Madrid Casado, Carlos M.

Pascal. Entre la geometría y la filosofía natural

Pascal. Entre la geometría y la filosofía natural*

Pascal. Between Geometry and Natural Philosophy

Carlos M. Madrid Casado†

Resumen

Blaise Pascal nace en 1623 y muere, con 39 años, en 1662. Durante su corta y trágica vida se significó como matemático, científico, polemista, apologista y filósofo. Antes de la quiebra en dos de su vida, como consecuencia de su conversión definitiva, Pascal puede ser descrito como un geómetra y un filósofo natural de primer rango. De una vida orientada a las ciencias pasó en 1654 a una vida consagrada, casi en exclusiva, a la religión. El objetivo del presente artículo es revisar y analizar críticamente, saliendo al paso de algunas interpretaciones que se han convertido en tópicas con el paso del tiempo, las contribuciones científicas del paradójico polímata francés.

Palabras clave: revolución científica - probabilidad - escolástica - jansenistas

Abstract

Blaise Pascal was born in 1623 and died, at age 39, in 1662. During his short and tragic life he was known as mathematician, physicist, inventor, polemicist, apologist and Christian philosopher. Before his Jansenist conversion Pascal can be described as a geometer and natural philosopher of the first-rate. From 1654 he devoted his life almost exclusively to religion. The aim of this paper is to review the scientific contributions of the enigmatic French polymath and to criticize some interpretations that have become topical with the passage of time.

Keywords: scientific revolution - probability - scholasticism - Jansenism

* Recibido: 18 de septiembre de 2018. Aceptado con revisiones: 24 de enero de 2019.
† Fundación Gustavo Bueno, España. Para contactar al autor, por favor, escribir a: cmadrid@ccee.ucm.es.
Metatheoria 10(1)(2019): 27-44. ISSN 1853-2322. eISSN 1853-2330.

1. Introducción: antiguos y modernos en la Revolución Científica

La vida de Pascal transcurre bajo los gobiernos de Richelieu y Mazarino, que anuncian el absolutismo de Luis XIV, en una época marcada por la Guerra de los Treinta Años, donde Francia y España se enfrentaron por la hegemonía en Europa. Entre los acontecimientos científicos y filosóficos que le tocó vivir destaca la publicación de obras de Galileo, Bacon o Descartes. El contexto histórico aparece marcado por el amanecer de la Nueva Ciencia dentro del debate entre antiguos y modernos, en el que Pascal mediará decisivamente.

Con estas palabras se abría el prefacio al inacabado gran tratado sobre el vacío escrito por Pascal hacia finales de 1647:

> El respeto que inspira la antigüedad es hoy día tan grande en las materias en que debe tener menos fuerza, que convertimos en oráculos todos sus pensamientos, y en misterios sus afirmaciones erróneas, sin que nos sea posible exponer novedades sin peligro, y el texto de un autor [de la antigüedad] basta para destruir los más sólidos razonamientos (Pascal 2014, II, p. 407).

En el plano científico, Pascal anteponía el valor de los modernos al de los antiguos, criticando que se pusieran la autoridad y las palabras de estos últimos por delante del perfeccionamiento de las experiencias llevado a cabo por los primeros. Sin embargo, y a este asunto volveremos al final del artículo, nos equivocaríamos completamente si situásemos a Pascal dentro de las filas de los modernos. El pensador francés tiene, por así decir, un pie en cada mundo: uno en el antiguo y otro en el moderno. En efecto, Pascal defiende la valía de los antiguos en el plano moral y religioso. Lamenta la ceguera de los que aportan la mera autoridad como prueba de materias físicas, en vez del razonamiento y la experimentación; pero le inspiran horror los que emplean la razón en teología, en vez de la autoridad de la Escritura y de los Santos Padres. A su juicio:

> La gran desgracia del siglo es que vemos muchas opiniones en teología, desconocidas en toda la antigüedad, defendidas con firmeza y aceptadas con aplauso, mientras que las que se producen en física [...] parece que deben ser convencidas de falsedad en cuanto se opongan por poco que sea a las opiniones establecidas. ¡Cómo si el respeto que se tiene a los antiguos filósofos fuese un homenaje inexcusable y el que se tiene a los más antiguos de los Santos Padres una mera cortesía! (Pascal 2014, II, p. 409)

La “desgracia del siglo” consistía en la confusión del método propio de cada saber. En física, los que sacralizan a los antiguos, guiándose sólo por la autoridad y la opinión, son ciegos y tímidos, ya que hay que multiplicar de continuo las experiencias para que las consecuencias se incrementen en proporción. En cambio, los que en teología solo atienden al razonamiento, olvidándose de mirar al pasado y cogitando mil novedades, son tan temerarios como insolentes.

Curiosamente, la disputa entre antiguos y modernos, que sirvió de telón de fondo al surgir de la Nueva Ciencia, venía rodando desde el siglo anterior y tiene que ver con lo que la historiografía de la ciencia más reciente denomina como la Revolución Científica temprana, cuyo escenario no es Italia o Francia sino España y Portugal (Barrera-Osorio 2006). El descubrimiento de esa *quarta pars* bautizada como América constituyó un factor determinante para el desarrollo de las ciencias de la época, en especial para la geometría de la esfera, la física del globo y la historia natural. La “esfera terrestre” fue el centro en torno al cual gravitó la ciencia ibérica.

Es así que para Juan Valera, antes de que vinieran Copérnico, Galileo, Pascal o Newton, era menester ensanchar y completar la idea del globo que habitamos, de modo que “si la ciencia moderna, si la moderna filosofía, hubieran de marcar el día de su origen, esta nueva era no empezaría el día en que Bacon publicó su *Novum organum*, ni el día en que salió a la luz el *Discurso del método* de Descartes, sino el 7 de septiembre de 1522, día en que Elcano llegó a Sanlúcar de Barrameda en la nave Victoria" (Vélez 2014, p. 214). La primera circunvalación de la Tierra fue, como señala el filósofo español Gustavo Bueno (1989, p. 30), un hecho de una importancia para el complejo ciencia-filosofía de alcance mayor, si cabe, que la revolución copernicana, aunque de otro orden.[1] Porque la circunnavegación de Magallanes y Elcano fue una circunvalación física, en virtud de la cual la esfera de Eratóstenes llegó a ser pisada realmente, y fue la primera vez en la Historia de la Humanidad en que una teoría muy abstracta y de gran alcance pudo ser demostrada efectivamente. La primera vez en que los hombres pudieron comenzar a pensar que las teorías científicas eran algo más que especulaciones, puesto que tenían que ver con la misma realidad empírica y práctica. Con palabras entresacadas de la Historia natural y moral de las Indias de José de Acosta, publicada en 1590:

> ¿Quién dirá que la nao Victoria, digna, cierto, de perpetua memoria, no ganó la victoria y triunfo de la redondez del mundo, y no menos de aquel tan vano vacío, y caos infinito que ponían los otros filósofos debajo de la tierra, pues dio vuelta al mundo, y rodeó la inmensidad del gran océano? ¿A quién no le parecerá que con este hecho mostró, que toda la grandeza de la tierra, por mayor que se pinte, está sujeta a los pies de un hombre, pues la pudo medir? (Acosta 1590, Libro I, Cap. II)

La Nueva Ciencia que comenzó a gestarse durante el Renacimiento, y a la que tan grandes réditos daría Pascal, es en manos de los historiadores actuales algo más que un rosario de grandes cabezas e ideas preso del esquema progresista a que nos acostumbró el siglo XIX: es una pluralidad de grupos y prácticas (observaciones, medidas, experimentos) basadas en técnicas previas y en tecnologías posteriores (reificadas en forma de aparatos como el telescopio, el microscopio, la máquina aritmética, el barómetro o la bomba de vacío). A la manera que la primera revolución científica (la de la geometría griega) tuvo un origen técnico (prisma significa en griego lo que se ha cerrado; cilindro, lo que se ha enrollado; etc.), las nuevas teorías científicas –como la de la esfericidad de la Tierra– aparecieron engarzadas con nuevas técnicas artesanales, mundanas (por ejemplo, de navegación). Muchas de ellas implementadas por vez primera en Portugal y España, a pesar de que una versión vulgarizada de la sociología weberiana ha repetido hasta la saciedad la cantinela de que el protestantismo era el bando promotor de un espíritu aperturista y renovador, mientras que el catolicismo estaba imbuido de un espíritu reaccionario y oscurantista que reprimía cualquier novedad científica.

En general, la contribución ibérica al desarrollo científico consistió en la institucionalización de ciencias y técnicas (náuticas, cartográficas, geodésicas, astronómicas, metalúrgicas, médicas, agrícolas, urbanísticas…) pioneras durante el siglo XVI que sentaron las bases de la Revolución Científica del siglo XVII. Sin ánimo de ser exhaustivos: en cosmografía y geografía, el descubrimiento de América, la prueba de la esfericidad de la Tierra, y el trazado de planisferios y mapamundis incorporando las últimas exploraciones de acuerdo con la geometría esférica. En astronomía, la reforma del calendario, tablas que mejoraban las de Alfonso X y las de Copérnico, y mejoras en los instrumentos de observación. En náutica, regimientos de navegación y cartas de marear, así como diversas soluciones al problema del cálculo de la longitud y de la declinación magnética. En historia natural, tratados sobre la física del globo y clasificaciones de la flora y fauna americanas. En artillería y fortificación, avances en el cálculo de trayectorias de proyectiles y en la construcción de máquinas, ingenios y fuertes. Y en minería y metalurgia, el método del beneficio de la plata por amalgamación.

