CARACTERISTICAS DEL METODO INDUCTIVO EN CIENCIA

CARLOS LUNGARZO

Desde hace varias décadas existe una polémica muy familiar a los lectores de temas filosóficos, entre los partidarios de dos "escuelas" epistemológicas diferentes: la de los que propugnan, con las variantes modernizantes necesarias, la vigencia del método *inductivo*, y la de los que sostienen que no existe inducción en ciencia, y que la reconstrucción conceptual que realmente refleja los procedimientos de inferencia y confirmación científica, es el autodenominado "modelo hipotético-deductivo". Esta polémica es demasiado conocida como para que incursionemos en ella. Además, parece poco provechosa. Es innegable el atractivo que puede tener, como recreación académica, la reconstrucción hipotético-deductivista, en la medida que los razonamientos con los cuales se la avala, son a menudo sutiles, y recuerdan la minuciosidad de la filosofía especulativa pre-positivista. Sin embargo, no parece muy clara su vinculación con la actividad científica real, y ni siquiera es probable que sus defensores tengan una imagen precisa de aquélla. En realidad, por más que algunos autores digan que "una hipótesis sólo puede ser puesta a prueba empíricamente, y una vez que se la haya propuesto", esto no significa eliminar la inducción, sino más bien relegarla al plano de la confirmación (ya que, al fin y al cabo, por más que la probabilidad de una hipótesis pueda calcularse deductivamente en algunos casos, sólo la experiencia puede determinar si una cierta probabilidad autoriza a considerar a una proposición, y, en particular, a una hipótesis, como plausible.) Algunos filósofos han sido traicionados por su afán de originalidad, al extremo de considerar al forjamiento de la hipótesis como un problema "psicológico", que nada tiene que ver con la metodología de la ciencia, y lo que es peor, de restringir la tarea de esta última a la confirmación de hipótesis cuya génesis se considera insignificante. Esta posición, pese a su artificiosidad, tiene una consecuencia favorable: induce a pensar que, si se la extrema, se podría llegar a la conclusión de que toda la actividad metodológica tiene que ver con la psicología, con la física, o con la biología, p. e., ya que si la manera en que al científico se le "ocurre" una hipótesis, es un problema psicológico, la manera en que trata de verificarla puede ser un problema físico, social e incluso tecnológico. Seguramente los autores deductivistas negarían que estas afirmaciones sean consecuencia de su posición, pero, en todo caso, independientemente de que ésta no sea plausible, las conclusiones que involuntariamente se sacan de la misma, sí lo son. Es decir, la metodología de la ciencia puede verse como una compleja disciplina articulada sobre la base de la lógica, la matemática y las mismas ciencias, y cuyos resultados no son sino prolongaciones sutiles del conocimiento científico mismo, y, a veces, con un grado de generalidad apenas mayor que el de las proposiciones de las ciencias particulares. Dicho de otra manera, la epistemología (al menos, la de las ciencias naturales, aunque el desarrollo histórico, que es el único árbitro para cualquier actividad humana, incluída la ciencia, hace suponer que lo mismo sucederá con la de las ciencias sociales), está semiabsorbida por la ciencia misma, y eso explica el hecho de que la teoría de la inferencia probable (la inducción), y la maquinaria lógico-matemática para su análisis, hayan pasado a ocupar todo el espacio teórico disponible dentro de la metodología científica.

1. *Inferencia y ampliatividad*

Las concepciones deductivistas en ciencia chocan con varios inconvenientes; la manera de evaluar en qué medida éstos son fatales para la investigación científica, es juzgar su productividad dentro del proceso de obtención y confirmación de hipótesis, o, dicho más naturalmente, su *utilidad empírica*. No valdría en cambio el argumento de que el deductivismo fracasa porque no es coherente (como puede ser demostrado fácilmente) consigo mismo (ya que si bien podemos deducir conclusiones a partir de premisas, no podemos *deducir* que el modelo deductivo sea realmente plausible: a lo sumo podemos aceptarlo teniendo en cuenta que se adecúa a la concepción "ingenua" de verdad y validez), puesto que, si para rechazar el deductivismo, usamos el argumento de que éste no es deductivamente consistente, estamos, a nuestra vez, cayendo en el preconcepto de que para evaluar la eficacia de un método hay que atribuir importancia cardinal a los métodos deductivos.

En primer lugar, la "definición" de *inferencia*, usada a menudo con tanta libertad, está lejos de ser efectiva. Dado un lenguaje L, o más particularmente, un sistema deductivo S, es posible definir en él, con toda precisión que tradicionalmente se exige, el concepto de relación de *deducción* entre hipótesis y conclusión, como aquélla que existe cuando se puede exhibir una *demostración*, es decir, una sucesión de fórmulas en la que todo "paso" es una hipótesis, o un axioma de S, o una fórmula generada de anteriores por ciertas *reglas*. Resulta, entonces, que toda definición de demostración depende de los axiomas y reglas de un sistema S, y por lo tanto carece de sentido hablar de deducción en un lenguaje que no esté mínimamente formalizado. Por otro lado, las deducciones que habitualmente hacemos en nuestros lenguajes naturales, presuponen la existencia de una lógica no explicitada, pero que puede ser formalizada llegado el caso.

A su vez, las "definiciones" generales de deducción, no son sino aproximaciones, absolutamente imposibilitadas de recibir un tratamiento operativo, a nuestra concepción psicológica de "pensamiento deductivo". Cuando se dice que una deducción es aquella forma de razonamiento en que las premisas ofrecen apoyo *concluyente* para extraer consecuencias, no se nos da un criterio acerca de la llamada "conclusividad". Más aún, con esta definición no puede haber deducciones no-válidas, pues éstas serían simplemente, aquéllas en que las premisas ofrecen apoyo no concluyente. pero, entonces, cualquier conjunto de proposiciones que nada tienen que ver entre sí constituiría una deducción (no válida).

Cuando se habla del carácter *concluyente* de la deducción, se piensa en el hecho, absolutamente "indudable" y "seguro", de que la deducción transmite (cuando es correcta) el valor verdadero, y, por lo tanto, de premisas verdaderas no pueden inferirse conclusiones falsas. Si uno analiza la propiedad de "indudable" y "seguro" que se atribuye al hecho de transmitir la verdad, se encuentra con dos niveles de problemas: 1) Desde el punto de vista formal, es una lógica clásica bivalente, la Verdad y Falsedad son dos objetos arbitrarios (p. e., el 0 y el 1 del álgebra de Lindenbaum obtenida como cociente de un álgebra de Boole proposicional). En ese caso, el hecho de que la verdad se transmite se reduce a la comprobación matemática (en los casos en que sea posible) que del valor 1 no se puede pasar jamás al 0. 2) Desde el punto de vista semántico, la verdad y falsedad son propiedades de las proposiciones en relación con ciertos modelos, y presumiblemente, reflejan nuestra idea intuitiva de la adecuación entre enunciados y cosas; aunque se pueda asegurar que, independientemente de que p sea V o F, suponiendo que sea V, no puede generar una conclusión falsa (con lo cual, si bien no aumentamos nuestra información, por lo menos tampoco aumentamos nuestro peligro de error), sin embargo, podría cabernos la siguiente duda: "si lo que estamos llamando "verdad" y que se comporta adecuadamente respecto de la deducción, no fuera exactamente lo que intuitivamente entendemos por "verdad" (y hubiera, p. e., una noción más adecuada), el procedimiento podría no servir". Esto que parece una mera conjetura fantasiosa, tiene, sin embargo, un ejemplo bien directo en la teoría de probabilidad. Supongamos que llamamos "buena" a una hipótesis H cuando tiene una probabilidad no menor de 0.9. En ese caso, si tomamos dos proposiciones H y H*, cuyas probabilidades son, respectivamente, 0.95 y 0.91, debemos aceptar que ambas son "buenas". Si les aplicamos una de las reglas que habitualmente conservan la "verdad", es decir, una regla deductiva, como por ejemplo la de introducción de la conjunción, inferimos H & H*. Ahora bien, puede suceder que ambas hipótesis sean independientes, en cuyo caso, por el axioma multiplicativo de las medidas de probabilidad, la nueva hipótesis H' = H & H* no es "buena", pues su probabilidad es algo menor que 0.9.ç

Vale decir, entonces, que la "bondad" que podría considerarse como una aproximación mucho más verosímil al concepto de verdad empírica, que la verdad semántica en sentido estricto, no es necesariamente respetada por la deducción. Esta observación no debe hacer pensar en la plausibilidad de las concepciones plurivalentes o parcialistas de la verdad. En este aspecto, como en muchos otros, aunque no en todos, el dogmatismo del Círculo de Viena es todavía rescatable. Existe una sola posibilidad, la de ser V o F, para cualquier proposición, pero su determinación dependerá de la situación particular, de los observadores y métodos que utilicen para la comprobación, y, como consecuencia de esto, del grado de exactitud de las verificaciones. No es que la probabilidad sustituya al concepto de verdad. Toda proposición es V o F, y habrá una mayor o menor probabilidad de que sea una cosa u otra; de acuerdo con las condiciones del problema, y los conocimientos disponibles, la consideraremos como V o F, de acuerdo a cómo sea de alta su probabilidad.

Esto significa, antes que nada, que la deducción sólo parece funcionar correctamente, para el caso de determinaciones *definitivas* del valor de verdad. Es el caso de proposiciones de la forma R (x, y, z, . . .) en donde R es un predicado no graduable y cuyo dominio es, o bien finito, o bien tiene características tales que, aun siendo infinito, existe una ley finitista para "encontrar" las propiedades de sus elementos. Obviamente, como caso límite, la deducción se comporta impecablemente respecto de la verdad lógica, pero es claro que éste no es el tipo de verdad que interesa en la investigación empírica.

