GT 35: Inferencia inductiva

¿Son adecuadas las críticas a la teoría de la probabilidad de Von Mises basadas en que esta se sostiene en el operacionalismo?

Valeria Schaffel

Colaboradora honoraria, Departamento de Lógica y Filosofía de la Lógica, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Udelar.

valeriachaffel@gmail.com

Introducción

La teoría de la probabilidad es una teoría matemática, que como tal se encuentra establecida, es decir que en la comunidad matemática hay consenso respecto a la validez de los resultados que esta presenta. Por otro lado, hay quienes se han interesado por los fundamentos de dicha teoría. Este estudio de la probabilidad es conocido como filosofía de la probabilidad y es un campo en el que no hay acuerdos.

La teoría matemática de la probabilidad surge con la motivación de explicar algunos juegos de azar. Se dice que la probabilidad como disciplina matemática nace en 1654 con una correspondencia entre Pascal y Fermat, en donde discutían problemas que surgían a partir juegos de azar. Podemos preguntarnos entonces qué relevancia filosófica tiene una teoría matemática que surge con la motivación de explicar algo en principio tan poco relevante. El interés radica en que detrás de juegos como los dados o la ruleta lo que tenemos es el fenómeno de la aleatoriedad, que no sólo gobierna dichos juegos sino que es fundamental para entender los fenómenos de la naturaleza.

Como se dijo en la teoría filosófica de la probabilidad no hay consensos, hay actualmente distintas teorías que interpretan a la probabilidad, una de ellas es la frecuencial. La teoría frecuencial de la probabilidad surge en Cambridge en el siglo XIX. Sus principales expositores fueron Reichenbach y Von Mises, ambos muy vinculados al Círculo de Viena. Trabajaré sobre la versión de Von Mises, exponiendo brevemente los aspectos centrales de la teoría frecuencial, para luego discutir una de las críticas más duras que ha recibido. La crítica consiste en que esta teoría se sostiene en el operacionalismo de Ernst Mach, el cual se considera insostenible.

Teoría frecuencial de la probabilidad:

Para Von Mises la probabilidad es una ciencia natural, al igual que lo es por ejemplo la mecánica. Como ciencia natural se encarga de estudiar ciertos fenómenos naturales, que son los eventos repetitivos o aquellos fenómenos en los que hay un gran número de elementos uniformes simultáneamente.

Además, las teorías científicas deben contener términos que estén precisamente definidos, lo que permite que se puedan distinguir los usos cotidianos de los términos de los usos científicos, sabiéndose así qué usos de un término son apropiados para el tratamiento con la teoría. Según Von Mises, no siempre que se habla de probabilidad se lo hace en un sentido científico, por lo tanto hay probabilidades con las que la teoría no puede trabajar.

> Creo que si alguien intenta casarse y quiere encontrar científicamente la probabilidad de que su elección sea exitosa, quizá puede ser ayudado por la psicología, la fisiología, la genética o la etnografía, pero seguramente no por una ciencia en que la palabra *probabilidad* tiene lugar en un sentido o en otro. No creo que puedan encontrarse resultados útiles por la aplicación de la probabilidad a cuestiones de este tipo.[1]

O sea que entiende que en casos como el recién mencionado, aplicar la teoría de la probabilidad sería tan poco apropiado como aplicar el concepto físico de trabajo para calcular el esfuerzo que hizo un actor para memorizar su letra en una obra. Es decir que para el autor las teorías científicas deben contener solo términos que estén precisamente definidos y las teorías no son aplicables a fenómenos referidos con otros usos que se les dé a dichos términos.

Von Mises dice expresamente haber sacado su concepción respecto de los términos de las teorías científicas de Mach. «La mejor información concerniente… al problema general de la formación de conceptos en las ciencias exactas puede encontrarse en E.MACH… El punto de vista adoptado en este libro corresponde esencialmente a las ideas de MACH».[2] Es decir que Von Mises considera a un término adecuadamente definido cuando su definición es operacional, y sólo los términos definidos de este modo pueden estar presentes en una teoría científica, particularmente en la teoría de la probabilidad.

