesar de su interés manifiesto por dedicarse exclusivamente a la epistemología, no evita el desliz denunciado. Dice que es fácil constatar que la aplicación de la causalidad, concebida como la identificación de los fenóme-



nos en el espacio y en el tiempo, como un principio de conservación (de la materia, de la energía, de la cantidad de movimiento, etc.), logra su objetivo sólo parcialmente porque muchos fenómenos resisten, todo lo real no es racional. Le parece que hay obstáculos definitivos tanto a la causalidad como a la legalidad. Los límites de las teorías explicativas, es decir, los límites de la deducción, la incapacidad humana de deducirlo todo, de identificarlo todo, sacan los irracionales a plena luz, y la física cuántica ocupa un lugar privilegiado en este proceso. Irracionales son los fenómenos cuánticos indeterminados; irracionales, las constantes universales, por ejemplo, la carga del electrón, la velocidad de la luz en el vacío, la constante de Planck, la constante gravitacional, la constante eléctrica, la constante magnética; irracionales, la tridimensionalidad del espacio, las cualidades secundarias y todos los fenómenos irreversibles, etc. La lista es larga. Una diferencia importante separa los irracionales de la física clásica y los de la física cuántica: mientras no se había tocado experimentalmente el fondo de las cosas se pensaba que la descripción final acerca de tal o cual irracional clásico, era diferible, pero la física cuántica es la ciencia natural de base y por eso Meyerson concluye que los irracionales por ella revelados son definitivos.

Cuando Meyerson afirma que hay obstáculos a la explicación causal que los esfuerzos del hombre nunca vencerán, llega a ser vulnerable a la objeción de que no hay que confundir lo real con lo real conocido: la identificación en el espacio y en el tiempo, principio de causalidad y exigencia a priori de la razón, es, hace acaso falta repetirlo, un universal que trasciende toda prueba local y parcial, la única verificación empírica posible. Meyerson olvida momentáneamente que la comprensión progresa: nadie tiene derecho a profetizar que los obstáculos a una explicación causal en un momento dado no serán nunca superados. Pero finalmente sobre este punto una conclusión razonable de Meyerson es que se debe ver el principio de causalidad y, por lo demás, también la legalidad, como un esquema flexible. A veces este esquema se adapta a lo real como algunas constataciones experimentales lo demuestran, pero también ocurre que a veces no se adapta. Una aplicación exclusiva y universal del principio de causalidad meyersoniano haría que toda diversidad fuera imposible, y de ahí viene la necesidad de usar el esquema causal con flexibilidad.

Una vez que hemos entendido las ideas meyersonianas sobre la naturaleza de la ciencia y de la explicación científica, no es difícil mostrar que hay en ellas, al pasar de la física clásica a la física cuántica, una drástica evolución que se convierte en contradicción manifiesta en lo concerniente al rol del determinismo y de la causalidad en ciencia – los problemas de los filósofos no son nunca simples –. En su obra anterior al análisis de la física cuántica, intenta probar a través de centenares de páginas eruditas, vigorosas y elocuentes, que la vocación de la ciencia es explicar, lo que significa reducir la diversidad de los fenómenos a la identidad en el espacio y en el tiempo, única condición de la investigación. Vista desde el ángulo opuesto, la explicación aparece entonces como una deducción de los fenómenos a partir de la identidad. Por ejemplo, los científicos como Einstein y Weyl que han elaborado la teoría general de la relatividad han intentado, más o menos conscientemente, deducir los fenómenos a partir de una sola noción, de una concepción sofisticada del espacio descriptible de una manera algébrico-geométrica, lo que convierte a la física relativista en ejemplo de panmatematismo filosófico (1925, p. 221). Para Meyerson, la búsqueda de identificación en el espacio y en el tiempo – la causalidad – es una exigencia

a priori de la razón, pero su contenido es a posteriori. Ilustró esta idea mediante análisis históricos detallados y elocuentes, y su lectura nos deja la impresión nítida de que en los sectores donde la ciencia tiene éxito explicativo, no puede existir sin determinismo causal. Por ejemplo, en *Identidad y realidad* de 1908 afirma que “el porvenir nos aparece forzosamente indeterminado a causa de nuestra ignorancia” (1951, p. 238). Y cuando evoca la hipótesis de que en la teoría cinética de los gases las moléculas fueran inelásticas de tal manera que una colisión central de dos moléculas de igual velocidad las neutralice dejándolas en reposo, reacciona así: “Desde un punto de vista puramente racional, cada vez que dos moléculas se encontrarán habrá indeterminación absoluta en cuanto a las consecuencias – lo que evidentemente es contrario al determinismo que es la base de toda ciencia” (1951, p. 65). Llama entonces la atención cuando uno lee veinticinco años después en *Lo real y el determinismo en física cuántica* de 1933, que el determinismo no es indispensable a la ciencia, una tesis que, según él, la física cuántica prueba empíricamente con toda la nitidez deseable. “Nos parece incluso que está permitido asombrarse de la vivacidad de las protestas que ha levantado esta afirmación del indeterminismo cuántico [...] habrá ciertamente que esperar confirmaciones ulteriores antes de admitir definitivamente el indeterminismo. Pero suponiendo que uno se vea obligado a recurrir a este extremo, ni el trabajo del científico, ni su actitud esencial con respecto a los fenómenos que constatará... se verán modificados” (1933, p. 39). Estamos en las antípodas de su afirmación de que el determinismo “es la base de toda ciencia”.