Hay todavía otro problema. Hace algún tiempo, una concepción de la ciencia excesivamente formalizada que se había puesto de moda enlos círculos académicos (filosóficos más que científicos), consideraba ingenuas las tesis del operacionalismo. Curiosamente, Bridgman, con cierta frescura propia del físico que está en contacto con la labor diaria de experimentación, y no con la especulación abstracta, acierta al señalar algunas dificultades para adscribir el carácter concluyente a la inferencia deductiva.[1] Porque, efectivamente, ¿qué es lo que garantiza a la deducción su absolutidad? Cuando verificamos si una deducción es correcta, la verificación ¿es un proceso deductivo, o es una sucesión de comprobaciones empíricas sobre objetos físicos denominados "signos"? (Esto no implica, por cierto, comparar la lógica o la matemática con la ciencia, ya que aquéllas se agotan en los símbolos o "conceptos" adheridos a ellos, y no trascienden a los hechos.) La objeción podría parecer trivial, en los casos de demostraciones de rutina de teoremas famosos, pero puede ser digna de tener en cuenta, si se piensa en las complejas demostraciones, muy a menudo "exploratorias", que se hacen en ciertos campos de la matemática en que la información es muy rica, y la axiomatización es muy fragmentaria.

Pero donde las dificultades son insuperables es en la definición o caracterización de "inferencias no deductivas". En primer lugar, si caracterizamos a una inferencia no deductiva, como un objeto que es una inferencia, pero no es deductiva, debemos tener una definición de inferencia en general. Parece poco plausible que se pueda exhibir una definición tal que resulte correcta formalmente, y sea adecuada a nuestro sentido común. Si decimos que C se infiere de las premisas $P_1, P_2, \ldots, P_n$, toda vez que podamos "extraer" a C como

---

[1] Véase, por ejemplo, la colección de conferencias dictadas por P. W. Bridgman, en la Princeton University, durante el término de invierno de 1935, y recopiladas bajo el nombre de "The Nature of Physical Theory". El no ser un epistemólogo profesional, y el carácter nada espectacular de sus elucubraciones metodológicas, generalmente hechas con mucha modestia e "ingenuidad" le ha valido al autor la indiferencia de los autores modernos hacia su concepción *operacionalista*, expuesta por primera vez en *The Logic of Modern Physics* (1928). Bridgman, a semejanza de como hizo Poincaré en su tiempo, no intentó una teoría o concepción filosófica sobre la ciencia, sino simplemente describir, desde el punto de vista metodológico, la actividad científica tal cual ocurre.

conclusión es presencia de las P_i, necesitaremos que se nos exhiban cuáles son las REGLAS, mediante las cuales se ejecuta esa extracción. Si se da una lista de estas reglas, entonces se está cerrando el horizonte metodológico, ya que el problema de legitimar o rechazar inferencias "naturales" hechas en ciencia, se substituye por el de verificar la adecuación de un modelo *a priori* para dichas inferencias. Parece no haber una solución nítida, y el único camino plausible es considerar, como insistiremos varias veces en este trabajo, a los *enunciados metodológicos sobre la ciencia* (principalmente a los metaenunciados sobre inferencias), como *hipótesis científicas ellos mismos*, que sólo difieren de los enunciados científicos en su (eventual) mayor generalidad (la *medida* de su dominio de aplicación es mayor, aunque no necesariamente su cardinal), y en el hecho de que sus objetos no son simplemente los objetos de la naturaleza, sino las relaciones entre ellos y los enunciados científicos (hipótesis, leyes, etc., y los sistemas de los cuales éstas forman parte).

Aceptando este punto de vista, consideremos un enunciado metodológico como el siguiente E: "Si P_i son premisas tales que min $PROB(P_i) = a$, entonces *puede inferirse* la conclusión Q, si y sólo si PROB(Q) no es menor que a". Este enunciado E es, obviamente, una regla de inferencia, en el sentido de que permite extraer una conclusión a partir de premisas, sobre la base de sus probabilidades. No decimos que, necesariamente, cuando una teoría de la inferencia científica esté en un alto grado de madurez, las reglas de inferencia tendrán necesariamente esta forma. Es de suponer, como lo hacen pensar las lógicas de la probabilidad (p. e., Carnap[2]), que las reglas de inferencia "inductiva" tendrán que tener en cuenta, en parte, la estructura lógica.

Sin embargo, salta a la vista que una inferencia inductiva no está bien delimitada como lo está una deductiva (al margen de su mayor o menor conclusividad). En efecto, podemos afirmar "razonablemente" el condicional (material)

$$(P_1 \& \ldots \& P_n) \longrightarrow C \qquad (*)$$

que expresaría el "hecho" de que C se infiere de las P_i, simplemente sobre la base de datos empíricos, que no pueden ser elevados al rango de reglas formales. Pe., si, para todo i, P_i establece el riesgo de tomar una decisión D_i, puedo extraer la conclusión C, sólo bajo la

[2] Véase Carnap, *Logical Foundations of Probability* (University of Chicago Press.) Otras precisiones sobre el particular, se encuentran dispersas en algunas de sus memorias.

hipótesis de que el riesgo entrañado por C, en las condiciones concretas dadas, es preferible al de alguna otra conclusión C*. En rigor, toda la inferencia estadística se basa en suposiciones de esta índole.

Es importante, como lo señala, entre otros, Salmon,[3] estudiar la relación entre *conclusividad y ampliatividad* (o informatividad). Usaremos la proposición (*) como forma general de enunciado del sistema de referencia, de una "*inferencia*" (eventualmente deductiva). Tanto los conceptos de conclusividad y ampliatividad son vagos, y la única manera de formalizarlos es, justamente, reduciéndolos a definiciones que presuponen lo que nos proponemos demostrar. P.e., Salmon trata de mostrar que (*), si es conclusiva y ampliativa, implica la existencia de proposiciones sintéticas *a priori*. Podemos definir la conclusividad de (*), diciendo que (*) pertenece a (es un caso de) cierto esquema proposicional, tal que, si las x_i son variables, z es una variable para C, y "men" representa la relación de menor o igual, entonces

$$(x_1 * x_2 *... *x_n) \text{ men } z$$

(donde * es el producto del anillo de Boole asociado), es un teorema. En particular, no puede suceder que todas las x_i sean V y z sea F. Esta forma engorrosa y sofisticada de definir conclusividad, es la única posible, salvo variaciones terminológicas no atinentes. Si decimos que (*) es concluyente, cuando las P_i son verdaderas y C también, no estamos interpretando correctamente la idea de conclusividad, que implica que la verdad de la conclusión no se da, simplemente, sino que se "deriva" de la de las P_i. Tampoco tendría sentido decir (aunque esto puede aceptarse como una imagen sugestiva, fácilmente rigorizable) que "*Toda vez que* las P_i son V, entonces C lo es", pues las P_i y C son proposiciones *fijas* (inespecificadas para nosotros, pero constantes) y entonces, no existe "toda vez", ya que no tienen sino un único valor.

Una inferencia *ampliativa*, por otro lado, tiene, como conclusión, una proposición "con contenido no presente explícita o implícitamente en las premisas" (Salmon, p. 8). El problema reside en definir 'contenido', 'explícito' e 'implícito'. Una primera tentación es la de definir la relación A(p,q): "p *amplía a* q", entre proposiciones cualesquiera, actuando por doble inducción en el número de

[3] Salmon, *The Foundations of Scientific Inference* (University of Pittsburgh Press), (1967), pp. 7 y ss.

símbolos lógicos de p y q. Para el caso base, p. e., si p es $P(T_1, \ldots, T_n)$ y $Q(T_1, \ldots T_n)$(con la misma cantidad de los mismos términos) es q, se podría pensar que p amplía (el contenido de) q, *si* P está incluido en Q, o sea, P restringe la *extensión* de Q. Pero esto equivale a postular, de entrada, que la ampliatividad es inversamente "proporcional" a la conclusividad, y, entonces, suponemos lo que queríamos demostrar: que a conclusividad máxima (deducción) corresponde ampliatividad mínima (en particular, nula).

Parecería que hay que resignarse a admitir que una inferencia es *ampliativa*, si de la conclusión se puede *deducir* una información (dada, entonces, por una proposición que puede, p. e. figurar como un conjunto de C) que no estaba proporcionada por ninguna de las premisas. Pero entonces está claro que la inferencia no puede ser concluyente. Pues, rechazando la inaceptable hipótesis de que haya verdades sintéticas *a priori*, resultará que la información deducida se refiere a un hecho que es independiente de la información proporcionada por las premisas, y, por tanto, la proposición que lo describe puede ser V o F, independientemente del valor de las premisas. Dicho sea de paso, este razonamiento muestra la disolución de las verdades *a priori*, pues la información acerca de hechos no puede surgir sino de los hechos mismos, ya que si se sigue de otras proposiciones por métodos deductivos, el resultado de adjuntar a la proposición que describe la información, todas aquéllas de las cuales se deduce (usando, p. e., conjunción y condicional), es una proposición analítica. Pero no vale la pena entretenerse con este problema que ha sido enterrado hace varias décadas.

2. *Los procedimientos inductivos*

Sea un conjunto de proposiciones $P_1, \ldots, P_n$. Supongamos que dadas las condiciones $C_1, \ldots, C_m$, relativas a una situación S en la cual se dan todos los marcos de referencia y datos empíricos relevantes al problema a tratar, decidimos que: "De las P_i se puede *afirmar* C". "Se puede 'afirmar' ", en sentido pragmático y operativo, significa que la proposición C será considerada como V, dentro de los límites fijados por la situación y las condiciones C_1, y ese hecho, de considerar a C como V, estará *avalado* o respaldado por las P_i. Decimos entonces que, con referencia a $(S; C_1, \ldots, C_m)$ hemos "*inferido* C *de las* $P_1, \ldots P_n$". Si, para cualquier sistema teórico basado en la lógica funcional clásica, resulta que la sucesión

$$P_1, \ldots, P_n, C$$

no es una deducción (cosa que se puede comprobar inmediatamente, si las reglas son finitas, como así también los axiomas, por la efectividad de esta noción), entonces, la inferencia es *ampliativa* y, por tanto, *no concluyente*. Llamaremos "*inducciones*" a las inferencias de esta clase.