Para ser coherente con su concepción operacionalista, Von Mises no puede definir la probabilidad como se hace habitualmente, es decir, como un concepto primitivo que está caracterizado por los axiomas de Kolmogorov. Como para Von Mises los conceptos de las teorías científicas deben estar explícitamente definidos en términos de observables, él da una definición de probabilidad pretendiendo lograr esto mismo:

---

1 Von Mises, *Probabilidad estadística y verdad.*

2 Von Mises, *Probabilidad estadística y verdad.*

«La frecuencia relativa de la repetición es la "medida" de la probabilidad, tanto como la altura de una columna de mercurio es la "medida" de la temperatura». [3] Es decir, así Von Mises define un concepto teórico como el de probabilidad en términos de uno observable que es la frecuencia. Podemos notar que esta filosofía de la probabilidad tiene la particularidad de no dar simplemente una interpretación sobre la teoría matemática ya establecida, sino de ofrecer una presentación alternativa de la probabilidad.

Ya que Von Mises entiende la probabilidad como una ciencia natural, debería aceptar que si definir los términos de las ciencias naturales operacionalmente trae problemas también los traerá particularmente en la probabilidad. Analizaré entonces los problemas que presenta el operacionalismo en general, para luego finalmente ver como repercuten en la teoría frecuencial. Para eso, expondré primero brevemente las ideas principales de esta corriente.

Operacionalismo

El operacionalismo surge como respuesta a un gran problema de la filosofía de la ciencia, el de los términos teóricos. Las teorías científicas se ocupan de aquello que es observable, pero en ellas hay algunos términos que no refieren a nada directamente observable. Estos son los llamados términos teóricos, dentro de los cuales se encuentran, por ejemplo: electrón, fuerza, energía, campo magnético, etc. Entonces el problema de los términos teóricos es el siguiente: ya que la ciencia se ocupa de lo observable y no de entidades metafísicas, ¿Qué lugar ocupan estos términos en las teóricas científicas? ¿Qué significado pueden tener estos términos si éstos no pueden expresarse en términos de lo observables? El operacionalismo responde a este problema diciendo que los términos teóricos no refieren a entidades inobservables como parece, que todo lo que se expresa con ellos podría hacerse sin ellos, su función es simplemente la de abreviar. Así, por ejemplo en concepto longitud, se define mediante las operaciones físicas necesarias para obtener una longitud. Perfectamente podrían decirse siempre los pasos necesarios para hacer dichas operaciones, pero resulta bastante más cómodo abreviar esto bajo el término longitud. Es decir que lo que plantean es que «el concepto es sinónimo del conjunto correspondiente de operaciones. Si el concepto es físico, como el de longitud, las operaciones son operaciones físicas efectivas… o si el concepto es mental, como el de continuidad matemática, las operaciones son mentales, a saber, aquellas mediante las cuales determinamos que un agregado de una magnitud es continuo».[4]

El operacionalismo tuvo dos grande expositores, el primero fue Ernst Mach, que en el año 1883 publicó The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of its Development. En este libro Mach criticó el concepto de masa de la mecánica newtoniana por no estar adecuadamente

3 Von Mises, Probabilidad estadística y verdad.

4 Dudley Shapiro, *El problema de los términos teóricos.*

definido, intentó dar una definición operacional de la misma. Luego el próximo y último expositor del operacionalismo fue Bridgman, quien murió en 1961. Luego de ellos el operacionalismo recibió muchas críticas y hay quienes sostienen que debido a éstas los filósofos de la ciencia posteriores han dejado de lado este modo de relacionar los términos teóricos de los observacionales. Intentaré mostrar a continuación que si bien el operacionalismo puede presentar sus dificultades, así como lo hace cualquier teoría filosófica, muchas de las que se les atribuyen surgen de no interpretar adecuadamente al operacionalismo, lo cual nos podría llevar a pensar que después de todo puede que el operacionalismo no sea una teoría superada por teorías posteriores como suele creerse.

Si bien Von Mises se apoya en el operacionalismo de Mach, trabajaré con el de Bridgman por ser posterior, esperando que en éste se encuentre la mejor versión posible del mismo. Particularmente, tomaré como referencia el libro *La naturaleza de la teoría física,* de Bridgman, por ser una de sus últimas obras. Esto no resulta un problema ya que si bien Von Mises tomó el operacionalismo de Mach, el de Bridgman conserva la tesis central de Mach, que en definitiva es la que le interesa a Von Mises, y es la de que todo término de una teoría científica puede ser definidos operacionalmente.