[1] De facto, en lo que atañe a los siglos XVI y XVII, juzgar el progreso o el atraso científico midiendo el grado de adhesión al copernicanismo no resulta prudente: Bacon, Mersenne, Gassendi, Roberval y Pascal aún eran agnósticos al respecto entre 1620 y 1650, y su conversión –si la hubo, caso del segundo (hacia 1634)– fue posterior. En la correspondencia con el Padre Noël, Pascal teoriza, todavía en 1647, que los dos sistemas del mundo –geocéntrico y heliocéntrico– son equivalentes y que faltan observaciones sistemáticas capaces de explicar el movimiento de la Tierra (Pascal 2014, II, p. 439). Thomas Digges, por contra, defendió el copernicanismo desde muy pronto, aunque lo hizo apelando a los misterios de la Cábala o al sello de Hermes (lo que no puede considerarse en modo alguno un avance).

No en vano, la primera Academia de Matemáticas moderna fue fundada por Felipe II en torno a su geómetra y arquitecto Juan de Herrera en 1582. El Rey sabía de la importancia de la composición de las ciencias matemáticas con el mundo terrestre (la cosmografía) y con el mundo celeste (la astronomía), porque el trazado de planos, como el Padrón Real, era imprescindible para asegurar el viaje a los confines del Imperio. Aún más: el Canciller Francis Bacon calcaría la portada del Regimiento de navegación del Padre García de Céspedes (1606) para su *Instauratio magna* (1620) (Pimentel 2000). No deja de ser una gran paradoja que el lema de la España Imperial (Plus Ultra) fuera el mismo que figuraba en la portada del libro de Bacon que profetizaba el advenimiento de la Nueva Ciencia: unos barcos rebasan las columnas de Hércules, descubren nuevas tierras y ensanchan los límites del mundo.

La sensación de estar asistiendo a la visión de sucesos que los antiguos nunca contemplaron, de estar viviendo el nacimiento de la Modernidad, es consustancial a los españoles del siglo XVI (Maravall 1986). Estos eran conscientes, por ejemplo, de que observaban el cielo desde regiones como las australes nunca entrevistas por griegos y romanos. En palabras otra vez entresacadas de la Historia natural y moral de las Indias del Padre Acosta: "nosotros los que vivimos en Perú nos vemos obligados a observar desde este hemisferio esa parte y región de los cielos que gira alrededor de la Tierra y que los antiguos nunca vieron" (Acosta 1590, Libro I, Cap. II). He aquí, a nuestro entender, las raíces del debate en que participó Pascal.

2. Aportaciones matemáticas: de la geometría de las secciones cónicas a la geometría del azar, pasando por la máquina aritmética

Blaise Pascal nació en el seno de una escueta familia que pertenecía a la nobleza de toga francesa (una pertenencia a una peculiar clase social que en parte explica su futura inclinación jansenista). Muerta la madre, el padre supervisó la educación del joven, estimulando la curiosidad innata de esta criatura enfermiza, que creían embrujada, y cuyos traumas infantiles con la visión del agua o la tóxica relación que desarrolló con una de sus dos hermanas –con Jacqueline, con la que formó una especie de matrimonio y a la que quiso impedir que tomara los hábitos negándole su parte de la herencia familiar– harían frotarse las manos a un psicoanalista. Siendo todavía un niño, Pascal escribió un breve tratado sobre el sonido tras observar que un plato golpeado por un cuchillo deja de sonar si se toca con un dedo.

En la biografía o hagiografía escrita por su hermana Gilberte se nos cuenta que con poco más de doce años comenzó a trazar figuras con carbón sobre las baldosas de su cuarto y a razonar sobre ellas: "después de los nombres formuló axiomas y, por último, llevó a cabo demostraciones perfectas, y como en esto se pasa de una cosa a otra, pasó y llevó tan lejos su investigación que llegó hasta el Teorema XXXII del Libro I de Euclides" (Villar 1988, p. 32). Es decir, fue sorprendido demostrando que la suma de los ángulos de un triángulo equivale a dos ángulos rectos. Su padre, que hasta entonces había postergado hablar al joven de geometría, decidió acelerar su educación sin hacerle pasar por la escolástica o la física aristotélica (de la que Descartes hubo de dudar amparándose en la matemática que aprendió en los libros del jesuita Clavio, el Euclides del XVI), aunque sin descuidar por ello la lectura directa de los textos sagrados (lo que puede prefigurar su posterior aversión a la teología natural que predicaban los tomistas, así como la separación tajante de fe y razón). Además, comenzó a llevarle con él a las tertulias que celebraba el Padre Mersenne y a las que acudían sabios como Roberval, Desargues, Gassendi y Descartes. Entre ellos Étienne Pascal era conocido por haber estudiado la curva conocida como del caracol (*limaçon*, en francés) o concoide del círculo como medio para realizar la trisección del ángulo, uno de los tres problemas clásicos no resolubles con regla y compás.

En 1640, con sólo dieciséis años, Pascal alumbró su primera obra matemática de envergadura: el *Ensayo sobre las cónicas*. Se inspiró para ello en los trabajos de Desargues, a quien rindió homenaje, y que había cuestionado el tratamiento de Apolonio de ciertas secciones cónicas. Este ingeniero y arquitecto se había interesado por la perspectiva y la proyección, por cómo representar figuras espaciales en un plano, un tema instigado por la pintura renacentista y por la necesidad de hacer buenos planos de máquinas. Pascal estudió las cónicas, primeramente, a la manera clásica, helena, es decir, como intersección de un plano con una superficie cónica (lo que originaba las cuatro cónicas no degeneradas: la antóbola o elipse, la parábola y la hipérbola). Y, después, de una forma nueva: como la proyección en un plano de círculos en el espacio, como distintas perspectivas de un círculo "con el ojo puesto en el vértice del cono" (García Merayo 2007, p. 121). El *Ensayo* contiene el teorema de Pappus y el célebre teorema del hexágono o hexagrama místico (con la "recta de Pascal"), que generaliza el resultado que establece el primero a cualquier cónica, incluyendo aquellas degeneradas, como un par de rectas. Hacia 1648 Pascal escribió otro *Ensayo sobre las cónicas*, donde la formulación hexagonal del Lema I del ensayo previo era más clara y se daba demostración de muchos de los resultados antes únicamente enunciados, pero este ensayo se perdió y sólo se tiene noticia de él por Leibniz.

Un siglo después su compatriota Laplace, poco dado a hacer elogios, afirmó que fue uno de los mejores geómetras de la historia. Es un hecho que tanto Pascal como Desargues auguraron el alba de la geometría proyectiva, eclipsada por la geometría analítica cartesiana hasta su fundamentación por Poncelet en el siglo XIX. En cualquier caso, el estudio de las cónicas era en el siglo XVII de la mayor importancia, ya que Kepler las identificó en las trayectorias de los astros (las órbitas elípticas), aunque la cónica no está tanto en el cielo como en la proyección de la órbita sobre el papel. No obstante, a pesar de las alabanzas que el *Ensayo* desató en el Padre Mersenne y Desargues, dejó frío a Descartes, quien contestaría lo siguiente en una carta dirigida al mínimo: "no encuentro extraño que haya quienes demuestren las cónicas más fácilmente que Apolonio [...] pero se pueden proponer otras cosas relativas a las cónicas que un niño de 16 años tendría trabajo en explicar" (Tebas 1962, p. 398). Quizá, la animadversión cartesiana se explique porque el joven prodigio no hacía uso de la geometría analítica, construida sobre la base algebrista suministrada por la "logística speciosa" (con letras) de Vieta, que el filósofo francés había dado a conocer en uno de los tres opúsculos que acompañan al *Discurso del método* (1637).

Dos años después, en 1642, Blaise inventó la máquina aritmética, llamada ya en la época "pascalina", para ayudar a su padre en los cálculos sobre impuestos. La idea no era, pese a lo que se asevera con frecuencia, original, por cuanto puede rastrearse un antecedente en el compás de Galileo (una especie de calculadora analógica basada en la proporcionalidad de segmentos), en las regletas de Neper (que procedían mediante una disposición ingeniosa de las tablas de multiplicar o mediante el uso de logaritmos reducían las multiplicaciones a sumas) o, más directamente, en un invento similar ideado por el astrónomo alemán Wilhelm Schickard, del que algunos oyeron hablar en torno a 1623 (Kepler habría recibido los planos del diseño) pero que supuestamente se destruyó a medio terminar en un incendio. Sin embargo, Pascal fue pionero en resolver, con una mentalidad eminentemente práctica y comercial, la cuestión técnica del diseño.