Nótese que algunas inducciones son claramente "incorrectas". De acuerdo con nuestra caracterización, de la proposición "El hierro conduce la electricidad" se infiere, p. e., "las bacterias no resisten la acción antibiótica", inferencia que es intuitivamente disparatada.

Es bien conocida la posición de los deductivistas, según la cual las inferencias de esta naturaleza, no son usadas en etapa alguna en la investigación científica. Entre los errores de los deductivistas, hay uno que es menos grueso que los demás, y que quizá valga la pena refutar. Algunos de ellos dicen que: "El principio de la inducción debe ser un enunciado universal, a su vez, de modo que si procuramos considerar que su verdad ha sido establecida por la experiencia, se presentarán de nuevo los mismos problemas, precisamente, que motivaron su introducción. Para justificarlo, tendríamos que emplear inferencias inductivas y para justificar éstas, tendríamos que suponer un principio inductivo de orden superior, y así sucesivamente".

Este razonamiento tiene dos puntos débiles: 1) Nadie pretende que exista un principio de inducción universal. La inducción debería ser considerada como un procedimiento de inferencia, que es, en sí mismo *empírico*, y que está sujeto a los mismos avatares, debilidades, e incertezas, que las hipótesis científicas corrientes. Supongamos, p. e. una proposición que afirme que, en un cierto universo U, hay una distribución de individuos que tienen una característica C, con una probabilidad p. Al extraer una muestra, tomando todos los recaudos que aconseja la estadística, comprobamos que, en la muestra, hay una distribución prácticamente igual de C, en el sentido de que la nueva probabilidad p´ difiere de p, en un valor insignificante. Podemos enunciar pues, dos proposiciones:

P: "En U existen n.p individuos con la característica C" (n = # (U)).

Q: "En la muestra M, extraída en tales y tales condiciones, existen m.p (aprox. = m.p.) individuos con C".

Está claro que P es una hipótesis que depende de una investigación empírica, y que Q es una proposición también empírica que se infiere de P, con la ayuda de ciertos "principios" de la estadística, p. e.: "La distribución de probabilidad de una muestra tomada en condiciones $C_1, \ldots, C_m$, refleja adecuadamente la distribución de probabilidad del universo".

Esta última afirmación se podría transformar en una regla de inferencia, de la siguiente manera:

"Si se tiene una proposición P (C;p/U), infiérase la proposición P (C;p/m)".

Un principio más evidentemente no deductivo, sería, p. e., el siguiente: "Bajo las condiciones C_i, si se tienen las proposiciones P(C,p/M), P'(C,p'/M')... etc., infiérase (indúzcase) P(C,q/U)".

Pues bien, estas leyes, reglas o principios que regulan la inducción no deberían tomarse como universales y absolutos, sino como hipótesis empíricas, que difieren de las hipótesis "usuales" de la ciencia en que: a) no sólo relacionan características de objetos y procesos, sino también de las proposiciones con que se describen; b) tienen una generalidad un poco mayor, porque, normalmente, sus afirmaciones dependen sólo de ciertos valores de probabilidad, y de ciertos límites de "riesgo", pero no de las características específicas de cada área de objetos. Es decir, se pueden aplicar de manera análoga en física que en biología o economía.

2) La crítica que comentamos podría extenderse a la deducción. Esta es más segura, una vez que aceptamos las reglas básicas de un sistema deductivo . . . pero, en cambio, no tenemos un principio más general de naturaleza alguna que nos pruebe dicha seguridad. Si aceptamos la deducción como más concluyente que la inducción (y efectivamente lo es), es porque nuestra idea intuitiva de deducción o razonamiento deductivo aparece adecuadamente formalizada dentro de la noción lógica, y no porque haya metaprincipios deductivos que nos garantice esta adecuación. Esto es, justamente, uno de los indicios del carácter dialéctico del que la ciencia, como toda actividad cultural (y no como ente formal), participa. La única prueba adecuada para la utilidad de un método, deductivo o no, es su éxito frente a las aplicaciones prácticas; y esta afirmación no puede demostrarse, sino, solamente, aceptarse sobre la base de sentido común.

Estos problemas, que a veces parecen retrotraernos a la escolástica, se generan en el defasaje (que no viene al caso analizar ahora), entre el gran desarrollo científico-tecnológico, y la adhesión a esquemas especulativos de la ciencia que responden a una ideología que entra paulatinamente en crisis. Los que pueden ser considerados "herederos" del positivismo, no pueden tener, obviamente, la frescura y vitalidad que tuvieron el Círculo de Viena y Berlín, p. e., cuya tarea fundamental era unificar la ciencia y destruir la metafísica. Hoy en día, un positivismo auténcico no debe girar en torno a la polémica a favor o en contra de una forma (u otra[4]), de metafísica, ya que ésta está suficientemente refutada, y su supervivencia o desaparición en el futuro es un problema que no puede decidirlo la epistemología, sino la sociología y la psicología. Estas disquisiciones contrastan con los avances productivos de otras sociedades, como puede advertirse en el trabajo de Jerzy Kmita.[5] En el fondo, la dialéctica histórica de la cual participa la ciencia, parece avalar cada vez más un instrumentalismo, y sólo ese desarrollo histórico puede decidir cuestiones tales como si las ciencias naturales y humanas tienen la misma o distinta metodología, o si los "principios" de la inducción son tales o tales otros. Es probable que nunca lleguemos a tener principios de inferencia inductiva precisos, y nos debamos manejar con un abanico de *hipótesis metodológicas*, que regularán, a su vez, las inferencias en que intervienen las hipótesis científicas propiamente dichas.

3. *Aspectos empíricos de la probabilidad*

Está claro que, aunque no existan principios generales de inducción, ésta está relacionada con la noción de *probabilidad*. Aun así, esta afirmación es provisoria: no hay que olvidar que tenemos un modelo particular de probabilidad, que algún día puede revelarse como no coincidiendo con la idea intuitiva, práctica y operativa de confiabilidad.

Una teoría de probabilidades puede desarrollarse, como es sabido, muy formalmente (p. e., Cramer,[6] Feller,[7] Ventsell[8] etc.), y,

---

[4] Lo que, p. e., Mario Bunge llama "metafísica exacta", me parece que debe ser considerado, sin restarle nada de su interés, como física propiamente dicha, o, en algunos casos, una combinación de física con cibernética, matemática y lógica.

[5] Para J. Kmita, la metodología se divide en práctica (optimización de las investigaciones) y teórica (interpretación gnoseológica de la investigación científica.) Ver *Metdologuia nauki kak tieotieticheskaia ditsiplina*, p. 107. En *Voprosi' Filosofii*, año 1973, núm. 5.

[6] Véase "Métodos matemáticos de estadística", cap. XIV. Los resultados enunciados allí pueden generalizarse fácilmente.

[7] *An Introduction to Probability Theory and its Applications* (Wiley, existen varias ediciones.)

[8] *Tieória Vieroiátnostei*, Moscú, 1958. Existe una buena colección de memorias y monografías recientemente aparecidas, e incluidas en varias antologías, que modernizan los planteos clásicos de los libros hasta aquí citados,

por lo tanto, las proposiciones que se obtienen como teoremas (y que pueden formar parte de principios metodológicos para los razonamientos inductivos), están *concluyentemente* avaladas por los axiomas. Sin embargo, hay que llamar la atención sobre algunos puntos:

a) Los sistemas axiomáticos para la teoría de la probabilidad, son, obviamente, no categóricos (esto se seguiría trivialmente del teorema de Lowenheim Skolem, y de las propiedades de modelos infinitos, pero se puede afirmar, aun más fuertemente, que ni siquiera son alef-cero categóricos). P. e., si F es un *campo* de conjuntos cuyos únicos elementos son ϕ y el intervalo unitario de la recta (cerrado o abierto), considerado como espacio total, entonces, la medida habitual constituye una probabilidad, pero también lo es una medida m(A), que valga cero en ϕ y 1 en cualquier otro conjunto. Esto sugiere que podrían definirse, eventualmente, diversas medidas de probabilidad, no isomórficas, que respondieran a distintos "modelos" intuitivos de nuestra noción de confiabilidad o "seguridad". De hecho, la probabilidad de una proposición mide la expectativa de que ésta resulte V, pero no es universalmente claro que significa esta expectativa.

b) Aunque se elija una medida particular, la determinación de resultados deductivos, depende de la forma en que se calcularon los datos iniciales. P. e., no hay problema en aceptar que si PR(p) = x y PR(q) = y, y, además Indep (p;q), entonces "PR (p & q) = xy" está concluyentemente probada. Pero, "de dónde surgieron los datos x e y? ". En el caso que más importa en la práctica científica, que es el de determinaciones ESTADISTICAS (i. e., a través de sucesiones supuestas regulares, cuyo comportamiento tiende, aparentemente, a equilibrarse en el infinito), los resultados iniciales surgen de la experiencia, extrapolando resultados registrados como frecuencias relativas. Si dejamos de lado la posibilidad de error experimental, aun así la afirmación de que una proposición tiene una probabilidad determinada, no es totalmente concluyente.