Críticas al operacionalismo

El operacionalismo ha recibido varias críticas que no podré exponerlas en su totalidad aquí, es por eso que tomaré las dos que a mi modo de ver son más duras y que además recogen también aspectos de las críticas que no presentaré. Tomaré la versión de dichas críticas que presenta Donald Gillies en *Philosophical theories of probability*. Luego de analizar dichos problemas veré si pueden responderse y en caso afirmativo de que modo.

Primer problema

Como se dijo, el operacionalista entiende que una magnitud determinada se define a partir de las operaciones que deben hacerse para medirla. Veamos que si entendemos que este es el modo en que deben definirse las magnitudes, sólo estamos admitiendo que lo definido sea lo medido de esa única forma, dejando fuera de la definición otras formas de medir dicha magnitud. Esto claramente parece ser un problema, ya que sabemos que la ciencia tiene distintos métodos de medición para mismas magnitudes, es decir, si bien no se emplea el mismo método para medir la distancia entre dos personar que se encuentran en una misma habitación, que para medir la distancia de la Tierra al Sol, la ciencia considera que ambas son distancias.

Ya que los operacionalistas definen las magnitudes en función de las operaciones que son necesarias realizar para medirlas, no les queda otra alternativa que aceptar que lo que se mide de forma distinta es algo distinto, de hecho es lo que sostenían,

> … Bridgman prefería afirmar que no hay un solo concepto de intensidad de corriente eléctrica, si no una docena de conceptos. Cada uno de los procedimientos por los cuales podemos medir una magnitud brinda una definición operacional de esta magnitud. Puesto que hay diferentes procedimientos para medir corrientes, hay también diferentes conceptos.»[5]

Si bien esto evita el primer problema mencionado, ya que no se requiere que lo que se mide de forma distinta sea lo mismo, parece también bastante problemático ya que la ciencia no se maneja con doce conceptos de corriente eléctrica, simplemente habla de corriente eléctrica en general ¿entonces cuando se habla de corriente eléctrica cómo se sabe a cuál de todos los procedimientos operacionales se está refiriendo? En definitiva ¿a qué refiere el concepto corriente eléctrica? Lo que Bridgman afirma al respecto, tal como dice Carnap es que

> Por conveniencia el físico habla de un solo concepto de corriente. Pero hablando estrictamente, sostenía Bridgman, deben reconocerse muchos conceptos diferentes, cada uno de los cuales está definido por un procedimiento operacional de medición diferente.[6]

Es decir que podemos responder a estas interrogantes diciendo que el concepto general de corriente eléctrica no refiere a una operación en particular, este tiene muchos significados, uno por cada forma de ser medido, todos estos conceptos son reunidos en una sola magnitud por mera conveniencia.

De todos modos, el problema hasta aquí está parcialmente respondido, aún se le podría reprochar al operacionalista que no está proporcionando una explicación al hecho de que la ciencia usa magnitudes que son distintas como si fueran la misma y eso funciona. Es decir, si bien los operacionalistas plantean que el único motivo por el cual se tratan a magnitudes que consideran como distintas como si fueran la misma es porque resulta conveniente, aún nos podemos preguntar ¿Qué motivos tenemos para esperar que sea conveniente? Es decir, cuando se mide determinada magnitud de una segunda forma, se espera que el resultado obtenido sirva tanto como el resultado anterior ¿Qué motivos tenemos para esperar esto si los conceptos a los que refieren dichas medidas no son los mismos? A esta pregunta podemos responder diciendo que no tenemos ningún motivo para esperar que los resultados coincidan, simplemente mientras obtengamos que así sea los manejamos como equivalentes, sin comprometerse con que continuará siendo así.

