

Andrea Vergara Gómez
Facultad de Pedagogía
Universidad Academia de Humanismo Cristiano
andrea.vergara@uacademia.cl

Sobre la reformulación científica de la probabilidad en la obra de Antoine. A. Cournot

Concerning the scientific reformulation of probability in the work of Antoine. A. Cournot

Resumen

La probabilidad es uno de los conceptos científicos más característicos de los procesos de modelación para fenómenos naturales y sociales en los últimos dos siglos, especialmente por la conciencia que se adquiere respecto de la omnipresencia de la aleatoriedad. Sin embargo, la discusión epistémica en torno a los significados de la probabilidad se remonta al siglo XIX. Con el propósito de vindicar uno de los significados de la probabilidad propios de esta época, se realiza un estudio histórico-epistemológico de la obra *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* (1843) de Antoine Augustin Cournot. El análisis permitió identificar una conceptualización dual de la probabilidad como unidad onto-epistémica, que legitima su naturaleza objetiva y subjetiva a la vez. Esta noción permite reconsiderar la visión fragmentada que existe en la actualidad sobre los significados matemáticos de la probabilidad

Palabras clave: probabilidad, azar, epistemología, aleatoriedad, matemática.

Abstract

Probability is one of the most characteristic scientific concepts in modeling processes for natural and social phenomena in the last two centuries, especially due to the awareness that is acquired regarding the omnipresence of randomness. However, the epistemic discussion around the meanings of probability dates back to the 19th century. In order to vindicate one of the meanings of probability typical of this time, a historical-epistemological study of the work *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* (1843) by Antoine Augustin Cournot is made. The analysis will identify a dual conceptualization of probability as an onto-epistemic unit, which legitimizes its objective and subjective nature at the same time. This notion allows us to reconsider the fragmented view that exists today about the mathematical meanings of probability.

Keywords: probability, chance, epistemology, randomness, mathematics.

Introducción

Antoine Augustin Cournot (1801 – 1877) fue un matemático francés preocupado por las aplicaciones de la matemática a las disciplinas sociales. Discípulo del célebre matemático Siméon-Denis Poisson, recibió instrucción formal en matemáticas, ciencias y economía. Desarrolló investigaciones amplias en las áreas de economía industrial, economía matemática, teoría de juegos y epistemología de la probabilidad, entre otras, pero sus aportes fueron escasamente comprendidos por los intelectuales de su época. Heredero de la convicción de Condorcet acerca de la importancia y necesidad del desarrollo de la así llamada ciencia moral (Hacking, 1991), abordó la matematización de la toma de decisiones desde distintas prácticas sociales ligadas a la incertidumbre. Varias de estas prácticas estaban recién surgiendo en su época. Así, su comprensión del azar fue parte importante en la discusión filosófica de la transición entre el determinismo, aún vigente en el siglo XIX, y el indeterminismo del siglo XX. De acuerdo a Debreu (1984), el nacimiento de la economía matemática puede datarse, sin lugar a dudas en 1838, el año en que Augustin Cournot publicó sus *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. Otra de sus obras, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* (1843), ejemplifica cómo se pueden resolver distintos problemas de carácter social, considerando funciones de probabilidad. Si bien Cournot es ampliamente reconocido como precursor de la incorporación del cálculo a la economía, en la génesis de la teoría marginal (Vaggi y Groenewegen, 2006), sus aportes a la modelación de fenómenos sociales en contextos de incertidumbre desde la probabilidad han sido escasamente reconocidos. De acuerdo a Martin y Touffut (2007) sólo a mediados del siglo XX, cuando se consagra la teoría de juegos, el trabajo sobre probabilidad de Cournot es reconsiderado. La concepción de probabilidad de Cournot fue de particular interés desde el punto de vista filosófico, pero sus aspectos matemáticos tendieron a ser subestimados. El presente escrito intenta redimir las características principales de la forma en que Cournot comprende la probabilidad y sus eventuales implicaciones a lo que actualmente se entiende por razonamiento probabilístico o probabilidad matemática en general.