En primer lugar, la probabilidad estadística de un suceso, está basada en la suposición de que la frecuencia relativa del mismo tiende a estabilizarse en torno de un valor fijo, cuando el número de experiencias tiende a infinito. Pero el comportamiento de la experiencia que se analiza no está descrito por una función

---

un poco viejos para temas como éstos. En particular, son interesantes los desarrollos metodológicos logrados por varios lógicos que se apartan del enfoque clásico. Lamentablemente, la complejidad de estas teorías no nos da tiempo a estudiarlas aquí: cf. Kyburg, "The Logical Foundations of Statistical Inference" (1947)' Reidel.

matemática. La idea de que se está extrayendo un límite es ilusoria, y, en realidad, la única certeza que se tiene es aquélla que involucra los casos concretamente registrados. En el fondo, estas inferencais constituyen extrapolaciones; si hay un aparato deductivo que las avala, ello se debe a que supuestas ciertas hipótesis básicas sobre el comportamiento de los universos (p. e., el carácter gaussiano o poissoniano de una distribución; la correlación entre distribuciones en el universo y la muestra, etc.), podemos estimar deductivamente el valor de ciertos límites de confiabilidad, debido a que consideramos que esos límites (calculables matemáticamente pues constituyen datos del modelo), reflejan adecuadamente las fronteras del riesgo real del problema que suponemos estar modelizando. O sea, la adecuación entre una hipótesis y un modelo, puede hacerse deductivamente, pero la hipótesis se obtiene por extrapolación empírica, y la admisión de que el modelo realmente sirve, es un *supuesto*. Algunos autores opinan que este supuesto es de tipo filosófico. No hay inconveniente en ponerle el nombre que guste, con tal de tener en cuenta que el modelo es corregible empíricamente. (El problema de la corrección de los modelos es un problema en cierta medida pragmático, pero hay motivos para pensar que un estudio general sobre el poder explicativo de las teorías, podría arrojar luz sobre el problema en su conjunto, aunque sea de manera provisional. Ver, p. e., Pietarimen y Tuomela.[9])

En segundo lugar, la teoría de probabilidades no puede decirnos cuándo una determinada probabilidad es plausible para un cierto problema. Supongamos, v. gr., haber obtenido n proposiciones $P_1, \ldots, P_n$, cada una de las cuales "cuenta" la medición, en el i-simo paso (por i-esima vez), de un objeto a, respecto de un cierto predicado cuantitativo. P. e.: P_i es Q (i,a,x_i) que se leería ("en la i-esima medición a arrojó una medida x_i" (en las unidades adecuadas). Consideremos que la probabilidad de que cada P_i sea verdadera es P_i y convengamos en que hay al menos una $P_j = 1$. El hecho de que esas probabilidades no sean totales, puede deberse, p.e., a que se ha estimado la probabilidad combinada, tanto del error experimental como de la ecuación personal del observador. Supongamos que, sobre la base de esas pi, estimamos que la probabilidad de P: "La medida de a es el promedio de las x_i" es 0.8999. ¿Será esto suficiente para considerar a P "bien inferida", es decir, haciendo justicia al sentido habitual de inferencia, será lo suficientemente verdadera que se

9 "On measures of the explanatory power of Scientific Theories" (Akten des XIV. Internationalen Kongresses für Philosophie).

puede esperar, basándose en las premisas P_i? Pues bien, si P no se *dedujo* estrictamente de las P_i, ni la probabilidad de P de las p_i, de acuerdo con los sistemas deductivos de probabilidad, no tendremos demasiados elementos de juicio. Ahora bien, si por el contrario, la nueva probabilidad fue estrictamente deducida de las p_i, podemos asegurar lo siguiente: "Hay prueba concluyente de que la probabilidad de P es 0.8999, sobre la base de las probabilidades p_i". Pero aún no sabremos si P es lo "suficientemente" probable para nuestros fines. P. e., si estamos midiendo en Kg., el peso de una substancia alimenticia, podemos optar por tratar a P *como verdadera*, pues un error de 0.1001 no es gran cosa. Pero si medimos en gramos el peso de un delicado fármaco, será preferible considerar a P *como falsa*, pues el riesgo puede ser muy grande.

4. *Probabilidad de inferencias*

El problema de la inducción en ciencia podría centrarse en los siguientes aspectos: Si el contenido de la ciencia está integrado por proposiciones relacionadas entre sí de alguna manera, habrá que buscar criterios para *justificar* esos vínculos. Ahora bien, esos vínculos no pueden ser exclusivamente de carácter deductivo. Si H y H* son dos proposiciones de una teoría científica, tales que H* se deduce de H, o al revés, entonces resultará que el inf. (H,H*) respecto de la relación de deducción, proporciona toda la información necesaria, haciendo superflua la otra hipótesis. (Como no tenemos una definición formal de "información", esta aserción no se puede demostrar, pero se puede justificar sobre la base de la identidad que prácticamente existe entre "deductivo" y "no informativo" o "no ampliativo".) Esto no significa que la deducción sea superflua, pues la mera simplificación que puede aparecer al aplicar un tratamiento formal a una hipótesis, hace que, a menudo ésta sea más fácilmente utilizable. Pero eso no implica agregar información. Si la justificación no puede ser puramente deductiva, se impone algún otro criterio. En las justificaciones deductivas, el criterio es la posibilidad de "demostrar" (aceptadas las reglas del juego de los sistemas formales) que de proposiciones verdaderas no puede pasarse a proposiciones falsas. En las justificaciones no deductivas (digamos, *inductivas*) el criterio podría asentarse en el concepto de *probabilidad*. El esquema de la justificación a desarrollar sería el siguiente:

a) Existe una noción "intuitiva" de probabilidad, que coincide con la confiabilidad o el soporte racional que merece una proposición.

b) Esa noción intuitiva, que se descubre empíricamente, debe ser formulada dentro de una teoría o cálculo formal.
c) El desarrollo interno de esa teoría (hecho axiomáticamente), garantizará, por su carácter deductivo, que las conclusiones de aserciones verdaderas (acerca de la probabilidad) sean también verdaderas.
d) Pero la adecuación de esa teoría formal con la noción intuitiva, deberá verificarse en la práctica. Habrá que ver si nuestro modelo mental, que suponemos coincidente con el modelo físico, es una interpretación adecauda de nuestra teoría formal.
e) A todo esto subyacerán ciertas hipótesis más generales, también de carácter empírico, pero muy difíciles de justificar, como la que afirma que la ocurrencia de resultados aleatorios en ciertos fenómenos, tiende a equilibrarse en el infinito, o sea que las perturbaciones debidas al azar tienden a distribuirse de una manera considerara "normal".

Por supuesto, el análisis de estos problemas plantea múltiples polémicas cuya historia es muy conocida. Son particularmente importantes los aportes del Círculo de Viena, sobre los cuales no nos detendremos.[10]

Entre los problemas esenciales que plantea la justificación de la inducción habría que destacar dos: a) Determinar la probabilidad de las hipótesis generales (el caso más difícil es el de las atómicas); b) Encontrar una manera adecuada de medir la probabilidad de las inferencias mismas (sea por su comportamiento respecto de las probabilidades de las premisas, sea por la probabilidad de su condicional asociado, etc.). Está claro que excluimos toda otra consideración sobre la teoría de la inducción que no sea probabilística.[11]

[10] Entre el múltiple material asequible se encuentra Jorgen Jorgensen, "The Development of Logical Empiricism" (vols. I y II "The International Encyclopedia of Unified Science").

[11] El estudio de la inducción en sus aspectos "cualitativos" se ha hecho con bastante detalle en los textos elementales clásicos de metodología, como Barker y Cohen & Nagel. Sin embargo, las prescripciones que se dan en estos manuales rara vez son operativas.

4.A *Probabilidades de hipótesis generales*

Una proposición científica puede tener una estructura lógica que, al menos *a priori*, cae en alguno de los siguientes esquemas: (a) Una proposición atómica; (a.1) protocolaria, y, por lo tanto, singular; (a.2) general, con dominio de valores *cerrado* (finito y acotado); (a.3) general, pero con dominio de valores (de argumento) *abierto*, es decir, actualmente finito, pero de cardinal "muy grande" a los fines prácticos, y potencialmente infinito.

(b) Una proposición *molecular*, obtenida mediante la combinación extensional de varias proposiciones atómicas. En este último caso, como sucede en la determinación de los valores de verdad, la estimación de la probabilidad se puede hacer a través de ciertas reglas operatorias.

Si la proposición está en el caso (a), atómico, es claro que el problema de determinar la probabilidad no puede remitirse a un cálculo puramente operativo, sobre la base de valores ya conocidos, de la misma manera en que la determinación del valor de verdad de una proposición atómica no se puede hacer mediante funciones de verdad, sino que constituye un problema empírico. Así, pues, una teoría axiomática de las probabilidades, cualesquiera sean las ventajas o deficiencias técnicas que pueda tener, es en principio ineficaz, para calcular la probabilidad de proposiciones atómicas, por el mero hecho de que ésta constituye un dato fáctico. Habrá algunos casos, donde la determinación es fácil. P. e., en (a.1) si p es protocolaria de la forma A $(t_1, \ldots t_n)$, donde $(t_1, \ldots, t_n)$ son términos cerrados, entonces p será verdadera *si* la n-upla $t_1, \ldots t_n$ pertenece a A (considero como conjunto), y la determinación de esta situación es posible y definitiva, si A *no es graduable*. En el caso (a.2), si p tiene la forma $(x_1) \ldots (x_n)\, X(x_1, \ldots x_n)$ donde X es una fórmula que puede contener, a lo sumo, otros cuantificadores y parámetros, pero no conectivas, entonces el problema puede reducirse a la determinación de una conjunción finita de proposiciones como la anterior $A(t_1, \ldots t_n)$, siempre y cuando que los A_i no sean graduables.