Si bien en este punto parece estar respondido el problema, aún nos podemos preguntar algo más ¿Por qué afirmar que dos magnitudes que tratamos como iguales son distintas? A pesar de que no traiga problemas hacerlo, parecería que si afirmamos algo como esto, que no es el camino más

5 Carnap, Fundamentación lógica de la física.

6 Carnap, Fundamentación lógica de la física.

directo, debemos tener algún motivo para hacerlo. Además podemos preguntarnos en qué sentido es que son distintas dos magnitudes si son tratadas como iguales. Desde lo planteado por Bridgman, podemos responder a estas dos interrogantes. Que dos magnitudes obtenidas operacionalmente de modo distinto, pero que trabajamos con ellas como si fueran iguales, sean distintas quiere decir que si bien mientras resulte conveniente tratarlas como iguales lo haremos, tenemos la posibilidad de dejar de hacerlo. Ahí mismo es donde entra la ventaja de afirmar que son distintas. ¿Cómo podemos si no dejar de considerar como lo mismo cosas que lo eran? La propuesta de Bridgman permite algo que no es para nada menor y es que la ciencia no tenga que retroceder en sus definiciones, que pueda pasar a tratar como magnitudes distintas magnitudes que se trataban como iguales, ya que en definitiva esto se hacía mientras convenía pero no era la misma cosa. Veremos que tan útil puede ser esto a través de un ejemplo histórico, el desarrollo de la relatividad especial.

Los físicos del siglo XVIII se encontraron con limitaciones para explicar lo que estaba sucediendo, tal como dice Bridgman: «…nuestros conceptos fundamentales y los instrumentos de nuestra razón eran incapaces de encarar la situación que se estaba creando en una Física más general, que se estaba desarrollando». [7] Bridgman plantea que se deben poder encontrar bases lo suficientemente solidas como para que no vuelva a suceder lo que sucedió, es decir, que la física debe tener conceptos que sean capaces de encarar cualquier situación futura que se dé, él plantea que una definición operacionalista de los conceptos físicos garantiza esto. Bridgman afirma que el gran paso que dio Einstein fue el de analizar las operacionalmente las magnitudes que se encuentran en las ecuaciones físicas y eso fue lo que le permitió resolver los problemas que estaban planteados. En particular lo hizo con la variable tiempo, que como sabemos para Newton fluía uniformemente sin depender de ningún suceso material, en cambio para Einstein el tiempo era la variable de una ecuación cuyo valor numérico se obtiene a través de operaciones, como puede ser la medición hecha por una persona en particular, en un lugar dado, con determinado reloj. Esta concepción operacional del tiempo que manejó Einstein tuvo importantes consecuencias. Desde la concepción newtoniana se puede afirmar que un suceso A y otro B que ocurren en distintos lugares ocurren en un determinado tiempo t, aunque sabemos que si los dos sucesos ocurren en distintos lugares es necesario hacer dos mediciones distintas (cada una con un reloj en el lugar del acontecimiento). Sabemos que según el operacionalismo estas dos medidas son de cosas distintas, ya que se hacen en lugares distintos con relojes distintos, y esta lectura operacionalista de la situación fue la que permitió a Einstein considerar como distintas esas dos medidas.

> … la propiedad común de dos acontecimientos que irreflexivamente habíamos llamado *simultáneos,* supone la realización de una seria complicada de operaciones físicas que no puede especificarse de un modo unívoco, a menos que se establezca quien es la persona que

7 Bridgman, La naturaleza de la teoría física.

> hace la lectura de los relojes. Sabemos que una consecuencia de esto es que diferentes observadores no obtienen siempre el mismo resultado, de modo tal que la simultaneidad no es una propiedad absoluta de dos sucesos dados, sino que, por el contrario, es relativa y dependiente del sistema de observación, esto es, del sistema que realiza las operaciones que constituyen la medición. [8]

Podemos ver entonces la gran ventaja de considerar como distintas magnitudes que se obtienen operacionalmente de forma distinta, por más que mientras resulte conveniente tratarlas como iguales se haga.

Podemos concluir entonces, que no sólo está resuelto el problema planteado, si no que podemos ver, a través del ejemplo de la relatividad especial, que puede resultar conveniente definir de este modo las magnitudes.