Revisionismo de la probabilidad en el siglo XIX

Para comprender cómo se reformula la noción de probabilidad en el siglo XIX, es necesario entender las nociones, aparentemente antagónicas, de determinismo e indeterminismo. Y para acercarse a estas, a su vez es necesario desaprender las definiciones comúnmente aceptadas en la actualidad. El determinismo, por ejemplo, fue una palabra imprecisa en sus orígenes, usada por distintas corrientes de ideas europeas con significados y vocablos también distintos (Hacking, 1991). Entonces, siendo el determinismo una noción polisémica, cabe preguntarse a cuál de sus significados vino a negar o contravenir el indeterminismo. Sólo para efectos de facilitar la exposición de las ideas, nos centraremos en dos acepciones para determinismo, ampliamente discutidas y conocidas por los filósofos de finales del siglo XVIII e inicios del XIX. Una de ellas parte de la consideración de que la elección entre distintos tipos de acciones puede explicarse cabalmente por condiciones psicológicas del sujeto, tales como las motivaciones, las creencias, los deseos e incluso su propio esquema de racionalidad. La otra corriente que conceptualiza el determinismo lo concibe como la razón, según la cual todo cuanto ocurre obedece a una cadena causal. La primera comenzó a ser denominada “determinismo” a finales del siglo XVIII. La segunda, por su parte, vino a denominarse “determinismo” recién entre 1850 y 1870 y su uso se hizo público en este sentido estricto, en los círculos científicos, sólo en 1872, gracias al discurso del médico y fisiológico Du Bois-Reymond (1818 – 1896), pronunciado en la reunión anual de la *Versammlung Deutscher Naturforscher und Aertze*.

Es usual leer y escuchar que el determinismo, entendido como aquello que a todo atribuye causalidad, era la ideología imperante en el siglo XVIII. Es más, suele asociarse esta doctrina a Newton, como si él mismo fuese su padre fundador. La superposición de informaciones ambiguas podría explicar la predominancia de estas ideas. Lo cierto es que el siglo XVIII efectivamente se caracteriza por la fuerte convicción que profesaba la voz científica respecto de la constitución causal de la naturaleza, pero esta convicción no tenía aún el nombre “determinismo”. Los conocidos aforismos “deterministas” de matemáticos como Laplace, por ejemplo, provenían del extendido espíritu de la época, según el cual todos los sucesos fenoménicos derivan necesariamente de una serie anterior de condiciones metafísicas, cuyo eslabón último siempre logra dar alcance a Dios. El pensamiento ilustrado sostenía la necesidad de causas y la necesidad de leyes que explicaran tales causas. Así, la necesidad es la verdadera

base epistémica para la forma del pensamiento científico ilustrado del siglo XVIII, cuyos vestigios permanecieron latentes hasta mediados del siglo XIX.

La discusión en torno a la relación entre determinismo y libre albedrío sólo tuvo ocasión cuando se abordaba la línea del determinismo en el sentido de la necesaria causalidad en el mundo de lo social y humano. El determinismo vinculado a la existencia de razones internas que guían nuestra voluntad al momento de tomar decisiones no resultaba irreconciliable con el principio de la libertad. De este modo, es el determinismo en el sentido de causalidad o necesidad el que origina discrepancias y desazones a su haber. Estas y otras resistencias son las que motivan el alzamiento del indeterminismo. Pero, a diferencia de lo que actualmente se cree, el determinismo no sucumbe para dar espacio al indeterminismo, tampoco es cierto que uno anteceda al otro, pues coexisten por varias décadas y la formalización de sus doctrinas ocurre de forma simultánea, es decir, son como flores que se desmerezan juntas bajo un sol común en el transcurrir de una misma tarde.