Dejando de lado el problema de la aparición de predicados graduables, que está suficientemente estudiado por la teoría de error, las proposiciones que presentan dificultades esenciales para su verificación son las del tipo (a.3) de la forma $(y_1) \ldots (y_n)\, Y(y_1, \ldots y_n)$ con un dominio potencialmente abierto. Una clase de proposiciones susceptibles de un tratamiento similar, es la de las proposiciones que, pese a ser singulares, tienen sentido *predictivo*. Lo que sucede es que estas últimas están estrechamente vinculadas a las del tipo (a.3). Normalmente, una predicción del tipo "Bajo las circunstancias C_1, . . .C_n, la observación O, hecha en el momento t, arrojará el resultado x", se interpreta como una consecuencia deductiva de la proposición del tipo (a.3.), ejemplificada por "Para todo y, si y es una observación ejecutada bajo las circunstancias C_1, . . .C_n, en cualquier t, entonces, se obtendrá el resultado x". (Se puede dar una versión no observacional del enunciado, teniendo en cuenta que las "circunstancias" involucran las propiedades características del fenómeno a observar [o a producir].)

La idea subyacente a una concepción probabilista de la inducción es la siguiente: "una inducción será tanto más plausible, cuanto mayor sea su *capacidad* para conservar o aumentar las probabilidades de las premisas". Esta concepción, rara vez formulada explícitamente, parece estar implícita en varias concepciones tanto positivistas, como neopositivistas, y aun, no clásicamente empiristas. Por ejemplo, la idea de que el respaldo empírico de una proposición se obtiene gracias a la probabilidad de las consecuencias de la misma (incluso consecuencias inductivas), tiene el mismo origen. Por ejemplo, si tenemos una hipótesis H, y de ella se deducen consecuencias C_1, C_2, . . . , C_n,podemos "razonablemente", es natural pensar que esas deducciones arrojarán alguna luz sobre la probabilidad de H.

Sea, p. e., una hipótesis H de estructura lógica muy simple, digamos: (x) (B (x)) Está claro que la variable está relativizada, y en la práctica, se debe escribir esta proposición (si no se tiene una previa especificación del posible dominio de definición) en la forma (x) (V(x) implica P(x)), en donde B es el "dominio" sobre el cual se hará la interpretación. (Dicho sea de paso, B no tiene por qué ser un *universo*, en sentido lógico, aunque a veces se use equívocamente la expresión "universo de discurso".[12]) De acuerdo con el criterio deductivista típico, bastaría encontrar un contraejemplo $B(x_0)$ & $-P(x_0)$, para llegar a la conclusión de que H es falsa.

Esto es indudable y queda demostrado por propiedades lógicas elementales, pero hay un hecho que a veces los lógicos no tienen en cuenta. Si la posibilidad de determinar la V o F de una proposición es, como parece, tremendamente difícil, habrá que contentarse en

---

12 El requerimiento de que el "universo de discurso" sea un universo en sentido lógico sería excesivo. Recuérdese que, si T es una teoría por lo menos tan fuerte como la lógica de clases habitual con clases propias (digamos, p. e., Von Neumann-Bernays-Godel o incluso Mostowski-Kelley-Morse), entonces una clase U es un universo si y sólo si (a) Si x está en U y es una clase, entonces —x está en U. (b) Si x está en U, es un conjunto, entonces P(x) está en U (c) Si x es una familia cualquiera de U, entonces UN(x), INT(x) y PROD(x) también están en U.

algunos casos en considerar a ciertas proposiciones como *prácticamente verdaderas* aun cuando no sean verdaderas en sentido estricto. Esto no pretende justificar una concepción parcialista o probabilista de la verdad, como veremos luego al ocuparnos de la teoría de Reichenbach. Simplemente sucede que, algunos casos, la proposición a ΣA deberá considerarse V, a los fines prácticos determinados que admitan un error δ, si es VERDADERO (en sentido *estricto*), que a $\Sigma A\delta$, tal que med $(A\delta - A) < \delta$[13] y $ACA\delta$.

Con este criterio, decir que la hipótesis H es semánticamente verdadera, porque hay un contrajemeplo, no nos informa acerca de si puede ser considerada *prácticamente* V, sabiendo, v. gr., que ese contraejemplo es el único que se conoce, en tanto que hay dos mil millones de ejemplos que verifican otras tantas consecuencias de la misma. Esto obliga a establecer una medida de probabilidad para la conjunción de todas las consecuencias, y, además, un criterio que permita decidir, cuáles PR(H), sabiendo el valor de PR(C), donde C es la conjunción de *todas* las consecuencias de H examinadas.

Por tanto, hay que caracterizar tanto la probabilidad de proposiciones, como la probabilidad de inferencias. Si convenimos en que el condicional "refleja" adecuadamente la noción de inferencia (en particular, el condicional L-verdadero reflejaría la de deducción), podemos definir la probabilidad de una inferencia como aquélla que corresponde a su condicional asociado. Esta teoría no ofrece demasiadas dificultades técnicas (se reduce a un problema de convergencia de probabilidades, o al examen de medidas de probabilidad en lenguajes de longitud infinita),[14] pero persiste la duda de si constituye una formalización útil, e intuitivamente adecuada al criterio pragmático de "confiabilidad" o "seguridad" que manejamos en ciencia.

Ahora bien, reducir el problema de la confirmabilidad de hipótesis y de la plausibilidad del método inductivo, a la construcción de un sistema axiomático de la teoría de probabilidad, implica eliminar dos problemas importantes: a) El del contenido empírico de la noción de probabilidad; se estaría pensando que lo que hace plausible a una hipótesis es que tenga una PR más o menos alta, de acuerdo con los cálculos independientes de la realidad, que se

---

13 Esta formulación es sugestiva, pero poco precisa. En realidad, habría que definir clases de equivalencias mediables, llamadas "magnitudes" y establecer un orden sobre ellas.

14 Las modificaciones que se introducen en los lenguajes al admitir expresiones de longitud infinita, pueden verse en el clásico texto de Karp, "Languages with expresions of infinite length".

ejecutan en un sistema S. Esa postura tiene cierto parecido con el atribuir sentido a una proposición,[15] si ésta está construida de acuerdo con las reglas de un lenguaje formalizado. Esta posición es arbitraria. b) Aun así, no resuelve la cuestión de averiguar las probabilidades de proposiciones atómicas.

La creencia de que una construcción axiomática de esta naturaleza es plausible, no puede refutarse ni validarse por medios lógicos. La única manera de hacerlo es contrastándola con la experiencia. Es, entonces, una teoría científica en sí misma (por lo menos en principio), y su diferencia con una teoría científica "standard" (como los sistemas de axiomas de la mecánica, o cosas parecidas), está en que sus objetos no son entidades físicas, sino proposiciones sobre la realidad física, y relaciones entre esas proposiciones. Pero, en última instancia, las proposiciones son objetos construidos socialmente, y las reglas con las cuales las manejamos, no son sino abstracciones elaboradas del sentido común.

Parecería entonces, que la única manera de justificar una inducción es, gruesamente hablando, la siguiente:

a) Para cada problema, estimar cuál es el límite de probabilidad aceptable.

b) Considerar como correctas todas las inferencias que "mejoren" la probabilidad dentro del límite previsto (esto requerirá especificar qué oscilaciones pueden permitirse para proposiciones de probabilidad muy baja), independientemente de que aumenten o disminuyan la información (en particular, algunas inferencias deductivas se filtrarán en este sistema).

Aquí aparece la célebre discusión sobre si debe identificarse o no esta plausibilidad con regularidad estadística. Aparentemente, y como las probabilidades *a priori*, son relativamente "escasas", pensamos que la respuesta debe ser afirmativa.

4.B Regularidades estadísticas

Cuando Reichenbach[16] intenta sustituir la concepción bivalente de verdad, por una concepción multivalente continua (los valores de verdad son tantos como los elementos del intervalo (0.1) cerrado) se le formulan varias objeciones, de las cuales, casi todas pueden ser

---

[15] Efectivamente, en los dos casos hay un apriorismo. Esto podría parecerse a alguna de las primitivas posiciones de Carnap.

[16] Véase, por ejemplo, "The Theory of Probability" y "Experience and Prediction".

consideradas "metafísicas" en sentido amplio, o al menos filosóficas. Creo que la única objeción científica posible (que sería común a la teoría de la verdad parcial de Mario Bunge), es que no soluciona problema alguno, y es, por consiguiente, superflua. El hecho de que la noción de probabilidad sea primitiva, y no definida, no es, desde luego, una objeción relevante, ya que la mera "primitividad" de una propiedad u operación, no impide que se haga un uso estricto de la misma, si es que existen axiomas suficientes como para garantizar su carácter práctico, es decir, si tenemos condiciones suficientes que nos digan cuándo puede ser utilizada. (Si la "definición" implícita dada por los axiomas es compatible con la noción tradicional, no se podrá determinar una función de probabilidad salvo isomorfismo, vale decir, el sistema axiomático no es categórico. Esto es trivialmente verdadero, en virtud de que existen modelos con cardinal infinito para este tipo de teorías, pero aún se puede ver, directamente, que el isomorfismo no ocurre ni aun restringiéndose a casos finitos. Los contraejemplos son, desde luego, triviales. Si F es el *campo minimal* de conjuntos sobre X (o sea, X y ϕ), entonces, si agregamos un conjunto cualquiera junto con su complementario, podemos obtener medidas de probabilidad diferentes sobre F. Este resultado no introduce ninguna novedad ya que el conjunto de funciones de F en (0.1) es siempre infinito.) Justamente, la no categoricidad de los sistemas axiomáticos para la teoría de la probabilidad, es lo que permite construir una familia de modelos diferentes (entre ellos "modelos no típicos") para la misma.