Segundo problema

Supongamos que definimos la longitud como aquella magnitud medida con una barra metálica. Como antes de realizarse cualquier medición se cuenta con ciertas teorías científicas, a través de estas se espera que sucedan determinadas cosas, por ejemplo en este caso se espera que si la medición se realiza en un día muy caluroso la barra metálica se dilate a causa de la alta temperatura, afectando así el resultado de la medición. Por lo tanto, en este caso, lo que se debe hacer es garantizar con un termómetro que la temperatura sea la adecuada. Es decir que en primera instancia se definió longitud como la operación de comparar con una barra metálica, luego la teoría disponible nos indicó que para que la longitud obtenida coincida con la que la teoría dice sobre ella, es preciso controlar la temperatura a la que se hace dicha medición, redefiniendo la operación que define la longitud como la comparación con la barra metálica y el control de la temperatura. Es decir que se redefine la operación a realizarse en función del concepto que ya se tiene de dicha magnitud en la teoría, que a su vez se supone que fue obtenida operacionalmente, siendo esto circular. En definitiva el problema es que la teoría contiene un concepto de determinada magnitud, obtenido operacionalmente, y a su vez a la hora de definirse operacionalmente esta magnitud se tiene en cuenta la teoría.

Una mala solución al problema sería proponer definir operacionalmente sin tener en cuenta la teoría. Es claro que en el ejemplo se le podría llamar longitud simplemente a la medida hecha con la barra metálica sin tener en cuenta la temperatura, pero esto no sería de ningún interés y de hecho no describe lo que la ciencia hace, por lo tanto no consideraré esta forma de abordar el problema.

8 Bridgman, La naturaleza de la teoría física.

Pasemos entonces a analizar en mayor detalle el problema a través del ejemplo de la longitud medida con la barra metálica ya que resulta ilustrativo y permite abordar el problema sin perder generalidad. Antes de medir con la barra metálica una longitud tenemos una teoría que nos dice que los metales se dilatan al aumentarles la temperatura. Dilatarse implica que aumente su longitud, por lo que esta teoría ya contiene el concepto de longitud. Pero obviamente el concepto de longitud contenido en esta teoría, si bien tiene que haber sido obtenido operacionalmente, no pudo serlo con la misma operación que se está queriendo realizar ahora (la de medir con una barra metálica). Si se hubiera medido con una barra metálica un metal para ver como se dilata con la temperatura obviamente no se hubiera observado nada, ya que ambos metales se dilatarían. Por lo tanto podemos concluir que la operación realizada para llegar a dicha teoría fue otra, por lo que, de acuerdo al operacionalismo, el concepto de longitud involucrado en la teoría es también otro.

Ahora se quiere definir operacionalmente un segundo concepto de longitud, el que se obtiene midiendo con una barra metálica. Es cierto que como dijimos, en dicha operación se tiene en cuenta la teoría que dice que los metales se dilatan al calor, por lo que se incluye en la operación el control de la temperatura con el termómetro. ¿Pero para que se hace esto si la magnitud a definir no es la misma que la de la teoría? Se hace porque si bien se trata de otra magnitud es conveniente definirla de tal modo que pueda ser tratada como la de la teoría.

En términos generales, podemos ver que ésta acusación de circularidad está hecha desde una visión no fiel al operacionalismo, la circularidad implica que al definirse una magnitud esta misma es usada, pero desde una lectura operacionalista se debe interpretar que ambas magnitudes no son la misma si no fueron medidas de la misma forma, disolviéndose así el problema.

Si bien la circularidad de la que se acusa al operacionalismo, que fue la recién presentada, está resuelta, veamos que corrigiendo la lectura no operacionalista que llevó a la crítica parece posible encontrar otra circularidad. El problema recién resuelto es el que afirma que para definir operacionalmente una magnitud m se usa una teoría t que dice algo de m que se toma en cuenta en la definición operacional de m. Ya se vio que esta lectura no es apropiada, así que vemos otra que puede poner en problemas al operacionalismo. Supongamos que se define una magnitud m a partir de cierta operación, para eso se hace uso de una teoría t_1 que dice algo de la magnitud m_1, se hace uso de t_1 tratando a m como si fuera m_1 (aunque no lo es), luego para definir operacionalmente m_1 se hace uso de una teoría t_2 que dice algo de una magnitud m_2, tratándose a m_1 como a m_2, y así hasta que para definir operacionalmente a una magnitud m_n, se hace uso de una teoría t_{n+1} que dice algo sobre una magnitud m_{n+1}, tratándose a m_n como m_{n+1}. Sabemos que este proceso no puede ser infinito porque la ciencia no cuenta con infinitas teorías, pero puede que sea circular si sucede que m_{n+1} se obtiene de hacer uso de la teoría t que dice algo de m, tratándose a m_{n+1} como si fuera m, o