La pseudo transición paradigmática entre determinismo e indeterminismo puede rastrearse a través de eventos más o menos puntuales, todos los cuales ocurren en el siglo XIX. Uno de estos eventos es la publicación de la obra *Essais de critique générale. Deuxième essai. L'Homme: la raison, la passion, la liberté, la certitude, la probabilité morale* del filósofo Charles Renouvier, en la que propone la discusión del problema del libre albedrío y el determinismo. Otro evento es la conferencia *The Dilemma of Determinism* del psicólogo norteamericano William James publicado en 1884 en "The Unitarian Review". Y desde las ciencias físicas, a partir de 1859 James C. Maxwell (1831 – 1879) se despliega todo un programa de trabajo que desafía explícitamente al determinismo, a partir de la construcción de la teoría clásica de la radiación electromagnética. En la conferencia dictada en la universidad de Cambridge, del 11 de febrero de 1873, Maxwell declara:

“... Es claro que la existencia de condiciones inestables hace imposible la predicción de futuros eventos, si nuestro conocimiento del estado presente es solo aproximado y no exacto. Si, por tanto, esos cultivadores de la ciencia física de los cuales el público inteligente deduce su concepción del físico, y cuyo estilo se reconoce con un marcado sello científico, las doctrinas se

promulgan, son llevados buscando el arcano de la ciencia al estudio de las singularidades y de las inestabilidades, mejor que de las continuidades y de las estabildades de las cosas, entonces la promoción del conocimiento natural podría tender a cambiar al prejuicio en favor del determinismo que parece surgir al asumir que la ciencia física del futuro sea una mera imagen magnificada del pasado.”. Citado por Campbell y Garnet (1882)

La teoría dinámica del electromagnetismo trajo consigo renovados aires para el desarrollo de la Estadística. En 1859 Maxwell propone la descripción estadística de la teoría cinética de los gases, que trascendió en la historia gracias a la distribución Maxwell-Boltzmann. El trabajo de Maxwell es generalizado por Ludwig Boltzmann, quien en 1871 logra modelar probabilísticamente los fenómenos de entropía. El debate levantado desde la física propició a su vez que los alcances del determinismo rompieran las fronteras de los fenómenos mecánicos o naturales, sus proposiciones se diseminaron rápidamente a todas las acciones o hechos que pudieran considerarse como manifestación de lo material, es ahí donde entra en escena el interés por las implicaciones del determinismo en la comprensión de los procesos mentales.

Desde mediados del siglo XIX surgen elaborados y extraños argumentos sobre el libre albedrío y la libertad moral, precisamente a propósito de la divergencia de opiniones respecto de la existencia de causas ultimas rigiendo la naturaleza y el comportamiento humano. Por supuesto que la discusión tomó formas más radicales a finales del siglo XIX, lográndose una escisión más clara entre determinismo e indeterminismo. Pero eso es muy posterior al desarrollo de la teoría matemática abiertamente probabilística. Entre 1837 y 1842 surgen los primeros indeterministas matemáticos, quienes luego pasan a la historia como los probabilistas revisionistas (Daston, 1994). Entre ellos estaban S. D Poisson, Bernard Bolzano, Robert Leslie Ellis, Jakob Friedrich Fries, John Stuart Mill y, desde luego, A. A. Cournot. Cabe recordar que en esta época los intelectuales no tenían dedicación exclusiva a una disciplina, los temas sobre los cuales investigaban eran amplios, por tal motivo no es del todo preciso enmarcarlos bajo la categoría única de matemáticos. Encabeza la lista Poisson, quien estaba ansioso por rescatar a la teoría de la probabilidad de los constantes ataques lanzados contra ella por todo tipo de pensadores, incluyendo a matemáticos influyentes. Poisson defiende los fundamentos empíricos de la teoría

de la probabilidad y su capacidad para generar leyes, apoyándose en las estadísticas criminales reunidas por el Ministerio de Justicia francés. Si bien, los postulados de los probabilistas revisionistas eran disímiles respecto del tema y, además, no todos se pronunciaban explícitamente sobre las distinciones filosóficas entre determinismo y probabilismo, todos convergían en una idea común: la probabilidad podía y debía ser entendida como una herramienta objetiva para entender el mundo.