De igual manera, como apunta Gabriel Albiac (Pascal 2014, p. 22 y ss.), que Pascal se convirtió en la segunda mitad de su vida en una suerte de máquina de buscar a Dios, la pascalina era una suerte de reloj, el ejemplo barroco por excelencia de máquina.[2] Conviene recordar que, basándose en las investigaciones de Galileo, Huygens fabricó en 1656 el primer reloj de péndulo, que mejoraba los existentes de pesas y ruedas. Precisamente, la máquina aritmética se asemejaba con su sistema de ruedas dentadas a un reloj. Las ruedas giratorias arrastraban unos tambores con las cifras escritas, de modo que cuando uno de ellos completaba una vuelta obligaba al tambor vecino por la izquierda a adelantar un paso, una unidad. La máquina efectuaba sumas y restas y, a partir de ellas, podían calcularse multiplicaciones y divisiones. En la carta dedicatoria que escribió en 1645, Pascal afirmó que pretendía unir el conocimiento de la mecánica con el de la geometría, esto es, "reducir a movimiento reglado [sin plumas ni fichas] todas las operaciones

[2] Descartes, en sus *Principios de la filosofía* (1644), no reconocía diferencia alguna entre las máquinas que hacen los artesanos y los diversos cuerpos que la naturaleza compone. Lo que prefiguraba la ciencia de la mecánica, la mecánica racional de Newton, pero también refería a la doctrina del automatismo de las bestias que Descartes tomó del médico hispano Gómez Pereira: los animales eran autómatas, máquinas.

de la aritmética" (Pascal 2014, p. 68). La principal virtud de la máquina era su economía, como Pascal venía a decir en el folleto de instrucciones, porque las operaciones penosas, largas y poco seguras se convertían en fáciles, rápidas y seguras. No obstante, a pesar de que se pusieron varios ejemplares a la venta y Roberval, que tenía encomendada la comercialización, enseñó su funcionamiento a los curiosos –como el propio Descartes– en París, el proyecto fracasó debido a su alto coste y fragilidad. Sólo un obrero de Ruan, supervisado por Pascal, sabía fabricarla. Hoy día se conservan siete pascalinas, custodiando una de ellas una inscripción donde Pascal certificaba la máquina como auténtica –circulaban falsificaciones– y se declaraba el inventor. En ocasiones se califica (hiperbólicamente) a Pascal, junto a Charles Babbage, de creador de la computación, y en su honor uno de los lenguajes de programación clásicos porta su nombre.

Saltemos a 1654. Tras más de una década dedicado principalmente a la física del vacío y otros menesteres, Pascal anunció a la Academia de Matemáticas parisina la invención de la "geometría del azar" en su informe *Celeberrimae Matheseos Academiae Parisiensi*. La deuda de la teoría de la probabilidad con Pascal fue explícitamente reconocida por Siméon Denis Poisson en la primera página del tratado de 1837 que recogía sus investigaciones sobre la probabilidad, según la frase tantas veces repetida: "un problema relativo a los juegos de azar, propuesto a un austero jansenista [Pascal] por un hombre de mundo [el Caballero de Méré], ha sido el origen del cálculo de probabilidades" (Todhunter 1865, p. 7). Sin embargo, como vamos a explicar, no es del todo exacto erigir a Pascal en "padre" de la teoría de la probabilidad, del cálculo de probabilidades o, simplemente, del concepto de probabilidad. Tampoco por ello vamos a deslizarnos hacia el otro lado y defender, con el discípulo de Karl Pearson, F. N. David (1962, Cap. IX), que Pascal fue detrás de Fermat en el estudio de la geometría del azar, porque creemos que de este modo no se valora justamente su aportación ligada al triángulo aritmético.

No deja de tener su gracia, como no dejó de señalar Laplace en el *Ensayo filosófico sobre las probabilidades* (1814), que una ciencia que comenzó con consideraciones sobre monedas, dados, urnas y barajas se convirtiera pasado el tiempo en uno de los objetos más importantes del conocimiento humano. A mediados del siglo XVI, el matemático, astrólogo y jugador empedernido Gerolamo Cardano había escrito el Libro de los juegos de azar, aunque no se publicó hasta muchos años después de su muerte. Posteriormente, Galileo se ocupó del juego de dados, de la suma de las puntuaciones obtenidas al tirar tres dados, determinando mediante un análisis de las frecuencias qué resultados eran más probables que otros: era preferible –según constató– apostar por que la suma fuese diez antes que nueve, ya que diez puntos podían obtenerse de 27 maneras distintas por sólo 25 maneras de obtener nueve puntos. A pesar de la simplicidad del problema, Galileo quedó exhausto tras atacarlo. No disponía de las herramientas adecuadas.

El cálculo de probabilidades surgió al calor de los juegos de azar avanzado el siglo XVII, según lo atestigua la correspondencia que entablaron en 1654 Blaise Pascal y Pierre de Fermat, un abogado amante de las matemáticas en sus ratos de ocio (sería su hijo quien publicara en 1679 su variada obra, dispersa en cartas, como las que cruzó con Pascal), a propósito de los dos acertijos planteados por Antoine Gombaud, Caballero de Méré, al primero de ellos. Instigados por la obsesión con el juego de este libertino (al que Pascal conoció en los salones que frecuentó durante el periodo mundano, de momentánea frialdad religiosa, que siguió a la muerte del padre en 1651), los dos matemáticos franceses resolvieron el problema de los repartos (*les partis)* y el problema del seis doble.

El problema de los repartos (a veces llamado también en la literatura matemática el problema de los puntos) consiste en lo siguiente: si dos jugadores de cartas o dados acuerdan jugar a tres rondas pero se les interrumpe antes de que puedan terminar (presuntamente por la policía, ya que el juego solía estar entonces prohibido), ¿cómo deberían repartirse el dinero apostado (es decir, lo puesto sobre la mesa) si uno ha ganado dos partidas y el otro solamente una? Supongamos que los dos jugadores A y B apuestan uno contra otro 32 monedas de oro, lo que hace un total de 64, que se llevará el primero que gane tres partidas. Y supongamos también que A y B tienen que interrumpir el juego cuando A ha ganado dos partidas y B sólo una. Este problema había sido resuelto en falso por Luca Pacioli en el siglo XV, quien propuso que los jugadores debían repartirse el dinero de las apuestas en función del número de victorias: como han jugado tres partidas, de las que dos ha ganado A y sólo una B, 2/3 del dinero serían para A y 1/3 para B. Cardano llegó a la conclusión de que esta solución no podía ser correcta, porque no tenía en cuenta el número de partidas que le faltaban a cada jugador para hacerse con el premio en su totalidad. A raíz de la comunicación entre Pascal y Fermat, Roberval, visualizando tres posibles finales (que A venciera por 3-1 ó 3-2 y que B venciese por 2-3), dio idéntico resultado que Pacioli, sin darse cuenta de que los tres finales no eran equiprobables (un error que también D'Alembert cometería en la Enciclopedia con respecto al lanzamiento de monedas, lo que le afearía Laplace).

Fueron Pascal y Fermat quienes llegaron a la solución correcta, aunque por métodos ligeramente diferentes. A pesar de que la carta donde Fermat expone su método general se extravió, su idea de fondo era contar todas las posibles combinaciones empleando letras. A Pascal el "método combinatorio" de Fermat le pareció excesivo y digno de abreviarse, para lo que ideó un "método universal" (*sic*), sustentado en el triángulo aritmético y en las ideas de equidad, juego justo y esperanza (luego más patentes en Huygens). "Ya ve –le escribió Pascal a Fermat– que la verdad es la misma en Toulouse que en París" (Pascal & Fermat 2007, p. 204).

Si se supone que A y B son igual de duchos o habilidosos en el juego (esto es, la probabilidad de que cada uno gane al otro es de ½), la probabilidad de que A gane la tercera partida antes de que lo haga B es de ¾, dado que tiene dos opciones para ello: o bien gana a la primera (con probabilidad ½, quedando el tanteo 3-1), o bien gana a la segunda perdiendo la primera (con probabilidad ½ · ½ = ¼, quedando el tanteo 3-2). La suma de las probabilidades de ambas opciones da, efectivamente, ¾. En cambio, la probabilidad de que B gane es de sólo ¼, dado que ha de hacerlo dos veces seguidas (½ · ½ = ¼). Por tanto, el reparto justo sería de ¾ para A (48 monedas) y ¼ para B (16 monedas). Pascal llegó a esta solución con ayuda de su triángulo aritmético. Como a A le queda una partida para ganar y a B dos, tomemos 1 + 2 = 3. Y nos fijamos en la base del triángulo que contiene tantos elementos (tres), a saber: 1 2 1 (que suma un total de 4). Si sumamos tantos números desde la izquierda como partidas le faltan a B para ganar, tenemos 1 + 2 = 3, y diremos que a A le corresponde una fracción de ¾ del total (48 monedas) y a B el resto, es decir, ¼ (16 monedas). A esta justa distribución es a lo que Pascal llamaba *parti* (reparto).

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1

Figura 1. Triángulo aritmético (aunque Pascal no lo orientó así).