también puede ser que se parta de algunas magnitudes que se definen operacionalmente sin hacer uso de ninguna teoría. Llegado a este punto, tenemos que es posible que si bien la primera circularidad fue salvada se de esta segunda circularidad, pero también es posible que no sea así. Es decir que si bien la crítica de la circularidad no pudo ser levantada en su segunda presentación, al menos se pudo ver que no es necesario que esta se presente. De todos modos no poder descartar la circularidad implica claramente un problema para el operacionalismo y si bien no afirmaré que la opción correcta es la alternativa, por más que sea una posibilidad, al menos lo que haré es señalar que no es una opción disparatada, y para esto me remitiré a una magnitud que se define operacionalmente sin teorías, ésta es la masa. El sistema internacional de unidades define al kilogramos como

> … la masa de un cilindro de diámetro y altura 39 milímetros, aleación 90% platino y 10% iridio, ubicado en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, en Sèvres, Francia. Aproximadamente la masa de un litro de agua pura a 14'5 °C o 286'75 K.[9]

Por supuesto que esto aún no nos permite saber si no hay magnitudes definidas de forma circular, pero al menor vemos que es posible que no.

Consecuencias sobre la teoría frecuencial de la probabilidad

Podemos ver que el primer problema que se analizó quedó respondido para el operacionalismo en general, por lo que lo estaría también particularmente para la teoría frecuencial.

En el caso del segundo problema que se analizó, el de la circularidad, se vio que es posible que este se encuentre presente en el operacionalismo, pero incluso en este caso podría darse que no lo sea particularmente en la teoría frecuencial. Restaría entonces analizar si en caso de que la circularidad se presente en las ciencias naturales, lo hará también en la probabilidad.

Para esto comenzaremos analizando las operaciones que se presentan en probabilidad. Tenemos por un lado operaciones matemáticas, pero veamos que si bien éstas también son entendidas operacionalmente no son a las que se las acusa de circularidad, por lo tanto en ellas no habría problemas. Pasemos entonces a analizar las operaciones físicas involucradas en la probabilidad, parece claro que la operación física que aparece es la de contar, que es necesaria para determinar la frecuencia de un suceso. Se puede ver que hay diversas formas de contar, desde el operacionalismo cada una determinaría una magnitud distinta al igual que lo hacían las distintas formas de medir en las otras ciencias naturales. Pero vayamos hacia donde está el posible problema que es la circularidad. Supongamos que se quiere saber la probabilidad de encontrar una persona con obesidad en determinada población, para esto se debe contar la cantidad de personas en dicha

9 Wikipedia

población que pesan más de 90kg (suponiendo que éste es el peso a partir del cual se considera obesa a una persona), en este caso el contar implica también la operación de pesar. Por lo tanto podemos ver que en algunos cosas, para contar se requiere de otras operaciones físicas, por lo que podemos concluí que si las otras operaciones físicas presentan circularidad ésta también se encuentran en la operación de contar y por la tanto en la probabilidad.

Es decir que podemos concluir que el único problema que podría presentar el operacionalismo en general es el de circularidad, pero en caso de presentarse éste se traslada a la probabilidad, quedando así la teoría frecuencial de la probabilidad liberada de algunos problemas posibles por apoyarse en el operacionalismo, pero aún expuesta a la posibilidad de que se presente uno, la circularidad.

Bibliografía

Gillies, Donald, *Philosophical theories of probability*.

P.W. Bridgman, *La naturaleza de la teoría física,* Ibero-Americana, Buenos Aires, 1946.

Carnap, Rudlolf, *Fundamentación lógica de la física*, Editorial sudamericana, Buenos Aires, 1969.

Shapiro, Dudley, *El problema de los términos teóricos.*

Von Mises, Richard, *Probabilidad, estadística y verdad*, Espasa-Calpe, Buenos Aires, 1946.