El rechazo a las definiciones clásicas y estrechas de probabilidad debió validarse dentro de un paradigma híbrido, por ello los probabilistas revisionistas a la vez que justifican el carácter objetivo de la probabilidad, también aceptan la imposibilidad de la linealidad causal en los fenómenos aleatorios. El azar deja de ser una estela fantástica para convertirse en un ente real e ineludible. Admitir la existencia del azar, favorece tanto la reconciliación entre los procedimientos científicos y el nuevo concepto de ley probabilista/estadística, como la distinción entre el carácter objetivo y subjetivo del modelo ontológico que sostiene a la probabilidad. Para finales del siglo XIX las posiciones respecto del determinismo se han radicalizado y son muchos los que niegan directa y explícitamente al determinismo. Algunos de ellos fueron los filósofos Charles Sanders Peirce (1839 – 1914), Étienne Émile Boutroux (1845 – 1921) y David Émile Durkheim (1858 – 1917), cada uno se apoyó en la observación profunda de un fenómeno específico para sostener sus afirmaciones, pero ninguno es lo suficientemente cauteloso en aclarar qué entienden por determinismo y qué por indeterminismo. De ahí que sea difícil saber en qué momento estos conceptos realmente se contraponen.

Probabilidad dual

En el siglo XIX la discusión epistémica en torno a las ciencias sociales y de la conducta influyó fuertemente en la reevaluación del concepto de causalidad en las ciencias naturales (Hacking, 1991). Es justamente este tipo de conocimiento el que le permite a Cournot trastocar la noción clásica de aleatoriedad y de probabilidad. Cournot se atreve a poner en discusión si la probabilidad se aplica a los acontecimientos mismos o a los juicios que hacemos sobre tales acontecimientos. Antes de Cournot, otros matemáticos como D'Alembert se preguntaban si existía correspondencia entre la teoría matemática de la probabilidad y la factibilidad de medir la ocurrencia de los hechos en la realidad. Dado que la probabilidad no es verificable u observable,

no deja de ser razonable pensar que su aplicabilidad es sólo una cuestión especulativa. Sin embargo, considerar que el azar tiene un lugar efectivo en el mundo y no sólo en la mente era una cuestión impensada en los estudiosos de la probabilidad antes de Cournot, quienes concebían el azar como aquello indefinido, que no puede negarse ni afirmarse (Daston, 1994).

En los capítulos I, II, III y VIII de la *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, Cournot trata explícitamente el tema de la significación objetiva y la interpretación subjetiva de las probabilidades. La significación objetiva es relativa a la posibilidad física – “material” de los fenómenos– medible por medio de la frecuencia relativa, la que es denominada por Cournot como probabilidad a posteriori, y la interpretación subjetiva hace referencia a nuestra forma de conocer y elaborar juicios, la que se traduce en especulaciones y supuestos que asumimos muchas veces de manera apriorística. En su explicación no se remite a señalar bajo qué condiciones el concepto de probabilidad puede efectivamente medir una realidad fenoménica y, en consecuencia, imputarse un valor objetivo, sino que construye su visión desde una nueva racionalidad, que involucra transparentar no sólo la base epistemológica, sino que también la ontológica. Esto último resulta atípico tanto al paradigma propio de su época como a la manera predominante en que actualmente se alza la probabilidad como constructo matemático. Según Schumpeter (1954) la esencia de la doctrina del conocimiento de Cournot es haber asimilado que, dada la naturaleza de nuestra cognición, podemos acercarnos cada vez más a la realidad sin llegar a alcanzar una realidad absoluta.