En 1708, el matemático francés Pierre Raymond de Montmort fue el primero en ligar el triángulo aritmético al nombre de nuestro protagonista, al mencionar la "tabla del Sr. Pascal para las combinaciones" dentro de su Ensayo de análisis de los juegos de azar. No mucho después, en 1730, el hugonote afincado en Inglaterra, Abraham de Moivre, se refirió (en latín) al "*triangulum arithmeticum pascalianum*". Sin embargo, el "triángulo de Pascal" (como se conoce hoy día) era conocido por su contemporáneo Stevin, por Stifel y Tartaglia en el siglo anterior y por los matemáticos chinos mucho antes, en el siglo XIII ("triángulo de Yang Hui"). Los triángulos aritméticos se empleaban para estimar el número de combinaciones o para calcular los coeficientes de la potencia de un binomio. No obstante, Pascal posee el mérito de haber sido el primero en estudiarlo sistemáticamente y publicar una memoria al respecto, que se imprimió en 1654 pero no se distribuyó hasta después de su muerte, en 1665 (Taton

2008, n. 17). En ella ofrece la demostración de múltiples propiedades (en alguna demostración usa implícitamente el principio de inducción matemática, que a veces se llama inducción fermatiana para distinguirla de la inducción científica o baconiana) y varias aplicaciones: a los órdenes numéricos, la combinatoria, los binomios (Newton, con su binomio, generalizará la fórmula a exponentes no sólo naturales) y el problema de los *partis* o repartos.

El otro problema propuesto por el Caballero de Méré era el siguiente: ¿cuántas tiradas son necesarias como mínimo para que sea ventajoso apostar a que se obtiene al menos un seis doble al tirar dos dados? En otras palabras, expresado en términos actuales: ¿cuántas tiradas son necesarias para que sea más probable sacar un seis doble que no sacarlo? Por experiencia, Méré pensaba que bastaba arrojar los dos dados veinticinco veces consecutivas. Una intuición que Pascal demostró, porque la probabilidad de obtener al menos un seis doble en n tiradas es, pasando al suceso contrario (no obtener ningún seis doble), de $1 - (35/36)^n$, que por primera vez supera 0,5 con $n = 25$.

Ahora bien, en la correspondencia Pascal-Fermat de 1654 el término "probabilidad" brilla por su ausencia, por lo que difícilmente puede sostenerse que los creadores de la geometría del azar sean también los creadores de la teoría de la probabilidad (a lo sumo lo serán, aun sin saberlo, del cálculo de probabilidades). La única palabra que uno podría relacionar con probabilidad es "azar", cuando Fermat habla de que "la suma de los azares es 17/27". Tanto Pascal como Fermat se remiten siempre a proporciones. El término "probabilidad" no aparece con sentido matemático hasta el último capítulo de la *Lógica o arte de pensar* de Port-Royal, atribuida a los amigos jansenistas de Pascal, Antoine Arnauld y Pierre Nicole. Un manual escrito en torno a 1662, el año de la muerte del pensador francés.[3] No obstante, la palabra "probabilidad" sí que aparece en la obra de Pascal, pero no en su obra científica sino filosófica. Lo hace en las Cartas provinciales, una serie de cartas escritas entre 1656 y 1657 donde Pascal arremete contra los molinistas y, en especial, los casuistas, es decir, los teólogos que defendían con el dominico español Bartolomé de Medina la doctrina del probabilismo moral: una opinión es probable y, por tanto, es lícito seguirla, si se apoya en fuertes argumentos y en la autoridad de los sabios. Entre el dogmatismo de seguir unos principios morales a rajatabla y el ciego azar, la Escuela de Salamanca y los jesuitas defendieron la incertidumbre intrínseca al libre albedrio frente a luteranos, calvinistas y jansenistas. En las Provinciales, Pascal se mofa del aserto de sus oponentes de que "los doctores hacen la opinión probable" y menciona a grandes teólogos españoles como Molina o Suárez e, incluso, a Juan de Caramuel,[4] el campeón del laxismo, que defendía que "cierto doctor ha convertido ciertas opiniones en probables" (Pascal 2014, II, p. 66). La repulsa al probabilismo moral tal vez explique parcialmente por qué no empleó el término probabilidad sino suertes o azares, proporciones, etc.

El concepto de probabilidad –que como vocablo puede ya encontrarse en Cicerón– se les escapó a los griegos por carecer de una aritmética simbólica adecuada así como de dados simétricos (los posibles resultados de su astrágalo no eran equiprobables), lo que les impidió postular la "regla de Laplace" –que ya se encuentra en Jakob Bernoulli o Abraham de Moivre– como axioma de partida. A pesar de que la palabra probabilidad era de uso corriente en las lenguas emparentadas con el latín (derivaba de *probare*, esto es, de probar o aprobar, y significaba algo así como merecedor de aprobación), el concepto matemático de probabilidad no hizo acto de aparición hasta la segunda mitad del siglo XVII, cuando el término cuya génesis se había producido en el marco de la teología moral de manos de los escolásticos

---

[3] Se cree que Pascal pudo redactar uno de los capítulos de este libro colectivo (el dedicado a la reducción de silogismos), pero que Arnauld lo suprimió (García Merayo 2007, p. 105).

[4] Juan de Caramuel (1606-1682) fue un teólogo, filósofo, matemático y arquitecto cisterciense que se significó en la lucha contra los jansenistas, de manera que en Port-Royal le tenían bastante ojeriza (Velarde 1989, p. 43). Caramuel defendió el probabilismo en moral y jurisprudencia y, lo que es muy interesante, su obra *Mathesis biceps* (1670) incluía 22 páginas dedicadas al problema de los repartos en el juego de dados, así como se interesaba por el cálculo de combinaciones, con aplicaciones a la gramática y la cábala, constituyendo el segundo tratado impreso sobre cálculo de probabilidades tras el de *De ratiociniis in ludo aleae* (1657) de Huygens, quien tampoco empleaba el término probabilidad sino los de posibilidad y oportunidad (Pliego & Santos del Cerro 2002).

españoles entroncó con la geometría del azar. Y lo hizo arrastrando, desde su nacimiento, una singular dualidad. La idea emergió como un Jano bifronte que representaba una mutación de la idea renacentista de los signos (Hacking 1995). Una afirmación era probable cuando estaba bien atestiguada. Con el Renacimiento, y el descubrimiento de América, el mundo comenzó a testificar por sus signos. No sólo los libros de los doctores constituían un testimonio valido. Ahora también lo era –por decirlo con Galileo– el libro de la Naturaleza. De modo que el signo probable era una señal frecuente, repetida, mediante la cual el mundo daba testimonio, credibilidad (a la manera que el humo es un signo del fuego). La probabilidad surgió ligada, por tanto, a la creencia y, por otro lado, a la frecuencia. Al igual que el modo escolástico de la posibilidad, podía predicarse de dicto (acerca de las proposiciones y su evidencia) o de re (acerca de las cosas y de la tendencia, exhibida por algunos dispositivos de azar, a producir frecuencias relativas estables).

Como va dicho, la palabra probabilidad fue usada por vez primera para denotar algo medible numéricamente en la *Lógica* de Port-Royal, el manual sobre el arte de pensar impreso en 1662 por varios conocidos de Pascal, Arnauld y Nicole, afincados en el enclave jansenista: hablando de un juego en el que participan diez personas invirtiendo cada una de ellas un escudo, se dice "cada uno de los jugadores tiene una expectativa de ganar nueve escudos, perder uno, nueve grados de probabilidad de perder un escudo y sólo un grado de ganar los nueve escudos" (Santos del Cerro 2000, p. 442). A la hora de evaluar este grado de certeza los autores señalaban que había que prestar atención tanto a las circunstancias internas –a las que pertenecen al hecho mismo- como a las circunstancias externas –que se refieren al testimonio de personas que nos inclinamos a creer-, una distinción entre probabilidad extrínseca e intrínseca que acuñó originariamente el jesuita español Gabriel Vázquez en unos infolios con comentarios a Santo Tomás escritos entre 1598 y 1615, pero que se publicaron en Lyon en 1631 y que Arnauld pudo conocer en la Sorbona (Santos del Cerro 2000, p. 436).

Pero hay que esperar al inconcluso *Ars Conjectandi* de Jakob Bernoulli, publicado póstumamente en 1713, para encontrar una discusión explícita de la noción matemática de probabilidad. En la Parte IV del opúsculo, Bernoulli aplicó el concepto de raigambre teológica de probabilidad a los juegos de azar, es decir, fusionó la doctrina escolástica con la geometría del azar, en lo que constituye otro ejemplo del proceso que el filósofo Gustavo Bueno (1996, p. 232) denomina "inversión teológica" y caracteriza a la Modernidad, por el que los conceptos que antes se aplicaban al ámbito de Dios y de la Gracia comienzan a emplearse para referirse al ámbito de la Naturaleza y de la Cultura, respectivamente. Bernoulli definió la probabilidad como el grado de certeza dado por el número y la fuerza de los argumentos. Una definición en la que la probabilidad todavía era un atributo de la opinión y no del mundo. Pero inmediatamente afirmó: "el grado de certeza o probabilidad [...] puede ser deducido de la misma manera como se busca habitualmente las suertes de los jugadores en los juegos de azar" (Hald 2003, p. 252). La geometría del azar entroncaba con la probabilidad moral, ensanchando con ello su campo de aplicación. De hecho, Bernoulli aseveró explícitamente que quería, sirviéndose de las reglas de cálculo de Pascal, Fermat y Huygens, aplicar la doctrina del azar a las cuestiones civiles, morales y económicas, a lo que más tarde se conocería como las "estadísticas" (los números propios de cada Estado).