Esta contradicción – contradicción de Meyerson, reflejo de la contradicción científica – ya estaba latente, y en algunos lugares explícita, en su obra anterior porque, por ejemplo, en los últimos capítulos de *Identidad y realidad* menciona “la ilusión causal” que consiste en considerar que, si la ciencia tuviera éxito en todo lo que queremos explicar, entonces se demostraría que todo es de un solo género y que nada sucede dado que la causa y el efecto son intercambiables. Pero esto es una ilusión porque la sensación, que es nuestro primer contacto con el mundo externo, se encarga de mostrarnos la diversidad y la irreversibilidad de los fenómenos. “Aunque [...] debemos ser indeterministas metafísicos, metodológicamente tenemos de todas formas que buscar leyes causales o deterministas – excepto en los sectores donde los problemas por resolver son de tipo probabilista”. Esta incoherencia de Karl Popper (1984, p. 124) consistente en postular el determinismo sin creer que existe se asemeja a aquélla de Meyerson. Si lo que esta gente afirma fuera verdad, habría que hablar del destino miserable del intelecto, condenado a buscar lo que la naturaleza no le podrá nunca dar.

Incluso algunos semirealistas se encuentran en esta situación. Max Planck, escribiendo sobre la controversia entre el realismo y el positivismo afirma que la física persigue un objetivo de esencia metafísica que él considera legítimo, el conocimiento de lo real en sí, pero que no será nunca alcanzado. Kant, con sus ideas reguladoras y sus prohibiciones, sus dilemas de la razón pura, su conocimiento del conocimiento, etc. son seguramente una de las fuentes principales de los límites que nuestros contemporáneos se autoimponen. “El hombre es una pasión inútil”, dice Sastre, y un escéptico podría especificar: “la comprensión del mundo es una pasión inútil”. A eso conduce el idealismo, el cual sólo puede ser frenado por una metafísica realista que no se detenga a medio camino, es decir, que incluya entre sus principios lo conocible de lo real en sí gracias al determinismo causal.

Si ni el determinismo ni la causalidad son indispensables a la ciencia,

¿hay otra propiedad que lo sea? Meyerson responde: la búsqueda de una imagen de lo real. La historia de la ciencia muestra, según él, que el científico ha buscado y que por general ha encontrado en las teorías una imagen de lo real. Por lo demás esto es lo que todos esperamos de la física, y no sólo los especialistas. Ahora bien, lo extraordinario o lo revolucionario de la física cuántica es que por primera vez en la elaboración de una teoría el especialista se encuentra en la incapacidad de elaborar una imagen coherente de lo real. Los físicos de hoy “ya no están en posesión de una verdadera imagen del universo: en el momento en que reflexionan sobre las constataciones experimentales, le *Weltbild* [...] está perfectamente ausente de su pensamiento, el que satisface con un esquema abstractamente matemático” (1933, 46). En todo caso esta búsqueda de imagen del universo prueba, una vez más, la tendencia realista espontánea del científico. Por mi parte, yo sería más exigente que Meyerson antes de hacer esta afirmación porque no veo cómo se puede concebir un realismo útil en ciencia sin determinismo causal. La física cuántica no proporciona una imagen coherente de lo real: ¿cómo imaginar algo que tiene un comportamiento ondulatorio y corpuscular? Una partícula es imaginable bajo un aspecto, luego bajo el otro. Recordemos que esta dualidad explica las relaciones de indeterminación que significan un límite definitivo al determinismo epistemológico. Hagamos notar de paso lo curioso que resulta que Niels Bohr haya erigido esta dualidad, constituida por elementos incompatibles, en principio, el Principio de complementariedad. Se espera, en efecto, que un principio tenga una inteligibilidad máxima. Al nivel clásico, cuando se afirma que dos componentes de algo son complementarios se presupone su compatibilidad, su reunión, un objetivo común como las pezuñas de la oveja, sus dientes y su aparato digestivo.