Para Cournot no es la imperfección actual de nuestros conocimientos y métodos lo que nos hace categorizar un fenómeno como aleatorio, sino que es la naturaleza de las cosas y las condiciones inherentes a nuestra constitución intelectual lo que nos obliga a considerar varias fuentes separadas e independientes de información: la experiencia, la reducción de la deducción, la imaginación, el conocimiento que se tiene por válido, la intuición, etc (Cournot, 1843). Esta independencia y variedad es la clave para comprender que el azar no es la ausencia de causas, es la multiplicidad de causas sin dependencia o relación rastreable entre ellas. Cournot desestima la hipótesis determinista de un principio único, simple y absoluto, capaz de explicar y realizar predicciones sobre fenómenos sujetos a incertidumbre.

La probabilidad posee entonces un asidero epistemológico objetivo porque la naturaleza intrínseca de los fenómenos sociales y naturales es inevitablemente aleatoria. Ahora bien, toda

vez que se realiza un juicio probabilístico, se asume implícitamente una postura ontológica (incluso en la negación de esta), la cual manifiesta la concepción irremediamente subjetiva de la probabilidad. Esto se debe a que, en la ruta matemática de las probabilidades, el acto de comparar, evaluar o medir las posibilidades de los eventos no conlleva una certeza absoluta ni en términos físicos ni en términos metafísicos. De esta manera, para Cournot la concepción subjetiva de la probabilidad se legitima debido a que el uso estricto de su valor teórico sólo es posible bajo condiciones muy restrictivas y poco comunes, como la recursividad y prevalencia de sucesos producidos por combinaciones de causas independientes. En las propias palabras de Cournot :

« [...] et qui se rectifient dès qu'on a présente à l'esprit la distinction fondamentale entre les probabilités qui ont une existence objective, qui donnent la mesure de la possibilité des choses, et les probabilités subjectives, relatives en partie à nos connaissances, en partie à notre ignorance, variables d'une intelligence à une autre, selon leurs capacité et les données qui leur sont fournies » (1843 : 55)¹.

La probabilidad subjetiva no remite al uso de sensaciones psicológicas para hacer vaticinios, sino que corresponde y refleja la cualidad intrínseca del azar. No se pueden hacer más que aproximaciones, con distinto grado de confianza, de la posibilidad de ocurrencia de sucesos venideros cuando no se conocen todas las causas y condiciones que rigen su acontecer. En efecto, no conocer tales causas es lo que nos lleva inevitablemente a considerar el estudio de las probabilidades.

Como consecuencia de todo lo anterior, la probabilidad posee una naturaleza dual, es objetiva y subjetiva a la vez. La probabilidad se convierte así en una unidad onto-epistémica, pues atiende tanto los aspectos que cuestionan la realidad del acto de percibir e interactuar con los fenómenos, como aquellos que definen cómo conocemos y las respectivas bases de validez

¹ “[...] y que se rectifican tan pronto como se tiene en cuenta la distinción fundamental entre las probabilidades que tienen una existencia objetiva, que dan la medida de la posibilidad de las cosas, y las probabilidades subjetivas, relativas en parte a nuestros conocimientos y en parte a nuestra ignorancia, variables de una inteligencia a otra, según su capacidad y los datos que les son proporcionados.” (Traducción propia).

para el conocimiento resultante. En la figura 1 se ofrece un diagrama que explica la probabilidad dual de Cournot como unidad onto-epistémica.