En *The Doctrine of Chances: or, a Method of Calculating the Probability of Events in Play* (1718), De Moivre afianzó la conexión de la probabilidad con el número de oportunidades favorables comparado con el número total de casos posibles. Las oportunidades u ocasiones (chances) se contaban y, a partir de ellas, se calculaban las probabilidades (*probabilities*). De hecho, la segunda edición de su obra, que vio la luz en 1738, advertía de la ventaja de denotar la probabilidad con una única letra, pongamos p, en vez de cómo una razón o cociente entre el número de casos favorables y el número de casos posibles, a/(a+b) (Hald 2003, p. 2). El último paso en la dirección de fusionar definitivamente el concepto de probabilidad, proveniente de la escolástica, con el concepto de oportunidad, procedente de la geometría del azar, lo dio

Thomas Bayes en su *Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances* (1763), al postular en su definición VI que "por chance [azar, oportunidad] entiendo lo mismo que por probabilidad".[5]

Sin embargo, la idea de probabilidad siguió y sigue albergando en su seno rastros de su origen mestizo. En su obra de 1837, Poisson advertía que la probabilidad mezclaba dos nociones que había que distinguir con precisión de cirujano: por una parte, la chance o probabilidad física, que cuantificaba la facilidad o propensión –como se dice actualmente– a aparecer que tiene un suceso; por otra, la *probabilité* o probabilidad epistémica, que medía la credibilidad que merecía la ocurrencia del suceso. Pero el alud de números impresos que conoció el siglo XIX inclinó la balanza por el enfoque frecuencial frente al enfoque credencial de la probabilidad. El mundo rebosaba de frecuencias registradas. La sobrepoblación de números se convirtió en un hecho más allá del campo astronómico, con la observación continuada de regularidades en otras áreas distintas de la bóveda celeste, como la sociología, la biología o la agronomía. Y la interpretación subjetiva de la probabilidad como grado de creencia –de estirpe escolástica– quedó marginada por la interpretación objetiva como frecuencia límite, ligada a la geometría del azar. Pero, por paradójico que parezca, esta distinción, que se remonta a los debates entre antiguos y modernos, entre escolásticos y partidarios de la Nueva Ciencia, entre probabilistas y jansenistas, aún hoy pervive y divide a los estadísticos en subjetivos o bayesianos y objetivos o clásicos (Madrid Casado 2014, cap. V).

En resumen, Pascal fue el artífice de la geometría del azar, pero no de la teoría de la probabilidad; porque sólo a posteriori pueden reconstruirse sus estimaciones como cálculos de probabilidades. Con otras palabras: sólo pueden interpretarse los cálculos de Pascal como cálculos de probabilidades a partir de la confluencia de la geometría del azar con la doctrina escolástica del probabilismo. Y es que a la pregunta de por qué surgió cuando surgió el concepto matemático de probabilidad y no antes (o después) sólo puede responderse atendiendo a un cúmulo de factores que van desde la necesidad de una aritmética fisicalista cómoda (más algebraica que geométrica) que facilite el cálculo de combinaciones, la simetría de los juegos de azar bajo estudio, el influjo de ideas teológicas o la circunstancia de que el mundo testifique por sus hechos.

Más acertado parece referirse a Pascal como precursor de la teoría matemática de la decisión, a raíz del argumento de la apuesta o *le pari* expresado en los *Pensamientos* (esta colección de apuntes dispersos fue editada póstumamente en 1670). Blaise aplicó los razonamientos extraídos de la geometría del azar a la toma de decisiones en el ámbito teológico. El argumento era el siguiente: Dios existe o no existe. Si no existe, da igual creer en él que no creer. Pero si existe, creer que no existe provoca la condenación eterna, mientras que creer trae la salvación y la gloria. Como la salvación es preferible a la condenación (la ganancia esperada es mucho mayor), una persona razonable actuará como si Dios existiera, aunque crea que la probabilidad de que exista es pequeña (obviamente, Pascal no emplea el término probabilidad). La razón es que, aún cuando la probabilidad de la existencia de Dios sea extremadamente pequeña, tal pequeñez será supuestamente compensada por la gran ganancia que se obtendrá, o sea, la felicidad eterna. Con sus propias palabras:

> Dios existe o no existe. ¿Hacia qué lado nos inclinaremos? La razón nada puede determinar. Hay un caos infinito que nos separa. En la extremidad de esta distancia infinita se está jugando un juego en el que saldrá cara o cruz. ¿Qué apostáis? [...] Hay que apostar, no es voluntario; estáis embarcados [...]. Pesemos la ganancia y la pérdida, tomando como cruz que Dios existe. Estimemos estos dos casos: si ganáis, ganáis todo; y si perdéis, no perdéis nada. Apostad, pues, a que Él existe sin vacilar [...]. Esto decide toda la

[5] En otro lugar hemos argumentado que en puridad antes de Laplace no había "teoría de la probabilidad", sino "doctrina del azar" y, en todo caso, "cálculo de probabilidades". En la *Teoría analítica de las probabilidades* (1812), la teoría de la probabilidad cobró carta de naturaleza como ciencia matemática, al quedar organizada como un corpus sistemático ligado no sólo al álgebra sino sobre todo al análisis, por medio de las funciones generatrices (Madrid Casado 2012, cap. V).

> partida: dondequiera intervenga el infinito, y en que no haya infinidad de posibilidades de pérdida contra la de ganancia, no hay vacilación posible [B233, L418].[6]

En términos otra vez probabilísticos: a la luz de la matriz de decisión, mientras que la esperanza de no creer es en el mejor de los casos cero, la esperanza de creer es positiva (porque el valor pequeño de la probabilidad p de existencia de Dios se compensa al multiplicarlo por la ganancia infinita que se obtiene al creer).

	DIOS EXISTE (p)	DIOS NO EXISTE (1–p)
CREER	$+\infty$	0
NO CREER	0 ó $-\infty$	0

Figura 2. Matriz de decisión de la apuesta de Pascal.

Pascal no creía en el Dios de los filósofos (ese Dios, como dijera castizamente Juan Valera, que ni María Santísima con ser su madre lo reconocería), sino en el Dios de Abraham, de Isaac y de Jacob, por emplear la descripción que dejase escrita en el memorial donde reflejó su conversión y que un criado, después de su muerte, encontró cosido a su camisa cual amuleto, según costumbre de la época.[7] Su Dios era un Dios oculto, incierto: "El Dios de los cristianos no consiste en un autor simplemente de las verdades geométricas y del orden de los elementos; esta es la parte de los paganos y de los epicúreos" [B556, L449]. En consecuencia, si Dios no era un ente de razón, su existencia era indemostrable y sólo restaba tomar una decisión, apostar, basándose en esas razones que el corazón tiene y la razón desconoce. De manera que lo que Pascal ofrece no es una demostración, sustentada en la racionalidad geométrica, sino una argumentación muy original empleando la doctrina del azar.

Que Pascal formulara su apuesta por la existencia divina en términos de un juego de azar escandalizaría a Voltaire, así como indignaría a dos matemáticos creyentes como Augustin Louis Cauchy y Paolo Ruffini, detractores ambos de la aplicación de la probabilidad a las ciencias morales. Pero también hubo matemáticos que, aceptando la pertinencia del razonamiento, cuestionaron su contenido. En el Ensayo filosófico sobre las probabilidades, el ateo Laplace expresó sus dudas sobre la apuesta de Pascal. A su juicio, la esperanza de creer no era infinito sino cero; porque la probabilidad p de existencia de Dios era infinitamente pequeña, y al multiplicarla por la ganancia infinita de creer no salía ya infinito sino una cantidad evanescente (como si dijéramos, resolviendo la indeterminación, que $0 \cdot \infty = 0$).[8]

Por último, en 1658, establecido ya en Port-Royal, Pascal resolvió el problema de la "ruleta" para olvidarse de un agudo dolor de muelas que padecía. La ruleta (el nombre, en francés, propuesto por Mersenne) o *cicloide* (el nombre en latín dado por Torricelli) es la curva que describe el clavo sujeto a una rueda cuando esta se mueve ordinariamente. Mersenne la había confundido en un principio con una cónica, pero no lo era. Pascal estudió las propiedades de la curva y sus amigos de Port-Royal le animaron, para reforzar el prestigio jansenista, a que convocase un concurso internacional abierto a los mejores geómetras del momento. Ocultándose bajo el pseudónimo de Amos Dettonville (anagrama de Louis de Montalte, el pseudónimo empleado en las *Cartas provinciales*), Pascal procedió a convocar un concurso con un premio de sesenta pistolas para el matemático que calculase el área encerrada bajo la cicloide, los volúmenes engendrados por la curva al girar alrededor de diversos ejes y los centros de gravedad de estos

[6] Citamos los *Pensamientos*, como es habitual, por las ediciones de Brunschvicg (1897) y Lafuma (1951), que organizan los papeles pascalianos según una ordenación temática y otra fiel a cómo se encontraron, respectivamente. Para un estudio de la recepción de las obras pascalianas en español, ver Bueno Sánchez (2018).