El caso de Reichenbach no correspondería a un modelo no típico, sino más bien a una interpretación de la probabilidad, en función de la noción de verdad. La objeción de Weinberg[17] respecto de la suposición de que existe un concepto subyacente de verdad inmutable, podría ser disipada, si entendemos que las discrepancias de los valores de verdad "intermedios" respecto de 1 (y que habitualmente se interpretan como "errores"), no significan que exista *a priori*, un valor V del cual se discrepa, sino que ese valor V quedaría definido como el límite al cual tienden mediciones cada vez más precisas. Pero, entonces, la teoría sería pasible de las mismas críticas que se hacen a la concepción frecuencial.

En sentido análogo, también la crítica de Papp es filosófica.[18] Refinando su razonamiento, podría llegarse a probar que la identifi-

---

17 "Examen del positivismo lógico", caps. III y IV.

18 Nos referimos a la que aparece en "Teoría analítica del conocimiento", pp. 130 y ss. y también 111 y ss.

cación de verdad con probabilidad 1, y de falsedad con probabilidad 0, atenta contra la teoría empirista del significado. Efectivamente, supongamos que tenemos una proposición $p = P(x_1, \ldots, x_n, E, t)$, que "predice" el hecho de que en el momento t y lugar E del espacio, para adecuados $x_1, \ldots x_n$, se cumplirá "$(x_1, \ldots x_n)$ pertenece a P". Si ésta es una "verdadera" proposición, es claro, que sus condiciones de verdad, que deben quedar determinadas empíricamente, pero para cuya determinación hay cierta posibilidad *a priori* (p. e., la proposición "Hay vida humana en algún planeta a menos de 10 siglos luz de la tierra" está en condiciones), no pueden depender del momento en que se afirma la proposición. En un instante t_1, "mucho" menor que t, podemos afirmar la proposición como V o como F, y habrá que esperar al instante t para verificar si es, realmente, V o F. Pero, si supusimos que era F, y resulta que es V, eso no significa que su valor de verdad se transformó; ya en el instante t_1, la proposición (que se refería al instante t), era V. Sin embargo, su probabilidad *a priori*, podría calcularse, y supongamos que resulta 0.8. Como hay una correspondencia biunívoca entre 0 y 1, y F y V, se sigue que p no es verdadera, pese a que se ha verificado. Luego, esto contradiría una concepción empirista de la verdad. (Ignoro si los empiristas lógicos apoyarían mi argumento, pero creo que respeta bastante su espíritu.) Habría que considerar, entre otras cosas, que el concepto de verdad es variable, respecto de una misma proposición, y depende de la "fineza" de la confirmación. No hay objeción contra este punto de vista, pero hay que reconocer que no es históricamente coherente con las nociones tradicionales de verdad y probabilidad. Tampoco lo es el hecho evidente de que, con la definición habitual de probabilidad, si bien podemos aceptar que toda proposición *teóricamente verdadera* (es decir, que es V y su verdad se puede determinar mediante el análisis de los elementos teóricos disponibles, antes de su verificación empírica) tiene probabilidad 1, en cambio, la recíproca es inexacta. En efecto, si elegimos al azar una función real, la probabilidad del enunciado "La función elegida es la exponencial" es cero, por lo cual su negación tiene probabilidad 1. Sin embargo salta a la vista que no es teóricamente V.

La crítica más plausible, de carácter metodológico, reconocida por el mismo Weinberg,[19] es la superfluidad de esta interpretación de verdad como probabilidad. Porque, en efecto, afirmar, para una cierta proposición X, que PR(X) = a coincide con "X es verdadera en medida *a*", equivaldría, "gnoseológicamente" hablando, a decir

---

[19] *Id.* nota 17.

"PR(X)=a", concide con "PR(Y)=a", en donde Y es la Proposición "X es verdadera". Con esto se mantiene la bivalencia tradicional de la noción de verdad, y no se modifica en absoluto la interpretación clásica de la probabilidad.

Pero la concepción de probabilidad más conocida, y la que aparece habitualmente en los textos matemáticos sobre el tema, es la de *regularidad estadística* o *frecuencial.* La formulación de von Mises[20] no es sino una versión "fundamentada" del punto de vista generalmente sostenido en la estadística tradicional. Este punto de vista se basa en una "ley" que parece tener una fuerte carga filosófica, pero que, en el fondo, es una *hipótesis empírica de vasto alcance* (no habría inconveniente en calificar a esa hipótesis de filosófica, pero entonces, para ser coherentes, deberíamos reducir toda la ciencia empírica a una rama de la filosofía); esa ley es la que describe el comportamiento de fenómenos aleatorios, en procesos de "larga duración", asegurando su compensación o equilibrio "a la larga". Más precisamente: si p es una proposición que describe un *proceso* X(p), producido bajo las condiciones $C_1, \ldots, C_n$, decimos que S(p) es aleatorio respecto de las $C_1, \ldots, C_n$, si la *fase final* o resultado R(S(p)), no es determinable "exactamente", sobre la información proporcionada por las C_i . (Está claro que todo fenómeno es aleatorio respecto de ciertas condiciones, y que esa aleatoricidad varía con la alteración del conjunto de estas.) Ahora bien, la "ley" en cuestión supone que hay una característica que es específica de un cierto resultado R* de S(p), y que llamamos "PROBABILIDAD DE R*". Así, p. e., la probabilidad del resultado R.3 del proceso consistente en el arrojamiento de un dado equilibrado, "al azar", que sería, p. e., la aparición de la cara que contiene *tres* puntos, es 1/6. Se suele pensar, pues, que esa propiedad, la de tener probabilidad 1/6, es característica del resultado R.3 (en este ejemplo poco feliz, también lo sería de cualquier otro resultado.) Ahora, si tiramos un dado "al azar", diez veces, puede suceder que salga un solo 3, en cuyo caso la frecuencia de R.3 es 0.1. En cambic, si repetimos el proceso cien veces, puede ocurrir que la frecuencia valga ahora 1/5. Como ninguna de estas dos frecuencias concuerdan con lo que hemos llamado "probabilidad de R.3", podríamos decir que la primera vez salieron menos R.3 de los previstos "por casualidad", y la segunda salieron más también "por casualidad". Lo que afirmaría la ley a que hicimos referencia, es que si las pruebas se hacen en rachas crecientes, y tendiendo a ser cada

---

[20] *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, hay varias ediciones.

vez "más grandes", estos factores "casuales" que una vez hacen salir menos y otras veces hacen salir más, de la frecuencia teórica 1/6, a nuestro resultado, tienden a "compensarse" o "neutralizarse". Esta es una hipótesis claramente empírica, no tiene nada de metafísico ni de extraño, pero su curiosidad constituye en que ella misma puede ser utilizada como "guía metodológica" para poner a prueba a otras hipótesis empíricas más específicas. Con respecto a la gran generalidad de la misma (aparentemente describe una propiedad común a toda la naturaleza), lo que habría que plantearse, es en todo caso, un problema físico, o sea, cuáles son las propiedades de la materia que hacen que los fenómenos aleatorios ofrezcan resultados con probabilidades típicas, de tal manera que las interferencias "casuales" tiendan a anularse. Sin embargo, no hay que creer que el aumento de la explicatividad de nuestras teorías, necesariamente incrementa su confirmabilidad.

Ahora bien, ¿cómo se verifica esta ley que constituye la base de la "teoría" (o, por lo menos, del modelo frecuencial de la teoría) probabilitaria? La única manera de verificarla es empíricamente, en observar en cuántos casos se cumple, en cuántos ha dejado de cumplirse, qué factores son los que aparentemente actúan en su determinación, etc., etc. Sería estéril y pretensioso ponerse en una "metateoría" desde la cual se la analizara solamente en función de sus características formales. Esta confusión es frecuente aun en los autores con buena formación lógica. Podemos construir un modelo teórico (p. e., un modelo de medida sobre un campo de conjuntos), y juzgarlo de manera puramente formal, pero sólo la experiencia nos puede mostrar su adecuación o inadecuación con un modelo empírico. El hecho de que, para analizar esa adecuación, se requieran también métodos formales, no es ninguna novedad; eso sucede con toda la actividad racional; lo importante es que no son los decisivos.

Como han observado múltiples autores,[21] el intento de justificar formalmente la definición de probabilidad como límite de frecuencias estadísticas, es inconsistente. En nuestra opinión, sin embargo, hay que distinguir entre objeciones puramente lógico-matemáticas, y objeciones empíricas como la de Weinberg,[22] que implican una valoración metodológica negativa de la teoría frecuencial, ejemplificada, en el caso de este autor, por el clásico caso del dado equilibrado arrojado al azar. Según la interpretación "natural", la probabilidad de aparición de una cara determinada queda fijada, en 1/6 *a priori* es

[21] P. e., Waismann, en "Logische Analyse des Wahrscheinlichkeitsbegriffs", *Erkenntnis*, 1, pp. 231-32.