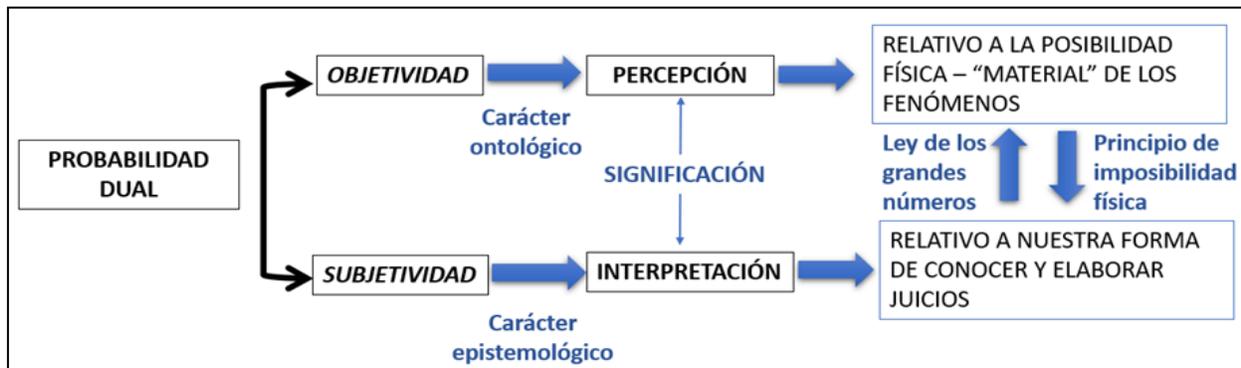


Figura 1. Interpretación de la probabilidad dual de A. A. Cournot. Fuente: Elaboración propia.

La probabilidad dual —como unidad onto-epistémica— a la vez que nos permite medir la posibilidad física de ocurrencia de categorías de sucesos en un extenso período de tiempo, nos provee grados de conocimiento, sujetos a confianza variable, respecto de la ocurrencia de sucesos específicos, dependiendo de las condiciones e información disponible del contexto. Una de estas condiciones está asociada al principio de imposibilidad física, que nos informa sobre la probabilidad nula de ciertos eventos en circunstancias materiales específicas, validando la elaboración de un juicio certero. La otra condición se relaciona con la ley de los grandes números, que permite calcular la probabilidad P de que, en un número μ de pruebas, E ocurra al menos m veces y F a lo sumo un número n de veces, siendo E y F eventos contrarios y P el resultado de una sumatoria de $n+1$ términos, cuyo término enésimo está dado por la expresión

$$\frac{\mu(\mu-1)(\mu-n+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n} \cdot p^{\mu-n} \cdot q^n$$
. Esta ley fue designada así por el matemático S. D. Poisson², maestro de Cournot, y básicamente establece la necesidad de explorar una gran cantidad de datos para

² Siméon-Denis Poisson comenzó a interesarse en los índices de error de los sistemas de jurados alrededor de 1830. Una vez que el Ministerio de Justicia francés publicó las estadísticas judiciales actualizadas, posteriores a 1826, Poisson comenzó a desarrollar su libro sobre decisiones de jurados, *Recherches sur la probabilité des jugements en matières criminelles et matière civile*, publicado en 1837. En él presenta la ley, diciendo: «Les choses de toutes natures sont soumises à une loi universelle qu'on peut appeler la loi des grands nombres. Elle consiste en ce que, si l'on observe des nombres très considérables d'événements d'une même nature, dépendants de causes constantes et de causes qui varient irrégulièrement, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, c'est-à-dire sans que leur variation soit progressive dans aucun sens déterminé, ou trouvera, entre ces nombres, des rapports à très peu près constants. Pour chaque nature de choses, ces rapports auront une valeur spéciale dont ils' écarteron de moins en moins, á mesure que la série des évènements observés augmentera davantage, et qu'ils atteindraient rigoureusement s'il était possible de prolonger cette série á l'infini. Selon que les amplitudes de variations des causes irrégulières

asegurar la convergencia teórica de la probabilidad frecuentista, cuando los resultados posibles se consideran de manera dicotómica. Esta ley es clave para entender por qué la probabilidad, desde la conceptualización dual de Cournot, deja de ser una noción metafísica para convertirse en una propiedad concreta de las iteraciones aleatorias numerosas. Esto implica que toda vez que se desee realizar una estimación probabilística se hace necesario analizar sistemáticamente un fenómeno por períodos suficientemente extensos de tiempo, de modo de contrastar las medidas a priori con las a posteriori.