[7] Dos siglos después, Schopenhauer remedará a Pascal, aunque sirviéndose de citas de Epicteto o de los estoicos en vez de una oración.

[8] Entre los filósofos de corte analítico el tratamiento matemático de la apuesta de Pascal ha hecho correr ríos de tinta, como puede comprobarse en Hájek (2012).

cuerpos de revolución. En el certamen participaron Huygens, John Wallis (inventor del signo de infinito) y Christopher Wren (arquitecto de la catedral de San Pablo en Londres), entre otros. Pero la competición no estuvo exenta de polémica por la fijación de los plazos de envío y la fecha límite. Además, algunos de los problemas propuestos inicialmente hubieron de ser retirados del concurso, ya que Roberval los había resuelto con anterioridad, aunque –por su carácter desconfiado– no lo había hecho público. El árbitro de la competición fue Pierre de Carcavi, confidente de los estudios de Fermat, que declaró desierto el premio, porque nadie salvo el convocante, Amos Dettonville, esto es, Blaise Pascal, había dado con las respuestas correctas, y se quedaba por tanto con las sesenta pistolas para admiración de propios y extraños.

En el estudio analítico de la curva cicloide se encuentran los rudimentos del cálculo, y es que Pascal (al igual que Fermat) se quedó a las puertas del cálculo diferencial e integral. En contraste con el método griego de exhausción de Eudoxo y Arquímedes, que acotaba el área o volumen buscado entre dos valores inscribiendo y circunscribiendo polígonos o poliedros (para evitar el paso al límite que caracteriza al análisis matemático), Cavalieri estableció el método de los indivisibles, que estimaba el área o volumen imaginando que la figura o el cuerpo bajo estudio estaba formado, en una suerte de atomismo matemático, por un número infinito de elementos infinitamente delgados (de líneas para un área, de "rebanadas" para un volumen). Como Roberval, Pascal adoptó y adaptó el método de los indivisibles de Cavalieri (sirviéndose de lo que denominó "trilíneas" y "ongletes", y que Leibniz renombró como "triángulos característicos"), pero no lo mantuvo en privado. De hecho, en el margen de estos trabajos, que Pascal dio a conocer en forma de cartas, Leibniz escribió sus primeras consideraciones sobre el cálculo, ya que leyéndolo se dio cuenta de que el problema inverso al del cálculo de áreas de recintos cerrados (cálculo integral) era el problema de trazar tangentes a curvas (cálculo diferencial). A diferencia de Pascal, Leibniz no se resistió a adoptar el simbolismo algebraico cartesiano, lo que a la postre le permitió formalizar el cálculo infinitesimal. Por otra parte, es probable que la consideración de un número infinitamente grande de elementos infinitamente pequeños influyera en la formulación de la doctrina pascaliana de la doble infinitud de la naturaleza: la infinitud de la grandeza (los vastos espacios descubiertos al telescopio) y la infinitud de la pequeñez (los diminutos abismos observados al microscopio), según se recoge en los Pensamientos [B72, L199].

3. El vacío y la física pascaliana

A pesar de que la palabra "científico" (como sustituta de "filósofo natural") no aparece hasta finales del siglo XVIII (en un panfleto escrito por Jean-Paul Marat durante la época del Terror en la Revolución Francesa) y no se populariza hasta bien entrado el siglo XIX gracias a William Whewell (Madrid Casado 2012, p. 160), Blaise Pascal puede ser caracterizado como un científico cuyas aportaciones ayudaron a parir el concepto de presión y las leyes fundamentales de la estática de fluidos. Por sus trabajos en neumática, la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades porta hoy su nombre. Pero hay más: Pascal tomó parte en la creación del vacío, uno de los rasgos distintivos de la Revolución Científica. Porque, según han insistido recientemente algunas filosofías de la ciencia (como la teoría del cierre categorial de Gustavo Bueno o el nuevo experimentalismo de Ian Hacking), lo que distingue a la Revolución Científica no es tanto la atención a los fenómenos (el empirismo) cuanto la creación de nuevos fenómenos desconocidos por los antiguos mediante nuevos aparatos, como la bomba de vacío (construida por Otto von Guericke en 1654 y mejorada por Boyle en 1659).

Hacia 1646, Pierre Petit, ingeniero del rey y amigo de Étienne Pascal, dio noticia a la familia de diversos experimentos relacionados con líquidos. Se había fabricado una campana mediante la cual era posible sumergirse en el agua y permanecer hasta seis horas con una candela encendida. Pero, ¿por qué el agua no penetraba en la campana? Asimismo, los jardineros de Florencia habían constatado la imposibilidad de elevar una columna de agua más allá de cierta altura (algo de lo que Galileo se había hecho eco en los *Discorsi*, 1638). Petit también les habló de cierto experimento que un italiano cuyo nombre no recordaba había realizado y relatado al Padre Mersenne. En 1644, el discípulo de Galileo, Evangelista Torricelli, había realizado experiencias con plata viva (mercurio) en tubos cerrados, observando que al voltearlos e introducirlos en una cubeta que contenía el mismo metal el mercurio descendía por el tubo, pero no se derramaba por completo y dejaba una parte libre aparentemente vacía en el extremo superior del tubo. Torricelli había recreado el experimento de la tubería de agua, cambiando el agua por mercurio, ya que su mayor peso específico ofrecía la ventaja de poder emplear tubos más pequeños y manejables. Pero, ¿por qué el mercurio descendía, quedaba suspendido y no se derramaba por entero? ¿Qué sustituía al metal en la parte superior del tubo: aire, vacío o alguna clase de materia sutil e invisible?

En 1646, Blaise y su padre repitieron en Ruán el experimento de Torricelli. Mersenne no había podido reproducirlo en París, por no encontrar en la ciudad maestros vidrieros tan diestros en la fabricación de largos tubos de vidrio que no se quebrasen como había en Ruán. Pascal y su padre emplearon un estrecho tubo de una longitud de un metro y treinta centímetros, donde fue posible observar un descenso significativo del mercurio. Pese a que Aristóteles estableció que la naturaleza aborrece el vacío, los Pascal comenzaron a darle vueltas a su existencia frente a los simples que defendían que el aire atravesaba los poros del cristal (sin darse cuenta con ello de que entonces podría hacerlo en cualquier parte de la cerbatana y desalojar al resto del mercurio).

Al año siguiente, 1647, Pascal y Descartes se vieron en dos ocasiones (más bien, el segundo visitó al primero, que yacía indispuesto, lo que debió irritar a la perezosa celebridad). Pero no lograron ponerse de acuerdo en los acuciantes problemas que arrojaba la física del vacío. Descartes habló de una materia sutil y Roberval, presente en la primera reunión, replicó acaloradamente. Pascal, que permaneció relativamente callado, no compartía ya por aquel entonces el apriorismo ni la *mathesis universalis* prevista por la filosofía cartesiana. En cuanto filósofo natural, Pascal no derivaba las leyes naturales de principios matemáticos abstractos, sino de experiencias y observaciones siempre provisionales. Había comenzado, por decirlo con Gabriel Albiac (Pascal 2014, p. 41), la voladura de su hermoso proyecto totalizador. Por su parte, Descartes dijo de Pascal en una carta a Huygens que tenía “demasiado vacío en la cabeza” (García Merayo 2007, p. 133).

Ese mismo año Pascal publicó Nuevas experiencias en torno al vacío, donde recogía ocho experimentos, algunos públicos, realizados con tubos, jeringas, fuelles y sifones de varias longitudes y formas, con distintos fluidos como plata viva, agua, vino, aceite, aire, etc. Tras exponer las experiencias, Pascal extrajo una serie de proposiciones que procedió a demostrar. Pero el tratado suscitó una áspera polémica con el Padre Noël, amigo y profesor de Descartes (quien tomó partido por el jesuita). Frente a la física pascaliana del vacío, Noël esgrimió una materia sutil o éter, lo que para Pascal constituía un discurso sin sentido, ya que esa sutilísima materia “a la vez hace todo y no hace nada”. El espacio libre en el tubo estaba vacío hasta que no se demostrara que lo llenaba otra materia. En filosofía natural Pascal creía en una suerte de principio de falsabilidad por encima del principio de autoridad: “hasta que nuevos descubrimientos y experiencias no demuestren lo contrario”, solía añadir (Pascal 2014, I, p. XLVI). Además, la naturaleza no sentía ningún *horror vacui*, entre otras razones –argüía Pascal– porque la naturaleza no tiene un alma sensitiva, al no ser animada ni sensible. En las cartas que cruzaron, Pascal incluso llegó a burlarse de la definición que Noël daba de la luz como un movimiento luminar de rayos compuestos por cuerpos lúcidos, es decir, luminosos; porque la palabra definida no podía entrar en la definición (Pascal 2014, II, p. 443).