Alejándonos un momento de Meyerson, es fácil darnos cuenta que la incompatibilidad fundamental de la mecánica cuántica no es el único responsable del hecho que no tengamos una imagen de lo real. Otras causas son de orden matemático. Bohr escribe: “En lo que respecta al problema de saber si tales formalismos [los de la física cuántica y los de la física relativista] pueden ser considerados como una extensión de nuestro poder de visualización, no se debe olvidar que la representación [...] del espacio y del tiempo en la teoría de la relatividad como una variedad cuadridimensional, así como la conexión de cantidades cinemáticas y dinámicas en mecánica cuántica mediante el álgebra no conmutativa, dependen esencialmente de un viejo artificio matemático, la introducción de cantidades imaginarias. En efecto, las constantes fundamentales, la velocidad de la luz y el quantum de acción, se introducen en el formalismo en tanto que factores de  $\%1$ , uno en la definición de la cuarta coordenada, el otro en las leyes conmutativas de las variables canónicamente conjugadas” (1937, p. 292).

Es probable que los primeros especialistas de la física cuántica en los años 1920-1930 no se hayan resignado fácilmente a considerar su disciplina como una receta eficaz, un formalismo que funciona y nada más, pero al escucharlos hablar hoy día nos damos cuenta de que esta visión positivista se ha generalizado y banalizado. El positivismo infravalora la ciencia transformándola casi en una tecnología, en un arreglo hábil, ciertamente, pero que no está basado en una comprensión. Pero Meyerson no renuncia a creer que en el futuro el físico será sintiéndose empujado a buscar la significación física de los conceptos que le proporciona el razonamiento matemático. Más de medio siglo más tarde, Roger Penrose, para no mencionar sino una persona, se encuentra en la misma situación de Meyerson: el físico-matemático inglés está insatisfecho con el repliegue formalista y quisiera que se le

dé a la física de los cuanta un alcance realista sin el cual esta disciplina queda sin pertinencia para la comprensión de los enigmas más interesantes, como la comprensión de la manera en que la conciencia emerge del cerebro (2005, 21.6). Digamos, por nuestra parte, que las modificaciones tienen que ser por lo menos de estos dos órdenes: mientras no se renuncie a la causalidad, habría que pedir a los especialistas hacer esfuerzos suplementarios en matemáticas para encontrar una estabilidad y una causalidad ontológicas subyacentes a las estadísticas de tal manera que éstas aparezcan sólo como fenómenos; luego habría que encontrarle al formalismo una referencia física conveniente. El día en que la física sea de nuevo, más allá del formalismo, una imagen realista del mundo, el hombre culto ya no tendrá ninguna razón para ignorar la física cuántica.

### Referencias

- Bohr, Niels (1937), « Causality and complementarity », *Philosophy of Science*, 4.  
 Eccles, John (1994), *Evolution du cerveau et création de la conscience*, Paris : Flammarion.  
 Eddington, Arthur (1936), *Nouveaux sentiers de la science*, Paris : Hermann  
 Espinoza, Miguel (1990), « The Four Causes », in volumen colectivo *Studies on Mario Bunge's Treatise*, 1990, Amsterdam – Atlanta, Ga.: Rodopi.  
 Espinoza, Miguel (1994), *Théorie de l'intelligibilité*, Toulouse : Editions Universitaires du Sud.  
 Espinoza, Miguel (2007), « La reducción de lo posible. René Thom y el determinismo causal », *Theoría*.  
 Hermann, Grete (1935), *Les fondements philosophiques de la mécanique quantique*, Paris : Vrin.  
 Lucrecio (2002), *De la naturaleza de las cosas*, Barcelona : Folio, traducción abate Marchena.  
 Meyerson, Emile (1921), *De l'explication dans les sciences*, Paris : Fayard.  
 Meyerson, Emile (1925), *La déduction relativiste*, Paris : Payot.  
 Meyerson, Emile (1933), *Réel et déterminisme dans la physique quantique*, Paris: Hermann.  
 Meyerson, Emile (1951), *Identité et réalité*, Paris : Vrin. Primera edición, 1908.  
 Penrose, Roger (2005), *The Road to Reality. A Complete Guide to the Laws of the Universe*, Nueva York: Knoff.  
 Planck, Max (1933), *L'Image du monde dans la physique moderne*, Stuttgart : Gonthier.  
 Popper, Karl (1984), *L'Univers irrésolu. Playdoyer pour l'indéterminisme*, traducción de Renée Bouveresse, Paris : Hermann.  
 Schopenhauer, Arthur (1991), *De la quadruple racine du principe de raison suffisante*, Paris: Vrin, 1991.  
 Thom, René (1980), « Halte au hasard, silence au bruit », *Le Débat*, 3, julio-agosto, Paris : Gallimard.

\* \* \*

Miguel Espinoza  
 48, quai Le Gallo  
 92100 Boulogne (France)