Así, mientras el carácter ontológico brinda objetividad a la percepción, el carácter epistemológico establece la necesaria relación entre la subjetividad y la interpretación. Ambos elementos, tanto percepción como interpretación requieren estar constantemente articulados para la significación de la probabilidad desde los procesos de toma de decisiones bajo incertidumbre.

Siguiendo a Martin (2007) la originalidad del planteamiento de Cournot radica en su rechazo a la alternativa entre las interpretaciones objetivas y subjetivas de la probabilidad como si fuese resultado de una elección deliberada, pues reconoce el "doble significado" como algo inmanente al concepto de probabilidad matemática (Martin, 2007: 24). La probabilidad da cuenta entonces de esta simultaneidad entre la concepción de realidad y la forma en que se conoce dicha realidad.

A modo de conclusión

En la actualidad se reconocen distintos significados de la probabilidad, los que han sido fundamentados a partir de revisiones históricas del desarrollo de la matemática y la estadística. Tales significados han permitido categorizar el tratamiento de la probabilidad, a través de los enfoques intuitivo, frecuentista, clásico, lógico, tendencial, subjetivo y axiomático (Cf., Batanero, Chernoff, Engel, Lee y Sánchez, 2016). Cada uno de estos enfoques refleja las distintas formas en las que se han construido significados en torno a la probabilidad a lo largo de la historia, con sus respectivas ventajas y desventajas en relación con problemas específicos. De hecho, la

seront plus ou moins grandes, il faudra des nombres aussi plus ou moins grands d'événements pour que leurs rapports parviennent sensiblement á la permanence: l'observation même fera connaitre, dans chaque question, si la série des expériences a été suffisamment prolongée; et d'après les nombres des faits constatés, et la grandeur des écarts qui resteront encore entre leurs rapports, le calcul fournira des règles certaines pour déterminer la probabilité que la valeur spéciale vers laquelle ces rapports convergent est comprise entre des limites aussi resserrées qu'on voudra. (Poisson, 1837 :7).

probabilidad se entiende como un concepto polisémico y elusivo que puede entenderse desde distintas perspectivas, según sea el contexto (Bennett, 1999).

Frente a la multiplicidad de talantes que ha adquirido el estudio de la probabilidad y existiendo tantas formas distintas de entenderla, pensarla y significarla, cabe preguntarse ¿es este un saber inevitablemente fragmentado? ¿son superables los obstáculos que trae consigo su conceptualización y uso en la vida real? La disparidad de características, propiedades e intuiciones que parecen estar asociadas al pensamiento probabilístico generan inquietudes y zozobras que desalientan cualquier intento por unificar el concepto de probabilidad. La noción de probabilidad corre el riesgo de convertirse en una verdadera quimera, inasible, epistémicamente obtusa y constantemente conflictuada con la inmediatez fáctica.

En general, en la literatura especializada hallamos una narración que se encarga de explicar las múltiples y ubicuas confrontaciones cognitivas que trae consigo tanto el uso y como la comprensión de la probabilidad (e.g., Borovcnik, 2018), donde las razones últimas remiten a las deficiencias o ausencias de pensamiento probabilístico en las personas. Sin embargo, desde la perspectiva que nos ofrece la conceptualización de Cournot, la problemática de la probabilidad no puede reducirse a una cuestión de carácter cognitivo. La probabilidad no es un oxímoron, tampoco una entidad esquizoide cambiando de identidad según el estado de las circunstancias. La probabilidad es una unidad onto-epistémica, que se sostiene sobre características y propiedades complementarias, las que se bruñen por la interacción entre el sujeto y la realidad, en consecuencia, no es una abstracción ni una propiedad material en el sentido tradicional. La probabilidad amalgama las formas en las que las personas conocen el mundo y las formas dinámicas en las que se expresa dicho mundo. La aleatoriedad introduce una nueva dimensión de la realidad, una que desafía no sólo al paradigma determinista de las ciencias, sino a la mismísima ontogénesis de la cognición humana. La interacción con el entorno constantemente nos moviliza a elaborar conjeturas y construir hipótesis, pero los tipos de devoluciones o *feedbacks* pueden ser muy disímiles. Muchas de las experiencias que median entre nosotros y el mundo nos otorgan mecanismos de constatación que funcionan de manera inmediata, es decir, el resultado de la acción informa inmediatamente respecto de la validez de la conjetura, como al dejar caer un objeto o al soltar un globo relleno con helio. Pero este tipo de experiencias no son las más ni las únicas, en situaciones en las que predomina la incertidumbre las constataciones no