Para 1648 Pascal dio a la imprenta la Relación del gran experimento del equilibrio de los líquidos. A fin de demostrar definitivamente que el aire pesa y que es la presión del aire sobre el mercurio de la cubeta lo que equilibra el mercurio en suspensión en la columna de vidrio, dejando un espacio vacío, Pascal ideó otros dos experimentos. El primero de ellos partía del siguiente razonamiento: si es el aire el que equilibra el descenso del mercurio y se hace el vacío en torno a uno de los tubos de Torricelli, el mercurio se derramará totalmente en la cubeta, como de facto sucedió. Y el segundo experimento es el célebre experimento del *Puy-de-Dôme*. Un auténtico *experimentum crucis* baconiano en toda regla. Para Pascal, “el más demostrativo de todos los que pueden practicarse”. Le pidió a su cuñado Florin Périer que observase esa suerte de protobarómetro que era el tubo con mercurio al pie y a la cima de esa montaña. Y Périer comprobó ante testigos que la presión atmosférica variaba (disminuía) con la altura: el mercurio no subía tan alto en el tubo en la cima de la montaña, porque la masa de aire por encima era menor. En París, Pascal repitió el experimento en una torre, observando la variación de la altura del mercurio en la base y en el campanario.[9] La diferencia en las alturas del mercurio no podía deberse a que la naturaleza tuviese más horror al vacío en un sitio que en otro.

Las cartas de relación concluyen con una exhortación al lector: existe el vacío. “El horror al vacío no es más que la miseria oculta de la ignorancia de los filósofos; la naturaleza no siente ninguna repugnancia al vacío y todos los efectos que se le han atribuido proceden del peso y la presión del aire” (García Merayo 2007, p. 141). Pero existen fundadas sospechas de que Pascal se inventó parcialmente la carta en que solicitaba a su cuñado la realización del experimento del *Puy-de-Dôme* (Jean Mesnard cree que pudo alterar la redacción ligeramente). Pascal pudo fingir esta carta, que es muy anterior a la realización del experimento, para vindicar su prioridad en el descubrimiento y la originalidad de sus experiencias, ante el Padre Magni, un franciscano italiano, y ante Adrien Auzout, un astrónomo francés que por las mismas fechas estaba recreando el experimento del tubo de mercurio en el vacío, introduciéndolo en la parte superior de otro tubo de mercurio (también Roberval salió en defensa de su amigo ante otra acusación de plagio).

Finalmente, en torno a 1653, Pascal escribió el Tratado sobre el equilibrio de los licores y la pesantez de la masa del aire, publicado póstumamente en 1663, donde elevó a ley general sus observaciones, formulando el “principio de Pascal”: toda presión ejercida sobre un fluido se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido. Este principio hidrostático, relacionado con la ley de los vasos comunicantes, es el fundamento de la prensa hidráulica, y suele ser ilustrado con un experimento que de forma apócrifa se atribuye al propio Pascal: un barril perforado expulsa agua por todos sus agujeros de la misma manera, con igual velocidad.

En suma, Pascal demostró que tanto la física aristotélica como la física cartesiana se equivocaban en un mismo punto: existía el vacío. Sin embargo, la reputación de Pascal como hábil e ingenioso experimentador fue puesta en entredicho por Robert Boyle en sus *Paradojas hidrostáticas* (1666). El químico escéptico criticó, primeramente, el corsé geométrico de la hidrostática pascaliana, que se presentaba deductivamente, plagada de argumentos teóricos y razonamientos de la forma “si uno hace esto y esto, el resultado es esto otro”. Pero la ambigüedad de las descripciones de los procedimientos experimentales seguidos por Pascal condujo a Boyle a pensar que bajo la retórica experimentalista se escondían muchos experimentos mentales, que en verdad no se habían llevado a cabo: “experimentos más ingeniosos que reales”. Cuando Boyle intentó reproducir algunos de ellos se encontró con que era imposible fabricar los tubos necesarios o con que se precisaba que el filósofo natural se convirtiese en una especie de criatura acuática. Boyle ridiculizó el grabado que acompañaba la obra publicada en 1663, en que se distinguía a una figura humana portando un tubo de mercurio y sentada pacientemente bajo el agua a una profundidad de veinte pies (Shea 2003, pp. 151-152).

[9] Una recreación cinematográfica del experimento puede verse en el filme *Pascal* que Roberto Rossellini dirigió para la televisión italiana en 1971 (minuto 54 y siguientes).

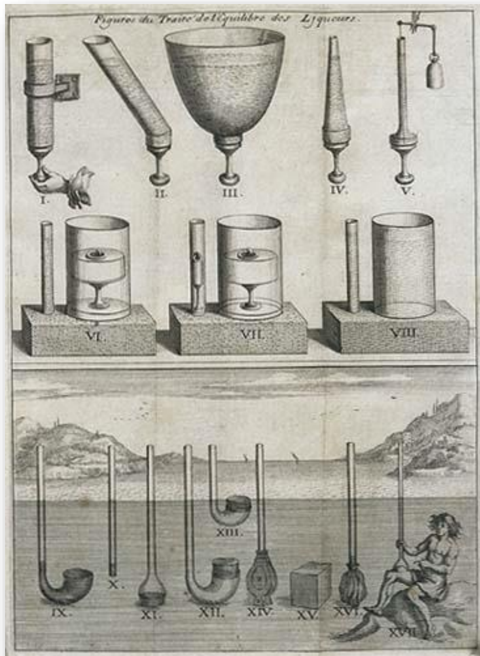

Foto 1. Grabado del *Tratado sobre el equilibrio de los licores y la pesantez de la masa del aire* (1663) donde aparece el experimentador acuático.

4. Conclusión: Pascal y el fundamentalismo científico

1654, el año de la conversión definitiva. La primera conversión de Pascal y de su familia había tenido lugar en 1646, por mediación de los médicos jansenistas que cuidaban al padre. Pero, en 1654, tras una profunda experiencia mística nocturna, Pascal puso punto y final al bienio mundano, rico en conversaciones y vivencias, y se retiró a Port-Royal como su hermana. Aunque no descuidó del todo sus investigaciones, el Pascal geómetra y filósofo natural dejó paso al Pascal polemista, apologeta y religioso. Un Pascal siempre contradictorio. A un tiempo, matemático brillante, experimentador audaz y jansenista reconocido, que gustaba de vivir alejado del mundo. Así, en una carta dirigida a Fermat en 1660, Pascal concebía la geometría, el más bello oficio del mundo, como un juego, divertimento o pasatiempo (Pascal 2014, 71). Incluso, con su magnífico estilo literario llegó a burlarse de los que sudan en sus despachos para resolver una cuestión de álgebra. El aburrimiento despierta en el hombre en reposo, sin pasiones o quehaceres, la pesadumbre y la desesperación por su destino, ya que por muy hermosa que sea la comedia, al final todo acaba igual: con una paletada de tierra sobre la cabeza. "Toda la desgracia de los hombres viene de una sola cosa: el no saber quedarse tranquilos en una habitación [...] lo que se busca es el ajetreo que nos impide pensar en nuestra desgraciada condición y nos divierte" [B139, L136]. Fuera hay muy poco; pero dentro había menos.

Los jansenistas eran los seguidores de Jansenio, un monje belga del que se publicó póstumamente en 1640 su *Augustinus*, un mamotreto donde predicaba un retorno al agustinismo, al cristianismo primitivo. La abadía de religiosas cistercienses de Port-Royal se convirtió en el núcleo irradiador de este movimiento rigorista porque su director espiritual, el abad de Saint Cyran, era buen amigo de Jansenio. Asimismo, el teólogo de la Sorbona, Antoine Arnauld, era hermano de la abadesa de Port-Royal. Mientras que los jesuitas matizaban el valor de la gracia, defendiendo el peso de las obras y la libertad (en esto el molinismo era más moderno), los jansenistas hacían suya una concepción de la gracia similar a la de luteranos y calvinistas. (Todavía hoy en Francia se llama jansenistas a quienes intentan aunar catolicismo y protestantismo.) En vida de Pascal, las controversias con París y Roma, con el Rey y el Papa, se sucedieron, hasta que Luis XIV "pasó el arado por Port-Royal" en 1709. Todo quedó arrasado. Lo que estaba en juego era el absolutismo y la permisividad con esas bolsas de individuos flotantes.

Siempre las causas son múltiples, pero entre las que explican la conversión jansenista de Pascal podemos diferenciar las personales, que provienen de la infancia y del tormento de los dolores sufridos de continuo, y las sociológicas. Es ya clásica la lectura materialista que ofreció Lucien Goldmann (1955): la nobleza de toga, cuyo sustento dependía de los cargos designados por el Rey, fue usada por este para asegurar su poder frente a la aristocracia tradicional; pero una vez asegurado, la creación de cuerpos de burócratas los desplazó del poder y de su trabajo natural, con lo que muchos acogieron con agrado la doctrina de retirarse del mundo, un mundo corrupto y pecador.