[22] *Op. cit.* p. 156 supra.

decir, sobre la base del conocimiento de la estructura geométrica, peso, simetría, etc., del objeto arrojado. Estas consideraciones son discutibles: primero, si nos referimos a proposiciones analíticas como p &—p ó p v—p, está claro que su probabilidad está determinada *a priori*, tanto como lo está su valor de verdad; segundo, si nos referimos a proposiciones (moleculares, o incluso atómica), cuyos componentes permitan deducir su probabilidad de resultados anteriores (lo cual equivaldría a determinar un teorema como verdadero, cuando es consecuencia veritativa de los axiomas, aunque no sea L-Verdadero; p. e. a.b = b.a no es L-verdadero ya que depende de la interpretación aritmética, pero es consecuencia veritativa de los axiomas aritméticos), también es obvio que su probabilidad se calcula *a priori*, bajo la suposición de que se conocen las probabilidades de las proposiciones de las cuales se dedujeron y las reglas que relacionan deducción con probabilidad. Si consideramos un experimento ideal que "modeliza" experimentos concretos, no hay problema en atribuir propiedades apriorísticas a estas probabilidades. En cambio, la objeción carece de sentido en la mayoría de los casos en que tratamos directamente con el experimento concreto. Si sabemos que la probabilidad de la salida de un as es 1/6, esto no es obra simplemente del razonamiento de que, si las seis caras están equilibradas, entonces cada una tiene la misma probabilidad de salir. Se nos podría decir que la experiencia frecuencial no es aquí necesaria, pues se podría demostrar, de manera *definitiva* (no probabilística), con ayuda de leyes físicas, que un cubo perfectamente simétrico y equilibrado, abandonado en un medio ideal, sin ninguna fuerza perturbadora que actúe sobre él, tiene a todas sus caras, equiprobablemente resultantes. Llamaremos C a esta comprobación física que suponemos cierta. Pues bien, la afirmación de que el as tiene probabilidad 1/6, cuando se tira al azar *realmente* un dado "aproximadamente" perfecto, no es sólo consecuencia de C, sino de ambas: "DE C Y DE LA PROPOSICION QUE DICE QUE '*Los factores aleatorios que tienden a modificar la equiprobabilidad se compensan a la larga*' ". Y esta última es consecuencia de la teoría frecuencial. Si ella no fuera necesaria para interpretar el experimento, no podríamos estimar la probabilidad de un resultado real, ya que el cálculo físico vale para un caso ideal, en que todas *las perturbaciones aleatorias se suponen constantes.* Y en ese caso no habría aleatoricidad; la posición y la impulsión inicial, determinaría absolutamente el resultado. De hecho buena parte de las probabilidades no directamente empíricas que aparecen en física son (a) o consecuencia matemática de frecuencias empíricas aplicadas a hipótesis de mayor nivel o

(b) vienen dadas por funciones de distribución propuestas hipotéticamente, a menudo en forma de conjetura precaria.

Más relevantes son las críticas de carácter lógico matemático.[23] En efecto, solemos decir que si la frecuencia relativa f(A), de un fenómeno A, respecto de un experimento E, es n/m, entonces, cuando el número m de repetición del experimento se extiende de manera indefinida, esta razón se equilibra alrededor de un número fijo que podemos definir como "probabilidad de A". Sin embargo, no se ve con precisión cómo se puede garantizar la convergencia de una sucesión de razones tomadas de protocolos empíricos, y que no constituyen propiamente un cociente entre funciones. En general, la experiencia muestra que la creencia general acerca del carácter "compensatorio" de los fenómenos aleatorios, está, hasta ahora, confirmada. Es bien sabido que existen abundantes recopilaciones de tablas,[24] en que se registran minuciosamente los resultados de experimentos aleatorios simples (revoleo de una moneda, arrojamiento de un dado, etc., etc.), pero de ninguna manera ellas nos permiten inferir una regla para "calcular" el límite al que consideramos probabilidad. Si la frecuencia de A viene dada por un cociente n/m, y a su vez no existe una función F(A,E,m) que incluya las características del experimento y que determine n, entonces no hay un recurso efectivo para determinar P(A). El "límite" de la frecuencia no deja de ser una alegoría a una presunta convergencia determinada empíricamente.

Este punto, mirado superficialmente, parecería avalar a los deductivistas. En el fondo no estamos induciendo propiamente afirmaciones generales, sino que postulamos provisoriamente ciertos enunciados (como aquél del equilibrio de los factores aleatorios), y luego establecemos su grado de confirmabilidad. Sin embargo, este aval es aparente. La hipótesis general de que la probabilidad se obtiene como un límite empírico, también es una proposición sobre hechos reales, y resulta inducida del examen de casos particulares.

5. *El papel de la inducción en las etapas de la investigación*

El principio de "uniformidad de la naturaleza" de Keynes,[25]

---

[23] Cf. Waismann, nota 21.

[24] Sería ocioso indicar bibliografía sobre este tema tan conocido. Personalmente, nos hemos guiado por la recopilación del "Science Materials Center" (N.Y.), hecha por Edmund C. Berkeley, y titulada "Probability and Statistics".

[25] Keynes, *Treatise on Probability*, passim.

despojado de las connotaciones místicas que tiene su nombre, no está muy lejano, conceptualmente, del principio de "compensación de las perturbaciones aleatorias". Por otro lado, el reconocimiento de su autor de que el principio de limitación debe basarse en la evidencia empírica, concuerda muy aproximadamente con la idea, bastante razonable, de que los teoremas de la teoría de la probabilidad son abstracciones de propiedades reales, así como las afirmaciones de la geometría constituyen abstracciones de las propiedades físicas de extensión.

Cuando el positivismo lógico[26] retoma el problema de la inducción, parece introducir en él cierto trastocamiento caótico de los "valores establecidos". La inducción, pensada como una inferencia de la forma $(Ex_1) \ldots (Ex_n)X(x_1, \ldots x_n ; u_1, \ldots u_m) \rightarrow (x_1) \ldots (x_n)$ $X(x_1, \ldots x_n ; u_i)$ es transformada ahora en una regla por la cual se encuentran elecciones adecuadas de "leyes", pero no leyes pensadas como proposiciones universales, sino más bien como moldes o pautas para la producción de "proposiciones singulares" predictivas. Así una inducción no será más un esquema de la forma 'Si (Ex)P(x), entonces (x)P(x)", sino, más bien, de la forma: De C, se sigue P(x;E,t), en donde C es la cantidad de "conocimientos disponible" (conjunto de proposiciones informativas), inductivamente "vinculadas" u ordenadas, y P(x;E,t) la proposición *predictiva* respecto de los parámetros espacio-temporales E;t.

No insistiremos en el hecho, de sobra conocido, que esta reinterpretación del problema de la inducción no resuelve los problemas lógicos que plantea.[27] Pero una observación interesante, y que vale para una cantidad mayor de problemas científicos, es que el empirismo lógico se vio "acorralado" dentro de una maraña de cuestiones sin salida, no tanto por ser *empirismo* sino por ser *lógico*. Vale decir, no por sus componentes empiristas que no lo diferencian demasiado del positivismo clásico y del materialismo dialéctico (y, en general de toda posición realista, aunque no necesariamente metafísica, asumida por los científicos), sino más bien por su exceso de formalismo, y por no entender a veces claramente que el papel de la lógica en ciencia, si bien es múltiple, es esencial como "factor de exclusión" de situaciones imposibles, más que como herramienta productiva. Sería interesante ver, p. e., cómo la concepción frecuencial arroja importantes resultados en la práctica científica cotidiana.

---

[26] Se remite para esto a los primeros volúmenes de ***Erkenntnis***, y a la "International Encyclopedia of Unified Science".

[27] *Id.*, nota 26.

Resultaría paradojal que mientras los metodólogos discuten aspectos formales o de fundamentación de la concepción frecuencial, los científicos aplicaran (y, en efecto, aplican) esta concepción, llegando, aparentemente, a buenos resultados. Cuando hay una discrepancia entre lo empírico y lo metodológico, hay una tendencia general a pensar que lo empírico ha sido "mal evaluado", o que los métodos se han aplicado incorrectamente. Rara vez se admite que toda la metodología puede no tener sentido si no resulta empíricamente productiva. Si nos encontramos frente a la imposibilidad de construir una lógica de la inducción que sea adecuada a su objeto en la misma "medida" en que la lógica deductiva lo es al suyo (que no es un objeto empírico sino abstracto), eso quizá se deba a que ciertas características de la realidad (p. e., el cambio), quizá no puedan ser definitivamente formalizadas, aun cuando la lógica fije los límites de posibilidad para el mismo. Aquí se podría reconocer a los deductivistas, que en el intento de justificar la induccion, se llega a una sucesión "infinita" de escalones, desde cada uno de los cuales se intenta fundamentar al anterior. En donde los deductivistas yerran, es en suponer que eso es una debilidad o un defecto del método inductivo. Por el contrario, es su característica esencial.

5.A *Inducción de hipótesis*

Toda fragmentación del proceso real de la actividad científica que inmovilice sus factores dinámicos y sujetos a una especie de "entrelazamiento" dialéctico, es, por supuesto, puramente metodológica. Pero, así como esta fragmentación no tiene nada de profundo o esencial, tampoco tiene que producir polémicas o dudas metafísicas. Es, lisa y llanamente, un artificio como tantos otros. (P. e., se puede pensar que la distinción entre "contexto de descubrimiento" y "contexto de justificación" es innecesaria, pero lo sea o no, no hay ningún motivo para desatar una discusión detallada en torno de ella; es como si discutiéramos la corrección o incorrección de llamarle "Satchmo" a Louis Armstrong.)

Convendremos en que hay una etapa del procedimiento científico, que lleva desde la *fuente de datos* al embrión de lo que será el *modelo teórico*, es decir, una etapa en la cual se forjan conjeturas o hipótesis. En esa etapa, la inducción juega el papel de instrumento para "inferir" un enunciado con cierto grado de generalidad, a partir de la conjunción de una multiplicidad (generalmente "grande") de enunciados protocolarios. Aunque este procedimiento es muy antiguo en la historia de la ciencia, e incluso Bacon le dedicó un examen sistemático, sin embargo, en donde mejor podemos ver su funcionamiento, es en los orígenes de la ciencia "moderna", cuando los fundadores de la física como Galileo y Newton, extrajeron afirmaciones generales a partir de la observación de clases de hechos específicos. El carácter inductivo de estas inferencias reside en el hecho de haber sido efectuadas a partir de un conjunto de proposiciones cuyo *dominio* (mejor dicho, el dominio de las funciones proposicionales a ellas asociadas) es menor que el de la conclusión que, "presuntivamente" (hipotéticamente) se afirma. Los factores de soporte "racional" para la inducción, son, en general, los vinculados a la supuesta "regularidad" u "homogeneidad" de la naturaleza. Se ha aducido que dichos factores son psicológicos, y nada tienen que ver con la metodología de la ciencia. Cabría entonces preguntarse (puesto que la metodología de las ciencias no puede ser lógica pura), en *qué* consiste aquélla. Es obvio que el carácter anticientífico de algunas teorías psicológicas muy en boga, han llevado a los filósofos de la ciencia a una antipsicología tan absoluta, que parecería que la metodología de la ciencai es una estructura *a priori* que no depende de dato real alguno. Creo que, en este sentido, los primitivos empiristas tenían una posición más plausible.