pueden realizarse *ipso facto*. He ahí la esencia de la probabilidad y la naturaleza de las señas que imprime sobre el pensamiento probabilístico.

Bibliografía

Batanero, C., Chernoff, E. J., Engel, J., Lee, H. S., & Sánchez, E. (2016). Research on teaching and learning probability. In Authors (Eds.), *Research on teaching and learning probability* (pp. 1-33). Springer, Cham.

Borovcnik, M. (2018). Fundamental concepts and their key properties in probability – how to identify them and provide sustaining intuitions. In M. A. Sorto, A. White, & L. Guyot (Eds.), *Looking back, looking forward. Proceedings of the Tenth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10, July, 2018, pp.1-6)*, Kyoto, Japan.

Campbell, L. y Garnett, W. (1882). *The life of James Clerk Maxwell*. London: Macmillan.

Calzi, M. L., y Basile, A. (2004). Economists and Mathematics from 1494 to 1969. *Beyond the Art of Accounting. Mathematics and Culture I*, 95-107.

Cournot, A. A (2010). *Écrits de Jeunesse et Pièces diverses, ouvres complètes*. Librairie J. Vrin, Presses Universitaires de Franche-Comté.

Cournot, A. A. (1984). *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*. Paris: Hachette.

Daston, L. (1994). How probabilities came to be objective and subjective. *Historia Mathematica*, 21(3), 330-344.

Debreu, G. (1984). Economic theory in the mathematical mode. *The Scandinavian Journal of Economics*, 86(4), 393-410.

Hacking, I. (1991). *La domesticación del azar: la erosión del determinismo y el nacimiento de las ciencias del caos*. Barcelona: Editorial Gedisa SA.

Hacking, I. (1995). *El surgimiento de la probabilidad: un estudio filosófico de las ideas tempranas acerca de la probabilidad, la inducción y la inferencia estadística*. Barcelona: Editorial Gedisa SA.

Poisson, S.D. (1837). *Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile précédées des règles générales du calcul des probabilités*. Paris : Bachelier.

Schumpeter, J. (1954). *History of Economic Analysis*. New York: Allen & Unwin (Publishers) Ltd.

Le Van-Lemesle, L. (1980). La promotion de l'économie politique en France au XIXe siècle jusqu'à son introduction dans les Facultés (1815-1881). *Revue d'histoire moderne et contemporaine* (1954-), 27(2), 270-294.

Martin, T. (2007). Cournot's probabilistic epistemology. En 1era edición. Touffut (Ed.), *Augustin Cournot: modelling economics* (21-40). Massachusetts: Edward Elgar Publishing.

Martin, T. y Touffut, J.P. (2007). Introduction. En 1era edición. Touffut (Ed.), *Augustin Cournot: modelling economics* (1-7). Massachusetts: Edward Elgar Publishing.

Mentré, F. (1908). *Cournot et la renaissance du probabilisme au XIXe siècle* (Vol. 5). Paris: M. Riviere.

Straus, A. (1988, February). Econométrie et histoire économique: la France au xix e siècle (note critique). En *Annales. Histoire, Sciences Sociales* (Vol. 43, No. 1, pp. 55-71). Cambridge: University Press.