Sea como fuere, a partir de 1654 priman el Pascal polemista de las *Cartas provinciales* (escritas para atacar con gran agudeza a los adversarios del jansenismo, es decir, a los jesuitas molinistas y los dominicos bañecianos) y el Pascal apologeta de esos rasguños para uso propio que son los *Pensamientos*.[10] No obstante, nuestro protagonista aún escribió algunos opúsculos hilvanando algunas reflexiones sobre filosofía y metodología de las ciencias. A petición de Arnauld comenzó a escribir unos *Elementos de geometría* destinados a las escuelas de Port-Royal, de los que *Del espíritu geométrico* y *Del arte de persuadir* (1658) quizá conformasen el prefacio. Estas dos obritas constituyen una meditación sobre la ciencia y los diferentes métodos, así como sobre las reglas a seguir para definir y demostrar.

La geometría era, para Pascal, el remedio contra el escepticismo, pero también contra el dogmatismo. La geometría (un nombre que cuadraba tanto, según Pascal, al género –a la ciencia que estudia el movimiento o mecánica, los números o aritmética y el espacio o geometría– como a la especie –la geometría espacial–) tiene una infinidad de proposiciones que exponer, pero sus principios no se apoyan a sí mismos. No puede definir sus objetos primitivos (Pascal 2014, II, p. 274). Los principios se sienten, las proposiciones se concluyen: "El corazón siente que hay tres dimensiones en el espacio y que los números son infinitos, y la razón demuestra después que no hay dos números cuadrados de los cuales uno sea el doble que el otro [id est, que la raíz cuadrada de dos es un número irracional]" [B282, L110].

Pascal diferenció entre un espíritu geométrico (del que Roberval, insensible para todo lo que no fuera matemática, sería representante) y un espíritu de sutileza o fineza (del que el Caballero de Méré sería el estereotipo, por cuanto desengañó a Pascal de la excelencia de las matemáticas). Mientras que los espíritus geométricos se acercan a la realidad mediante la razón, los espíritus sutiles lo hacen por medio de la intuición. Dos modos de conocer distintos pero igualmente válidos (cada uno dentro de su campo). Pascal puso límites a la razón, evitando caer en la tentación racionalista. "Escribir contra los que profundizan en las ciencias: Descartes" [B76, L553]. El orden cartesiano, que quería definirlo y demostrarlo todo, es imposible, porque hasta la geometría parte de unos principios indemostrables, que únicamente intuye. No existe un saber ni un método universalmente válido, sino una pluralidad de saberes parciales, cada uno con su método propio.[11]

El principal valor hoy de la reflexión pascaliana es, precisamente, su crítica al "fundamentalismo científico", es decir, a la idea de que existe la Ciencia, con mayúscula y en singular, en lugar de las ciencias, con minúscula y en plural (Pérez Herranz 2003, pp. 92-93; Bueno 2007, Cap. VIII). Pascal se opuso a

[10] En este punto, la contrafigura de Pascal es Calderón de la Barca; puesto que, como ha argumentado Antonio Regalado (1995), los tres enemigos de la fe cristiana según el rigorista francés –el escepticismo, el probabilismo y el teatro– se dan la mano en el arte dramático de Calderón, el dramaturgo de la escolástica católica.

[11] Este asunto de la distinción entre las clases de saber ya había preocupado al médico humanista español Huarte de San Juan en su best-seller internacional *Examen de ingenios para las ciencias* (1575), donde diferenciaba –como haría Bacon– entre los saberes que dependen de la memoria –en los que rige el principio de autoridad– y los que dependen del entendimiento.

cualquier clase de reduccionismo gnoseológico y ontológico (el filósofo francés percibió la inconmensurabilidad de los géneros al observar que por el espacio el Universo nos absorbe como un punto, pero por el pensamiento la caña pensante lo comprende). Sin embargo, Pascal no desarrolló esta crítica tanto por cuestiones intrínsecas como fideístas, desde una suerte de "fundamentalismo religioso": "No puedo perdonar a Descartes: él hubiera querido en toda su filosofía poder prescindir de Dios; pero no ha podido evitar darle un papirotazo para poner al mundo en movimiento; después de eso no sabe qué hacer de Dios" [B77, L1001]. Al igual que hiciera la corriente agustiniana frente a la tomista, limitó el poder de la razón porque deseaba excluir de su dominio las verdades sobrenaturales, que caerían del lado del corazón. Puso la fe fuera del objeto de la razón. A causa de esto, afirmamos al principio del artículo que Pascal no era antiguo pero tampoco *sensu stricto* moderno.

El año de su óbito (1662) lo encontró perfilando la empresa de las carrozas "a cinco soles" (la primera compañía de ómnibus de París) con el dinero de la herencia paterna que había escamoteado a su hermana Jacqueline por haberse ordenado alejándose de él, y cuyos beneficios irían destinados a la beneficencia (García Merayo 2007, p. 103). Pero la enfermedad le tenía ya postrado en la cama. Al fallecer, la familia, que poco más o menos le consideraba un santo, ordenó que se le hiciera una máscara mortuoria y la autopsia, que –según relata su sobrina con crudeza infinita– encontró el estómago y el hígado putrefactos, y su cráneo prácticamente sin sutura, con la duramadre gangrenada (Villar 1988, p. 41).

Bibliografía

Acosta, J. (1590), *Historia natural y moral de las Indias: en que se tratan las cosas notables del cielo y elementos, metales, plantas, y animales dellas y los ritos, y ceremonias leyes y gobierno, y guerras de los indios*, Sevilla: Juan de León.

Barrera-Osorio, A. (2006), *Experiencing Nature: the Spanish American Empire and the Early Scientific Revolution*, Austin: University of Texas Press.

Bueno, G. (1989), "La Teoría de la Esfera y el Descubrimiento de América", *El Basilisco 2ª Época* (1): 3-32.

Bueno, G. (1996), *El mito de la cultura*, Barcelona: Prensa Ibérica.

Bueno, G. (2007), *La fe del ateo*, Madrid: Temas de Hoy.

Bueno, G. (2018), "Blas Pascal (1623-1662)", *Proyecto de Filosofía en español*, accesible en:

http://www.filosofia.org/ave/003/c069.htm.

David, F.N. (1962), *Games, Gods and Gambling*, New York: Hafner.

García Merayo, F. (2007), *Pascal. Un genio precoz*, Madrid: Nivola.

Goldmann, L. (1955), *Le dieu caché*, Paris: Gallimard.

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: Gedisa.

Hájek, A. (2012), "Pascal's Wager", en Zalta, E. N. (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, http://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/pascal-wager/.

Hald, A. (2003), *A History of Probability and Statistics and Their Applications before 1750*, New Jersey: Wiley.

Madrid Casado, C. M. (2012), *Laplace. La mecánica celeste*, Barcelona: RBA.

Madrid Casado, C. M. (2014), *Fisher. La inferencia estadística*, Barcelona: RBA.

Maravall, J. A. (1986), *Antiguos y modernos. Visión de la historia de la idea de progreso hasta el Renacimiento*, Madrid: Alianza.

Martín Pliego, F. J. y J. Santos del Cerro (2002), "Juan Caramuel y el cálculo de probabilidades", *Estadística española* 44(150): 161-173.

Pascal, B. (2014), *La máquina de buscar a Dios (Una Antología)* (edición, estudio preliminar y notas de Gabriel Albiac), Madrid: Tecnos.

Pascal, B. (2014 I y II), *Pascal*, Barcelona: Gredos-RBA. (Colección Grandes Pensadores, dos volúmenes de obras escogidas siguiendo la edición del tricentenario de las obras en francés a cargo de Jean Mesnard. En el Volumen II se encuentran las obras matemáticas –p. 373 y ss.– y las obras físicas –p. 405 y ss.–.)

Pascal, B. y P. Fermat (2007), *La geometría del azar. La correspondencia entre Pierre de Fermat y Blaise Pascal* (traducción, introducción y notas de Jesús Basulto Santos y José Antonio Camúñez Ruiz), Madrid: Nivola.

Pérez Herranz, F. M. (2003), "La gnoseología circularista de Blaise Pascal", *El Basilisco* 33: 81-94.

Pimentel, J. (2000), "The Iberian Vision: Science and Empire in the Framework of a Universal Monarchy, 1500-1800", *Osiris* 15: 17-30.

Regalado, A. (1995), *Calderón. Los orígenes de la modernidad en la España del Siglo de Oro I y II*, Barcelona: Destino.

Santos del Cerro, J. (2000), "Una teoría sobre la creación del concepto moderno de probabilidad: aportaciones españolas", *Llull* 23(47): 431-450.

Shea, W.R. (2003), *Designing Experiments & Games of Chance: The Unconventional Science of Blaise Pascal*, EE.UU.: Science History Publications.

Taton, R. (2008), "Blaise Pascal", en Gillispie, C. C. (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. X, New York: Charles Scribner's Sons, pp. 330-342.

Tebas, M. (1962), "El científico Pascal", *Revista de filosofía* 3(12): 397-403.

Todhunter, I. (1865), *A History of the Mathematical Theory of Probability from the Time of Pascal to that of Laplace*, Cambridge: MacMillan.

Velarde, J. (1989), *Juan Caramuel*, Oviedo: Pentalfa.

Vélez, I. (2014), *Sobre la leyenda negra*, Madrid: Encuentro.

Villar, A. (1988), *Pascal: ciencia y creencia*, Madrid: Cincel.