Hay que hacer notar que la inducción de hipótesis[28] ha revestido, a lo largo de la historia de la ciencia, y en conexión con la complejidad de las teorías, diversas características:

a) A menudo, ha sido una inferencia *en sí misma estadística.* (Es decir, no una inferencia, *de la cual* se puede calcular la probabilidad, y nada más, sino una que involucra términos probabilísticos en su conclusión.) De todos modos, estas inferencias pueden, en general, ser reducidas.

b) En las teorías más primitivas, o en aquéllas que se consideran básicamente "causalistas", la inferencia es universal, aun cuando la probabilidad de que su conclusión sea V no llegue a 1.

Pero la inducción de una proposición no tiene por qué hacerse sólo a partir de enunciados protocolarios. Obviamente, se puede inferir una hipótesis de otras de "menor" nivel. Ahora bien, como la inducción es ampliativa, si H^* se induce de $H_1, \ldots, H_n$, debemos esperar que algunas de las consecuencias C_j^* de H^*, que se desean verificar, no sean consecuencias lógicas de la conjunción de las H_i.

---

[28] Véase, por ejemplo, aunque sea a título informativo, el libro de Barker, "Inducción e Hipótesis". Obviamente, su planteo no va más allá de un enfoque periodístico de la cuestión.

Como H* da "mayor información" que las H_j, es intuitivamente evidente que hay mayor riesgo de que ella "falle" que de que fallen las premisas. Eso haría pensar que una inducción "útil" no debería conservar la probabilidad, ya que, en caso contrario, nos encontraríamos en el mismo caso de inferencia vacua de la deducción. En realidad, en la probabilidad que se calcula durante la inducción "simple" de hipótesis a partir de datos, se nota una "disminución" alarmante. Si hemos observado un conjunto de casos de cardinal *c*, en donde se verifica, para cada a_i, el enunciado protocolario $P(a_i)$, e inducimos la hipótesis, $(x)P(x)$, suponiendo que el dominio de x sea potencialmente infinito, está claro que la probabilidad de la conclusión es CERO.

Esto no es un inconveniente tan serio como parece. En rigor, las hipótesis se refieren a clases de equivalencia de hechos, que nunca son infinitas, y que, aun cuando puedan ser muy grandes, a veces pueden acotarse, al menos provisionalmente, sobre la base de la hipótesis de compensación de los factores aleatorios. En el fondo, la clave del método inductivo, está en conservar la probabilidad de las conclusiones por encima de un mínimo aceptable que no tiene por qué ser (y en general, no será), mayor que la probabilidad de las premisas.

5.B *Explicación e inducción*

La inducción parece dar una respuesta muy poco satisfactoria al problema de la inducción de hipótesis. Más aun, puede pensarse que la *confirmación* de hipótesis (proceso por el cual las convertimos en "leyes"), es, a su vez, una inferencia inductiva, que va de los casos confirmatorios a los enunciados que predican una probabilidad dada para la hipótesis en cuestión. Sin embargo, habitualmente no aceptamos una hipótesis como "satisfactoria" (al menos en un grado avanzado del desarrollo científico), cuando no tenemos un método para subsumirla dentro de una *ley*, cuya validez, a su vez, es problema que se relega a otras esferas de la investigación. Es perfectamente razonable el "sentimiento" de que, cuanto mayor cantidad de factores que intervienen en un fenómeno son contemplados por una ley, mayor es la ilusión que tenemos de estar cerca de la "esencia" del fenómeno. Podemos formular una ley que tenga validez estadística muy alta sobre el comportamiento de la corriente eléctrica en los metales, pero eso no parece totalmente satisfactorio, hasta que estamos en condiciones de explicar cuáles son los agentes que lo motivan. Esta impresión es adecuada, y admite una formulación rigurosa: al acercarnos (como se dice de manera sugestiva, aunque poco rigurosa) a la "esencia" del fenómeno, lo que estamos haciendo es encontrando leyes más generales (dominio de aplicabilidad mayor) y de *nivel* más profundo. Pero, curiosamente, eso no implica tener una mayor confirmación estadística para la hipótesis.

Supongamos que, en una etapa dada de una investigación científica, estimamos la probabilidad de H en un valor *a*. O sea, PR(H) = a en la etapa E. Si admitimos que una proposición puede tener una probabilidad intrínseca (independiente de la etapa), entonces resultará que la versión correcta sería PR(X(H)) = f(a) en donde X(H) es "H tiene su probabilidad estimada en *a* en la etapa E". Consideremos ahora una LEY L, de nivel "mucho" más alto que H, y que, con condiciones adecuadas, pueda servirle de *explicante.*[29] L no tiene por qué tener probabilidad mayor que H, aun cuando H se deduzca "relevantemente" de L, pues las condiciones específicas intervinientes en la explicación pueden influir de manera decisiva. (Como caso extremo, imaginemos una ley "muy" general, referida a fenómenos que intervienen como componentes en el fenómeno descripto por H, y que resultan seleccionados por las condiciones específicas; está claro que su probabilidad puede disminuir, al ser "filtrada" por las condiciones intermedias, pero también *puede aumentar*, como cuando se pasa de explicantes microfísicos a explicandos macrofísicos.)

La inducción y su base estadística no constituyen tampoco obstáculos esenciales para la predictibilidad, así como la explicación deductiva no es ninguna garantía de mejoramiento de la probabilidad. La creencia en que la inducción, la impredictibilidad y las "limitaciones" del conocimiento científico (sic) están estrechamente relacionadas, tiene su origen en la confusión desatada en el público epistemológico por la literatura de divulgación científica. Una de las víctimas preferidas de esta corriente es el llamado "principio de incerteza"[30] de la mecánica cuántica.

Es bien sabido que W. Heisenberg dedujo, en 1927, que, a partir de la función de *densidad de probabilidad* para un fotón, si se desea

---

[29] Usamos *explicante* en lugar de "explanans" en el sentido de Hempel y Oppenheim.

[30] Las versiones del principio de incerteza, dadas por los epistemólogos que no son físicos profesionales, son lamentables. Lo más natural es ver las fuentes originales: Heisenberg, "Uber dem anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik in Mechanik" (ZS fur Physik, vol. 43, p. 172).

medir una coordenada de la trayectoria, digamos x, y la correspondiente proyección p(x) de la impulsión, las correspondientes indeterminaciones guardan, en el caso más *favorable*, la relación

$$(dx).(dp(x)) = h/2\pi$$

(En general, valdrá la desigualdad.)

Esta fórmula no tiene nada de excepcional, y si bien su valor metodológico en mecánica cuántica es excepcional (más o menos como lo es el axioma de inducción de Peano en aritmética), hace falta mucha imaginación para atribuirle propiedades gnoseológicas especiales. Si tomamos la ley que establece la relación entre el volumen y la presión de un gas a temperatura constante:

$$(\text{vol}).(\text{pres.}) = k$$

aparte de la analogía formal (las dos tienen la forma a.b = c) hay una cierta analogía metodológica: la segunda establece una relación inversamente proporcional entre dos magnitudes físicas, mientras que la primera la establece entre dos magnitudes microfísicas (posición e impulsión de una partícula), y un fenómeno macrofísico de interacción (una medición). Por supuesto que la relación de incerteza establece una limitación a los procesos de medición, pero no es menos cierto que la segunda fórmula también establece una limitación: no nos permite aumentar el volumen y la presión de un fluido simultáneamente.

Conclusión

El aceptar o no enunciados que sean producto de la inducción no es un problema de fe. Es una cuestión del sentido común del científico, para cuya decisión se necesita simplemente fijar una cuota mínima para la probabilidad requerida, y admitir una especie de creencia ingenua en la tendencia de los fenómenos aleatorios a compensarse "a la larga". Esto, por supuesto, no es ninguna garantía. No tenemos ningún criterio para saber si las leyes científicas, por más "verdaderas" que sean, no podrán cambiar, a su vez, por la propia mecánica de la naturaleza. Cuál deba ser el método definitivo de la ciencia, es una cuestión sin sentido; lo único que se puede decir es que, cualquiera sea él, sus resultados deberán poder ser verificables y comunicables; con eso excluimos para siempre la introducción de la metafísica en el discurso científico. De la misma índole es la cuestión de si las ciencias humanas y las naturales pueden tener el mismo método, o éstos deben ser distintos. Es obvio que no puede haber respuesta hasta que se estudie la articulación precisa entre los fenómenos culturales y los "materiales". De cualquier manera, y pese a muchos defectos técnicos, el Círculo de Viena estaba en lo cierto al condenar a la metafísica a la desaparición, y en ese sentido es notable la coincidencia con el materialismo dialéctico, coincidencia que ha pretendido ser borrada por algunas corrientes revisionistas del "marxismo" literario. El renacimiento de la metafísica en la epistemología contemporánea es un índice de la crisis de una filosofía de la ciencia que se aparta de los resultados concretos de la tecnología, en un momento en que éstos ofrecen elementos de reflexión fundamentales.

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires.