

DE LAS MATEMATICAS A LA FILOSOFIA

(From Math to Philosophy)

Alfredo Vallota¹⁸

Avallota42@gmail.com.

RESUMEN

El artículo presenta el gran impulso de las matemáticas en los siglos XVI y XVII con motivo de los grandes viajes oceánicos, el posterior progreso de las matemáticas puras que se trasladó a la Filosofía y su desarrollo como ciencia independiente hasta el presente siglo XXI. Repasamos el surgimiento de grandes avances en matemáticas como los números arábigos, los logaritmos, la geometría analítica, la trigonometría, la cosmografía, la aparición de las máquinas de calcular y la regla de cálculo, el sector, los avances del álgebra, el surgimiento de la física-matemática y la manera que este conjunto de provechos condujo a que las matemáticas se transformen no sólo en modelo de la ciencia sino en un nueva concepción del pensar, del conocimiento y de la mente humana, principalmente con la idea de representación matemática.

Palabras clave: Matemáticas, Filosofía, representación matemática, conocimiento.

ABSTRACT

The article presents the great impulse of mathematics in the 16th and 17th centuries due to the great ocean voyages, the subsequent progress of pure mathematics that was transferred to Philosophy and its development as an independent science until the present 21st century. We review the emergence of great advances in mathematics such as Arabic numbers, logarithms, analytical geometry, trigonometry, cosmography, the appearance of calculating machines and the slide rule, the sector, advances in algebra, the emergence of physics-mathematics and the way in which this set of benefits led to mathematics becoming

¹⁸ Licenciado en Química de la Universidad de Buenos Aires y Magister en Filosofía de la Universidad Simón Bolívar. Docente a nivel universitario en pre y post-grado en varias instituciones argentinas y venezolanas en Ciencias y en Filosofía. Ha dictado conferencias, cursos y seminarios, en Venezuela, Argentina, EE.UU., Francia, Marruecos., Es autor de una docena de libros y más de 100 trabajos publicados, asesor de la Revista Germinal en España y Principia en Venezuela. Sus intereses en Filosofía son la Modernidad, la Política y la Ciencia. Es Fundador y Coordinador General de Filosofía en la Ciudad, llevó el programa Mano a mano con el tango en la desparecida Emisora Cultural de Caracas. Actualmente es productor y guionista de Travesías del Pensar en Humano Derecho Radio Estación en <https://humanoderecho.com/>

not only a model of science but also a new conception of thinking, knowledge and the human mind, mainly with the idea of mathematical representation.

Keywords: Mathematics, Philosophy, mathematical representation, knowledge

INTRODUCCIÓN

Bien podemos decir que las matemáticas gobiernan al mundo o que con las matemáticas se gobierna al mundo y más allá. Y esto no ha sido ajeno a la filosofía, por la enorme influencia que tuvieron las matemáticas en la filosofía del siglo XVII, el siglo del nacimiento de la Modernidad, de cuyas ideas, occidente ha vivido los siguientes 400 años hasta hoy. La administración, la producción, las ganancias y las pérdidas de los negocios, las inversiones, la construcción, la planificación, la evaluación de riesgos, toda previsión para el futuro desde la evolución de enfermedades hasta las necesidades de alimentos, en fin, la vida toda gira en torno a números entre muchas otras cosas, los números miden el dinero, tal como dijo Benjamín Franklin¹⁹, el tiempo es dinero, esta afirmación permite interpretar que a los venezolanos les sobra el dinero porque somos impuntuales y botamos el tiempo, y el dinero, de los demás.

Más aún, los salarios se regulan por números y se cobran de acuerdo a la cantidad de horas trabajadas, independientemente de la calidad, es decir, si el trabajo es bueno o malo. Pero no sólo esto, sino que tanto las ciencias que nos dan una imagen del mundo, como la técnica que nos abruma con sus inventos, giran en torno a las matemáticas. De hecho, las ciencias hoy se califican en duras o blandas en función de la medida en que ellas pueden ser formalizadas y esa formalización se hace siguiendo el modelo matemático. En enero de 2019 leímos en el diario *El País* de España: *En la era de los algoritmos, de la supercomputación y el big data, las matemáticas se han convertido en una de las disciplinas más prestigiosas y demandadas*²⁰ Una de las palabras de moda en estos tiempos es algoritmo que nombra un conjunto de instrucciones o reglas definidas y no-ambiguas, matemáticamente ordenadas y finitas que permiten, a partir de un estado inicial y una entrada, siguiendo pasos sucesivos, solucionar un problema, procesar datos y llevar a cabo infinidad de tareas y prever algunas no

¹⁹ La curiosa historia detrás de la frase el tiempo es dinero.

²⁰ **El País Semanal** 19/1/2919
https://elpais.com/elpais/2019/01/15/eps/1547557079_800501.html

realizadas todavía. Algoritmo viene del árabe que a su vez lo toma del griego *arithmos*, y significa *número*.

En la vida cotidiana se emplean algoritmos para resolver todo tipo de problemas. Algunos ejemplos son los manuales de usuario de todo tipo de artefactos, algoritmos para usar un teléfono, o las instrucciones que recibe un trabajador de su patrón. En matemática están el algoritmo de multiplicación para calcular un producto, el algoritmo de la división para calcular el cociente, el algoritmo de Euclides para obtener el máximo común divisor, o el método de Gauss para resolver un sistema de ecuaciones lineales. En términos de programación, un algoritmo es una secuencia de pasos lógicos que permiten solucionar un problema. Aunque algunos algoritmos no tienen final como la llamada criba de Eratóstenes para calcular números primos, porque no hay un último número primo²¹

En este sentido, recordemos un evento importante donde podemos apreciar la importancia y posibilidades inestimables de los cálculos. Rosetta²² fue una sonda espacial de la Agencia Espacial Europea lanzada el 2 de marzo de 2004 para depositar un módulo de aterrizaje, Philae, en la superficie del cometa 67P/Churumov-Guerasimenko. Rosetta después de un lanzamiento calculado, se acercó a la Tierra, para tomar impulso que la llevó a Marte dos años más tarde. Después del sobrevuelo a Marte, Rosetta volvió a un segundo encuentro con la Tierra para recibir un nuevo impulso para que Rosetta pudiese adentrarse en el cinturón de asteroides. Rosetta alcanzó unos 108.000Km/h que mantuvo el resto del viaje. En la última etapa, Rosetta tuvo un tercer encuentro con la Tierra en noviembre de 2009 que la envió a la órbita del cometa. A mediados de 2011, la sonda encendió su motor principal para ubicarse en una trayectoria de intersección con la órbita del cometa. Mientras se acercaba y lentamente le daba alcance se encontraba a unos 800 millones de kilómetros del Sol sin poder cargar sus baterías por lo que la

²¹ La **criba de Eratóstenes** es un algoritmo que permite hallar todos los números primos menores que un número natural dado n . Se forma una tabla con todos los números naturales comprendidos entre 2 y n , y se van tachando los números que no son primos de la siguiente manera: Comenzando por el 2, se tachan todos sus múltiplos; comenzando de nuevo, cuando se encuentra un número entero que no ha sido tachado, ese número es declarado primo, y se procede a tachar todos sus múltiplos, así sucesivamente. El proceso termina cuando el cuadrado del siguiente número confirmado como primo es mayor que n

²² Despierta Rosetta en:
https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/%21Despierta_Rosetta

sonda estaba programada para entrar en hibernación durante 31 meses. El 8 de junio de 2011 se apagaron todos los instrumentos, la sonda se puso en movimiento de rotación para evitar que se calentara más un lado que otro y entró en letargo completo durante dos años y medio. El 20 de enero de 2014, obedeciendo a la programación preestablecida, Rosetta fue reactivada y se preparó para el acercamiento final que duraría meses. Los días previos hubo una campaña mundial con el lema *Despierta Rosetta* que la gente gritaba por las calles para unirse a esta fiesta del hombre en el mundo, y el 20 de enero fue una celebración por lo que estábamos logrando con nuestras capacidades. Claro que no entre nosotros, los venezolanos que estábamos en otra cosa.²³²⁴ Rosetta se despertó, encendió su propulsor para eliminar el movimiento de rotación, calentó los instrumentos y sensores, y orientó su antena hacia la Tierra para enviar la confirmación de su despertar. Dos meses después, el 28 de marzo de 2014 se activó su módulo Philae. El 5 de agosto llegaron a 100 Km del cometa, el 10 de agosto llegaron a 10 Km y el 12 de noviembre, luego de establecer el mejor lugar, el módulo Philae hizo contacto con un cuerpo espacial de unos 4 Km de largo luego de 10 años de viaje y varios millones de Km de recorrido realizado fundamentalmente en base a cálculos. Estos viajes se han repetido por japoneses y europeos.

En mi opinión, nosotros, los venezolanos, que hemos construido una sociedad en la que no podemos llegar puntuales a una cita en Caracas, nos dice que en esto vamos un tanto atrasados en el mundo y no precisamente por ser pobres. Si a esto sumamos la dificultad matemática para la mayoría de la población y para nuestros alumnos de bachillerato las matemáticas son la peor pesadilla, que ni siquiera sabemos cuánto petróleo sacamos, ni cuantos enfermos de difteria tenemos, es claro que no nos vemos bien colocados para enfrentar el siglo XXI en que, como dice el diario El País, *las matemáticas se han*

²³ Enero y Febrero de 2014 fueron meses agitados en Venezuela, protestas estudiantiles en Mérida, y Táchira, asesinato de estudiantes, profesores y estudiantes detenidos dirigentes políticos llamando a marchas, una vez más denuncias del presidente Maduro de golpes de Estado, cierre de señales televisivas, allanamientos de sedes de partidos políticos de oposición, asesinato de la Miss Mónica Spear, dirigentes políticos acusados de terrorismo, actuación de colectivos paramilitares, represión oficial con armas de fuego, asalto a camiones, incendios provocados, detención en Febrero del dirigente Leopoldo López. Se inició de una situación que, se llamó **La Salida**, que llega hasta hoy, que estamos sin salida.

convertido en una de las disciplinas más prestigiosas y demandadas. Declaramos que en el siglo XXI haremos una revolución, pero estamos como hace 10.000 años, haciendo la guerra, y ahora económica, pero sin saber matemáticas. Me pregunto si esto se debe a la tradición judeo-cristiana que dice que a los números los inventó Caín o a que nuestros indígenas no sabían contar ni escribir.

Las matemáticas en los primeros siglos del segundo milenio

Las matemáticas constituyen una fuerte influencia en la marcha del mundo contemporáneo y en la cultura en general, por al gran giro que la civilización occidental hizo en el siglo XVII cuando la filosofía la tomó como modelo civilizatorio, resultado de un conjunto de acontecimientos relativamente recientes para el año 1.600 pero casi impensables un siglo antes, como lo dice Whitehead (1962)²⁵:

Durante este largo período [desde Pitágoras y Platón hasta el siglo XVII] las matemáticas nunca se recuperaron como elemento formativo en el desarrollo de la filosofía del abandono sufrido en manos de Aristóteles y la filosofía no recibió fresca inspiración de un avance firme de las ciencias matemáticas. (p.31)

Basta pensar que el Imperio Romano y toda la Edad Media trascurrió con ejércitos pero sin matemáticas en el siglo XXI. Durante la mayor parte de la Edad Media las matemáticas fueron algo ajeno al interés de los sabios y aún de los técnicos siendo más bien fuente de dificultades como lo es hoy para nuestros alumnos de Educación secundaria o media. Su participación en la vida de la gente era casi nula. De los textos utilizados para la enseñanza el más difundido era *Etimologías*, de Isidoro de Sevilla (ca 560-635), una enciclopedia general de 20 tomos que en el tomo III incluía Aritmética, Geometría, Astronomía y Música que constituían el *Quadrivium* y, junto a la Gramática la Retórica y la Dialéctica del *Trivium*, conformaban las siete *artes liberales*. Grant (1983) dice respecto del apartado de las *Etimologías* dedicado a la aritmética, que “era algo un poco más que una colección

²⁵ Alfred North Whitehead (1861-1947) matemático y filósofo inglés es reconocido como la figura que define a la escuela filosófica *filosofía del proceso*, que sostiene que *existe una urgencia de ver al mundo como una red de procesos interrelacionados de los que somos partes integrales, por lo que todas nuestras decisiones y acciones tienen consecuencias para el mundo alrededor de nosotros* que ha encontrado aplicación en la ecología, la teología, la educación, la física, la biología, la economía y la psicología, entre otras áreas. Sus trabajos más notables en matemáticas, lógica y física son los tres volúmenes de *Principia Mathematica* (1910-13), que escribió junto con Bertrand Russell, un exestudiante suyo. *Principia Mathematica* alcanzó el lugar 23 en una lista de los 100 mejores libros de no ficción en idioma inglés del siglo XX.

inconexa de definiciones inútiles, complementada por algunos ejemplos triviales, el lector de la sección de aritmética de Isidoro no podría sacarle provecho alguno”. Y el mismo comentarista opina que el aporte en geometría era menor aún. Esto nos da una medida del escaso alcance del saber matemático porque esta obra fue el principal texto de enseñanza hasta el Renacimiento.

Para citar un caso, en toda la extensa obra de Pedro Abelardo del siglo XI que abarca desde lógica pasando por teología, filosofía hasta poemas y canciones, se citan sólo unos pocos números ninguno mayor de 100. Aunque debemos agradecer el esfuerzo de Isidoro y otros enciclopedistas latinos por tratar de conservar algo de la antigua ciencia, que en el año 300 había alcanzado gran jerarquía con los trabajos de Hero de Alejandría, Nicómaco, Teodosio, Menelao y Ptolomeo, pero que habían quedado olvidados por occidente, como sucede entre los venezolanos, que ya ni se enseña casi en el bachillerato.

Hacia mediados del siglo X, Gerberto de Auxerre (946-1003), que luego sería el Papa Silvestre II, inició contactos a través de España para obtener algunos textos árabes, por entonces bajo el dominio musulmán. Entre los primeros que logró figuraba uno sobre el ábaco y otro sobre el astrolabio, acerca de los cuales posteriormente escribió sendos tratados para difundirlos en Europa. El esfuerzo que inició Gerberto de Auxerre dio sus frutos ya que, gracias a la difusión del ábaco, que había introducido Boecio,²⁶ paulatinamente se fue ampliando el número de aquellos que pudieron acceder a la aritmética y a calcular con grandes números, así como a usarlos con velocidad.²⁷ Pero el nivel del uso de las matemáticas se mantenía muy bajo, como lo muestra la famosa polémica entre Raginaldo de Colonia y Rodolfo de Lieja en 1025, desarrollada a lo largo de 8 cartas, en las que se plantearon una serie de problemas matemáticos. La discusión evidenció una total ignorancia de las matemáticas, un escaso conocimiento de la geometría,

²⁶ Boecio cabalgando entre el siglo V y VI es llamado el último romano y el primer escolástico por ser el último representante de la cultura romana antigua y el primero de los intelectuales medievales. Escribió sobre aritmética (*De arithmeticā*), música (*De música*), geometría, astronomía y de teología (*Opuscula theologiae*, cinco libros). Su definición de la eternidad **como la perfecta posesión de una vida interminable toda ella junta y de una vez** ha llegado hasta nosotros intacta. Su obra más conocida es su **Consolación de la Filosofía**, un diálogo entre el propio Boecio y Filosofía, personaje alegórico femenino que se le aparece a Boecio para aclararle el problema del destino, de por qué los malvados logran recompensa y los justos no, escrito en la cárcel antes morir ejecutado.

²⁷ En esta página se muestra el uso de ábaco <https://www.youtube.com/watch?v=xRlmX-lutgc>

así como un ínfimo conocimiento geográfico. Algo así como un par de sordos discutiendo de música. (ob.cit, p. 37). No cabe duda que las matemáticas no formaban parte del bagaje cultural de los personajes más encumbrados y aún en los manuales de tecnología, como el *De Diversis atribus* publicado alrededor de 1100, “se despreciaba sorprendentemente la capacidad de los números para asegurar precisión y exactitud y se utilizaban en su lugar expresiones como un poco más o un trozo de tamaño mediano”. (Pratt, 1987. P. 20)

La situación comenzó a cambiar con la entrada a Europa de los comentarios árabes en la segunda mitad del siglo XII gracias, entre otras cosas, a la conquista de Toledo en 1085 por Alfonso VI de León y la captura de Sicilia en 1091 por los normandos que permitieron a los cristianos acceder a una gran producción intelectual griega y árabe conservada en ambas plazas, iniciándose un afiebrado proceso de traducción.²⁸ Europa demoró todo el siglo XIII en absorber la gran masa de traducciones y recién en el siglo siguiente aparecieron las primeras elaboraciones propias con algunas innovaciones. Fue tal la magnitud de la irrupción de erudición que no exageramos al decir que la Universidad nació y creció para digerir aquel caudal de conocimientos en un ambiente autónomo, libre de presiones religiosas o políticas.

A mediados del siglo XII otra gran innovación fue la introducción en Europa de los números arábigos de carácter posicional. Se les llama arábigos porque los introdujeron los hispano-árabes de al-Ándalus de España pero, en realidad, su invención surgió en la India, junto con el cero de donde los tomaron los matemáticos persas, y de ellos los árabes entrando en Europa por España. Para el momento en que se empezaron a usar en el norte de África, ya tenían su forma actual y de allí fueron adoptados en Europa.

El mundo le debe a la cultura india el invento trascendental del sistema de numeración posicional, así como el descubrimiento del 0 (cero), llamado sūnya (shuunia) o bindu en lengua sánscrita, y a España su entrada en Europa, y al castellano vocablos matemáticos como *álgebra*, *algoritmo*,

²⁸ Domingo Gundisalvo y Juan Hispano en el siglo XII traducían del árabe al castellano y al latín, iniciando lo que se llama la **Escuela de traductores de Toledo**. Gerardo de Cremona (m. 1187) fue el más notable de los traductores de árabe al latín y entre las obras que puso a disposición de los lectores de Europa (alrededor de 70 en total) se encuentran el *Almagesto* de Ptolomeo, la *Física*, la *Meteorología*, *Del Cielo*, *De la Generación y la Corrupción*, y los *Analíticos Posteriores* de Aristóteles, el *Canon* de Avicena y, para nuestro interés, los *Elementos* de Euclides y el *Álgebra* de Al-Khwarizmi. Asimismo, otro personaje destacado en las labores de traducción fue el dominico flamenco Guillermo de Moerbecke (1215-1286), amigo de Tomás de Aquino y el mejor traductor del griego al latín, con casi 50 obras traducidas, que hacia 1269 vertió al latín casi toda la obra de Arquímedes y numerosos comentarios.

*cero, cifra, guarismo.*²⁹ Aunque los mayas también conocieron tanto el 0 como la numeración posicional esto recién sería conocido gracias a los viajes de Colón dos siglos más tarde. Se planteó una rivalidad entre los *abaquistas* y los *algoristas* que, en términos de velocidad y precisión de cálculo no se llevaban ventaja, pero si en cuanto a escritura y esta ventaja culminaría con el triunfo a los algoristas con la invención de la imprenta y la difusión masiva de números impresos. El acceso a textos teóricos y la posibilidad de mejores cálculos hicieron ganar a las matemáticas, a partir del siglo XIII, una aceptación de la que carecía en los dos primeros siglos del milenio. Sin embargo, faltaba aún un factor decisivo para lograr su gran desarrollo y difusión y éste fue los grandes viajes de los siglos XV y XVI.

La matemática en la Navegación de los viajeros por los grandes océanos

La aplicación de las matemáticas a la navegación ha sido probablemente uno de los factores más importante en su desarrollo y lo que le permitió integrar el corazón de la revolución científica y del nacimiento de la Modernidad. Podemos situar el inicio de los grandes viajes a finales del siglo XIII, con las travesías italianas Lancelloto Mallocello³⁰ que llegó a las islas Canarias y a la costa africana, y su culminación en los viajes de Colón y su llegada a América, de Vasco de Gama y su giro por el Cabo de Buena Esperanza, y a Magallanes-Elcano y su vuelta al mundo. Tal como lo señala Morales (1973), que esa empresa movilizó en muchos sentidos a todo occidente y alteró su desarrollo en todas las formas imaginables, desde el comercio que la motivaba, pasando por la fabricación de barcos hasta el punto que nos interesa destacar en este apartado como son los sistemas e instrumentos de navegación.

Basta citar que los registros de la Armada Real inglesa en 1607 señalan 40 buques ingleses cruzando el Atlántico y en 1695, 200 contando sólo los de más de 50 toneladas. Con los grandes viajes el mundo occidental daría un vuelco que trasformaría toda su cultura. (Whitehead, p.28)

²⁹ Dicho sea de paso, la palabra **liberalismo** para nombrar un movimiento político también es aporte español, que así se llamaron los libertarios que proclamaron la Constitución de Cádiz en tiempos de nuestra independencia y de allí la tomaron otras lenguas. Los liberales se enfrentaban a los defensores del totalitarismo del Rey Fernando VII.

³⁰ A Lancelloto Mallocello debe su nombre la isla **Lanzarote** de las llamadas Islas Afortunadas o Islas Canarias y el nombre de Canarias por la abundancia de canes o perros.

Durante siglos se tomó a la Biblia casi como exclusivo fundamento de la imagen del mundo hasta que se recuperaron las fuentes clásicas. El resultado de esta confluencia se refleja en el medioevo cuando, incluyendo tanto concepciones grecorromanas como elementos bíblicos, se produjeron mapas abigarrados y fantásticos. Sin embargo, esto comenzó a cambiar cuando en el siglo XIII aparecen los portulanos, los mapas italianos y mallorquines en los que se reproducen con asombrosa fidelidad los accidentes físicos del Mediterráneo y la costa norte de África destinados a la navegación, en los que se atendía principalmente y con cuidado la línea de la costa, pero no detalles del interior del territorio. Eran lo que se conoce como cartas de marear que, junto con la brújula, (calamita), el astrolabio y el reloj de arena pasaron a constituir la dotación básica de los navegantes que se guiaban por los accidentes costeros.

El siglo XIV, incorporada toda la ciencia griega y árabe, ve aparecer con vigor *la ciencia de la esfera o cosmografía*, con su principio central en el que *la elevación del polo (polo celeste) sobre el horizonte expresa el valor de la latitud del observador*, que estará destinado a regir lo que por eso se llama navegación de altura, para los catalanes arte de navegar y luego náutica, de Nauchero o Naochero por los pilotos que la desarrollaron. Si durante años la navegación se había mantenido pegada a las costas con la ayuda y con las cartas de marear, los marineros pasaban de promontorio a promontorio, casi sin instrumentos, apoyados en su experiencia y unas muy cotizadas y secretas guías escritas con las señales más importantes, como accidentes en la costa, rocas sobresalientes, canales, mareas, profundidades y otras informaciones.

La presión comercial del capitalismo incipiente obligaba a ser más audaces y adentrarse en el mar para alcanzar nuevos mercados y fuentes de aprovisionamiento. Con la posibilidad de establecer la posición gracias a la referencia de la estrella polar y la latitud se facilitó alejarse de la costa. En el siglo XV el procedimiento era que, a intervalos regulares y medidos con un reloj de arena, se tomaba nota de la dirección de marcha, la fuerza y dirección del viento, la velocidad del barco estimado a ojo, el estado del mar, la aparición de corrientes y las particulares maneras de conducirse y con todos estos datos se hacían estimaciones de la posición, no muy buenas, por cierto, como lo reconocieron los marinos portugueses en cuanto se aventuraron lejos de las costas de África. Por ello, entre otras razones como los tesoros templarios trasladados a Portugal, su Rey llamado precisamente Enrique El Navegante fundó una Escuela de Náutica a la que dirigió personalmente hasta 1460. Eran necesarios mejores puntos de referencia, que fueron progresivamente provistos por el desarrollo de la *cosmografía* ya que,

gracias a la Estrella Polar y a la geometría de la esfera, se estableció como principales referencias a la longitud y a la latitud para definir la posición relativa de un barco en cualquier punto de la superficie de la Tierra.

Pronto comienzan a aparecer los primeros mapas con líneas de latitud y longitud, pero cuando a fines del siglo XV, en 1481, se cruza el Ecuador, la Estrella Polar deja de ser útil para medir latitudes pues quedaba oculta desde el hemisferio Sur y se tuvo que recurrir al Sol, midiendo su elevación al mediodía, aunque con un procedimiento más complicado ya que el plano en que gira el Sol no es el plano del Ecuador y existe entre ambos el llamado ángulo de declinación o Declinación que obliga a correcciones.³¹

Estas correcciones se debían realizar diariamente mediante complicados cálculos y con la ayuda de tablas, en lo que se destacaron los portugueses en especial las provistas por el Rey Juan II. Pero si el problema de medir latitud se mostraba complicado, en nada se aproximaba a la complejidad de la determinación de la longitud, en especial luego de dar vuelta el cabo de Buena Esperanza en 1487 o para cruzar el Atlántico luego de 1492, ya que nada en el cielo permite su determinación. La manera de medir longitudes era midiendo cuidadosamente la hora. Puesto que el Sol da un giro de 360° en 24 horas, estableciendo la diferencia horaria entre el mediodía en el puerto de partida y el mediodía en el barco se podía determinar la longitud. Pero para esto eran necesarios buenos relojes, excelentes relojes, de los que no disponía, al punto que el problema no tuvo visos de solución hasta la invención del cronómetro marino en el siglo XVIII. El modo frecuente de navegar era buscar la latitud apropiada y luego cruzar el océano siguiendo el paralelo elegido hasta encontrar el meridiano deseado, lo que a todas luces implica una solución muy práctica en el papel, pero de muy difícil realización en el mar, ya que era altamente dependiente de vientos y corrientes marinas.

El paso siguiente en esta pequeña historia de la solución a los problemas planteados por los grandes viajes, desde el punto de vista que nos interesa, fue la incorporación desde mediados del siglo XV de la Trigonometría al Arte de Navegar.³² Gracias a la trigonometría y sus funciones se pueden

³¹ La **declinación solar** es el ángulo entre la línea Sol-Tierra y el plano ecuatorial celeste (proyección del ecuador terrestre). El valor de la **declinación solar** varía a lo largo del año, de 23,45 ° (21 de junio), a - 23,45° (21 de diciembre), pasando por cero en los equinoccios de primavera y de otoño.

³² Bartolomé Pitiscus(1561-1613) fue un matemático, astrónomo y teólogo alemán que acuñó el término *trigonometría* en su obra *Trigonometria: sive de solutione triangulorum tractatus brevis et perspicuus* de 1595, Se afirma que Pitiscus es el inventor del punto o separador decimal, el símbolo que separa enteros de fracciones

calcular los lados de triángulos semejantes y de esta manera se facilitaba el establecimiento de las posiciones de los barcos. Se iniciaba lo que podríamos llamar la navegación aritmética y hacia fines del siglo XV se había desarrollado lo suficiente como para que Puerbach y Regiomontus a decir de Pratt (1987) prepararan tablas con los valores de las funciones más significativas con fines de navegación.(p.32) Sin embargo, esto implicaba que los navegantes tenían que conocer trigonometría y aritmética con fluidez para poder realizar los correspondientes cálculos y dibujos, además de sus conocimientos de cosmografía y del manejo del instrumental. Pocos podían hacer todo esto por lo que en el siglo XVI se crearon los primeros colegios para la educación matemática de los navegantes, como el Gresham College en Inglaterra.

Mientras tanto los matemáticos se esforzaban en crear instrumentos que facilitaran el cálculo, lo que llamaríamos las primeras máquinas de calcular, de las que el ábaco había sido un pionero. En 1642. El filósofo y matemático Blaise Pascal diseñó y construyó la primera calculadora del mundo de la que existe constancia. Era una pequeña caja de madera bastante incómoda que tenía en la tapa una hilera de discos numerados, con los agujeros para introducir los dedos y hacerlos girar. Pero la *Pascalina* tenía varios inconvenientes y no era del todo fiable y en 1670 el filósofo y matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz, el mismo que inventó el cálculo diferencial e integral, perfeccionó el diseño y fabricó una máquina que también podía multiplicar y dividir.

El principio trigonométrico, que los lados de los triángulos similares guardan sus proporciones, se tradujo en un instrumento denominado sector, que consiste en una escuadra de carpintero con la hipotenusa suelta en un extremo y pivotando en el otro, de manera que pueda desplazarse a distintas medidas del cateto mayor. Galileo construyó un instrumento así en 1598 y fue adaptado por Edmundo Gunter a la navegación, construyendo diferentes instrumentos con variadas escalas representantes de los diferentes tipos de problemas que involucraban proporciones, no ya solamente marineros sino también escalas de superficies, escalas de sólidos, escalas de cuerpos inscriptos, escalas de metales (para aleaciones), de cuadraturas, y otras. (ib, p.30). El uso de la trigonometría, y su evidente utilidad obligó a tener mejores representaciones bidimensionales del globo terrestre, y esta presión por disponer mejores mapas fue resuelta por Mercator en 1569, al diseñar

decimales que aparece en sus tablas trigonométricas y que fue aceptado después por John Napier en sus trabajos logarítmicos.

una nueva manera de proyectar la esfera en la superficie de un cilindro, que adquirió rápida popularidad. Pero, la proyección de Mercator a su vez obligó a más cálculos pues en ella las escalas varían de punto a punto y lo hacen según la secante del ángulo de latitud, y sólo teniéndola en cuenta se pueden calcular distancias.

La solución de esta ingente cantidad de cálculos, que espero haber esbozado, se vio altamente facilitada por la invención del logaritmo por parte de John Napier en 1594, que transforma multiplicaciones y divisiones en sumas y restas, quien publicó sus primeras tablas en su *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* en 1614. Los destinatarios de los esfuerzos de Napier eran los astrónomos, pero su discípulo Henry Briggs, que había sido profesor del Gresham College, vio su potencial uso en la navegación. A su vez Napier había inventado un sistema de 12 cilindros con números grabados colocados en paralelo con lo que primero transformó una multiplicación en una suma gracias a los logaritmos y luego la suma en la manipulación de una máquina sencilla. El logaritmo fue el paso final de la marcha de la navegación de ser un arte de experimentados marinos a una ciencia tal como la conocemos hoy en día. Las necesidades de cálculo hicieron que los inventos para facilitarlos se sucedieran y el más notable fue el que realizó Edmund Gunter, que había trabajado intensamente en el desarrollo del sector, quien junto con otro profesor de Gresham College inventó la regla de cálculo, llegando a fabricar una de 6 pies en 1624. William Oughtred complementó la idea haciendo una regla circular, es decir, un disco de cálculo. Tanto la regla como el disco de cálculo estuvieron en uso hasta la llegada de las calculadoras portátiles que hoy todos conocemos, hace menos de 40 años atrás cuando en 1973, salió la popular calculadora Texas.

La navegación entonces fue la gran impulsora de las matemáticas y a su vez sentó la utilidad de la precisión en las medidas y, gracias a ello, el gran progreso de los viajes en cantidad y distancia, así como el consiguiente incremento de seguridad en vidas y mercaderías. Estas ventajas hicieron que esta conducta rápidamente se trasladara a otros quehaceres, concretamente a las obras de ingeniería que florecían por doquier, haciendo que las matemáticas y las mediciones justas se incorporaran a la construcción de puertos, acueductos, diques, drenajes, edificios ambiciosos, jardines, juegos de agua. También las matemáticas pasaron a ser parte importante de la formación de los artilleros y fusileros en el cálculo preciso de los disparos de cañones y arcabuces, armas que se habían impuesto definitivamente en el siglo XVI. En la solución de estos problemas participaron insignes matemáticos como Tartaglia y Cardano en el siglo XVI y más tarde Galileo,

Euler y Newton en el siglo XVII. A su vez las matemáticas y el enorme provecho de sus cálculos ingresaban con grandes beneficios en la vida civil y de los estados a través del manejo de los problemas monetarios y de acuñación y circulación de moneda, de la manipulación de las cuentas de ganancias y pérdidas, en el cálculo de los intereses y en los impuestos que imponían los nacientes gobiernos estatales. En los seguros que ayudaron a introducir las estadísticas contribuyendo al naciente capitalismo (Kellenbez, 1978, p.5)

Una de las principales aplicaciones de los logaritmos fue el cálculo del interés compuesto, así como en el desarrollo de los libros de contabilidad de doble entrada. En el siglo XVI se produjeron importantes olas inflacionarias y se dieron los primeros intentos de interpretación macroeconómica del fenómeno, como los de Juan Bodino en 1568, que a su vez permitirían los ensayos de planificación estatal de la economía del siglo siguiente, especialmente en Francia (ob.cit, p. 195). Paralelamente, de la mano de Galileo Galilei, se introducían en la física los métodos experimentales y matemáticos, apoyados en observaciones, mediciones y algoritmos.

Esta nueva física culmina con la identificación que hace Descartes del espacio físico con el geométrico y a lo material con la noción matemática de extenso, identificando las propiedades primarias de los cuerpos con propiedades matemáticas³³ convirtiéndose en el padre de la Física Matemática, al hacer posible la interpretación de los fenómenos físicos en términos matemáticos, algo que desde Aristóteles se había considerado incompatible y según Crombie (1980) había sostenido que *la Matemática, aunque útil para definir las relaciones entre ciertos acontecimientos, no podía expresar la naturaleza esencial de las cosas y procesos físicos.*(p.121) Vigente durante 1300 años. Pienso que todavía este pensamiento reina entre nosotros, tal como se manejan nuestros presupuestos y los procesos inflacionarios registrados desde hace más de 500 años, pero nuestros líderes todavía no han logrado enterarse como tratarla.

En pocas palabras, a comienzos del siglo XVII las matemáticas entraban con vigor y eficiencia en la vida de la gente, pasando a ser un asunto cotidiano, hasta indispensable, que afectaba a todos los órdenes de la vida habiendo perdido el carácter misterioso y esotérico de un par de siglos atrás. En este contexto es fácil de explicar la famosa afirmación de Galileo de que toda la creación es un libro escrito en lenguaje matemático. Con ello no sólo molestó a la iglesia romana sino señalaba que se abandonaba y como

³³ La extensión en largo, ancho y profundidad constituye la naturaleza de la sustancia corpórea., en Descartes, R, *Los Principios de la Filosofía*, I, 53.:

consecuencia se iniciaba también el reemplazo en la ciencia cualitativa de Aristóteles por la medición.

Las matemáticas y el conocimiento. La noción de representación

Merece destacarse la importancia de una de las mayores contribuciones del Renacimiento a las matemáticas como es el desarrollo del álgebra. En la Edad Media hubo un pequeño avance como una técnica tendiente a resolver algunos problemas de la naciente economía del dinero pero las verdaderas innovaciones, a partir de las cuales el álgebra dejó de ser una colección de técnicas para transformarse en una disciplina de fulgurante progreso, son responsabilidad de Francisco Vieta, con quien nace la idea de tipos de ecuaciones, que culminarán con las ecuaciones diferenciales e integrales de Leibniz o Newton en el siglo XVII y transforman al álgebra en el estudio de las formas de la expresión matemática, independiente de cualquier número particular. Con ello, se hizo posible una nueva forma de pensar los números y, aunque no se tuviera claro en qué consistía su naturaleza, dejaron de considerarse como meras colecciones de cosas para adquirir una independencia que daría origen a logros como los números imaginarios creados por Alberto Girard a comienzos del siglo XVII.³⁴

Durante la Edad Media los números fueron pensados como colecciones, seguramente debido a la manera en que se realizaban las operaciones matemáticas y, como fácil es de ver en el ábaco, los cálculos matemáticos se realizaban mediante la manipulación de pequeños objetos, como lo señala el uso de la palabra cálculo para nombrar una operación matemática, que es la misma palabra que se usa para piedra, como lo hacemos en expresiones como cálculo renal. Tanto el uso de los dedos, como el del ábaco o del rosario católico, los cálculos, identifican contar con contar objetos y las sumas o restas como agrupamientos de objetos. En cambio, cuando se introduce la numeración arábiga y sus algoritmos, las operaciones se realizan mediante marcas en un papel que representan esos objetos, y paulatinamente adquieren independencia, como sucede en política que los representantes casi no tienen nada que ver con sus representados.

Este progresivo desplazamiento del cálculo desde la manipulación de objetos a operar mediante signos abrió la puerta para el uso de los números como representantes, y posteriormente al desarrollo del álgebra como la ciencia del análisis de las propiedades de las funciones de argumentos

³⁴ Se define la unidad imaginaria i como la raíz cuadrada del número real negativo -1 –

$$i = \sqrt{-1} \text{ y así } \sqrt{-25} = \pm 5 \cdot i$$

indeterminados. En este desplazamiento Vieta debe haber aprovechado su experiencia como abogado, en donde era frecuente el uso de un nombre, *Juan Pérez* o NN diríamos nosotros, para nombrar genéricamente a cualquier persona no identificada a la que pudiera concernirle un asunto. Ese nombre, Juan Pérez, representaba a la persona independientemente de que la persona fuera conocida o no. Pareciera que Vieta transfirió esta noción de representación a los números. Pero, además, amplió esa representación de los signos para usarla no sólo en el caso de un número individual sino también para un rango amplio de números. Claro es que esto, en parte, tampoco era nuevo y en Euclides se encuentran ejemplos de este tipo. La novedad de Vieta, de acuerdo a Whitehead (1962) estuvo en usar letras como símbolos no meramente como representante de un número sino de una categoría completa de números con lo que, a la vez de generalizar el cálculo, permitía centrarse en la forma del cálculo y abría la posibilidad de pensar los números en condiciones no referenciales, así como en las condiciones generales, trascendiendo cualquier conjunto particular de entidades, que es la base para la entrada en las matemáticas y en la lógica matemática, de la noción de variable

Paralelamente Stevin y Descartes optimizaban el simbolismo matemático con la notación de potencias e introducían los exponentes fraccionarios. Descartes sería también el que completaría la idea concebir a los objetos matemáticos como integrando una totalidad y no miembros de clases irreductibles, al crear la geometría analítica, aunque con ayuda no reconocida de la obra de Nicolás de Oresme y la de Pierre Fermat. Sin embargo, fue Descartes el que mostró todas las posibilidades de expresar los problemas geométricos en forma algebraica. La equivalencia entre una longitud y un número era algo que, desde los griegos hasta Tartaglia, ningún matemático hubiera aceptado. (ob.cit, p. 120)

De esta manera las matemáticas iniciaban el camino para constituirse en un saber autónomo de gran precisión y certeza, del cual el mismo Descartes³⁵ esperaba que se pudieran lograr grandes cosas y que en el siglo XX le permitieron decir a Whitehead (ob.cit) *La ciencia de las matemáticas puras, en su desarrollo moderno, puede aspirar a ser la creación más original del espíritu humano.* (p.25).

³⁵ Sobre todo, me gustaba la matemática por la certidumbre y evidencia de sus razones; pero todavía no advertía su verdadera utilidad y pensando que sólo servía para las artes mecánicas me asombraba de que siendo tan firmes y sólidos sus fundamentos no se hubiera construido sobre ellos nada más elevado" Descartes, R: **Discurso del Método**, Primera Parte.

Primero los números se constituyeron en representantes de lo numerado y luego, al independizarse de su representado, las matemáticas pudieron constituirse en un saber independiente y convertirse en *la creación más original del espíritu humano* que serviría para conformar una nueva imagen de mundo. Esta misma evolución habrían de seguir los otros ámbitos en los que la noción de representación, derivada del álgebra, sería utilizada, como decimos que la palabra que es el *signo* de nuestros pensamientos, tal como planteara Hobbes, (1651/1999) que:

El soberano que representa a una multitud de hombres que se ponen efectivamente de acuerdo y pactan cada uno con cada uno, que a un cierto hombre o asamblea de hombres se le concederá por mayoría el derecho a representar la persona de todos ellos (es decir, el derecho a ser su representante (p.18)

Como un ejemplo del efecto del desarrollo abstracto de las matemáticas en el conocimiento y la ciencia del siglo XVII podemos apelar a la noción de periodicidad. Las nociones abstractas que conforman la noción de periodicidad habían sido elaboradas a partir de la trigonometría, de la que se tomaron las relaciones entre los ángulos y los lados de un triángulo rectángulo y, mediante la recién elaborada teoría del análisis de funciones obtenida del álgebra, su estudio se amplió al de funciones abstractas periódicas simples de las que estas relaciones trigonométricas son una instancia concreta de aplicación. Con la noción de periodicidad así desarrollada, Kepler estableció las leyes que vinculan los ejes de las órbitas planetarias con los períodos en los que describen sus órbitas, Galileo estudió el péndulo, Huyghens explicó la luz como vibraciones transversales periódicas del éter, Mersenne estudió el sonido del violín relacionando los períodos de vibración con la densidad, tensión y longitud de las cuerdas y Newton explicó el sonido como vibración del aire debido a la perturbación del aire por el pasaje de ondas periódicas de condensación y rarefacción. Whitehead (ob.cit) dice al respecto que el *nacimiento de la nueva física dependió de la aplicación de la idea abstracta de periodicidad a una variedad de instancias concretas.* (p. 36)

Pero hay algo más en las matemáticas que su utilidad práctica inmediata para calcular la posición de un barco en el medio del mar, o el mejor ángulo de disparo. Cuando nos enfrentamos con un cálculo de intereses, o de construcción o de producción de alimentos, los números toman el lugar del dinero, de los ladrillos o de la carne salada y, luego de operar con ellos, podemos volver a la acción con orientación precisa de lo que hay que hacer y de lo que podemos esperar derivado de su cálculo. En otras palabras, los

números toman el lugar del dinero, de los ladrillos, de los barcos, y los representan por lo que las matemáticas permiten que unos objetos, los números, tomen el lugar de cosas y objetos a quienes representan y a los que se puede manipular operando con los primeros, sus representantes. De esta manera la experiencia, la práctica, se limita a corroborar o confirmar lo que se ha conseguido con los números, como sucede con el viaje de Rosetta, pero los números obedecen a reglas que los humanos hemos establecido según las normas que nuestra razón dicta por lo que pareciera que la naturaleza que, por decir lo menos, ha sido creada por Dios, obedecería a las reglas que el ser humano establece.

Este es el fundamento del gran giro filosófico que se conoce como la Modernidad que hizo René Descartes y que inauguró un avance del mundo occidental incomparable con cualquier otra cultura. Basta atender que en 1600 China era responsable del 30% de la riqueza del mundo y Europa del 10%, pero en 1950 China sólo cubría un 10%, EEUU un 25 % y Europa un 20%. Luego de más de dos siglos relegada en el atraso, a partir de la caída de Mao Ze Dung

China abrazó los principios modernos de ciencia, tecnología y negocios de Occidente para el 2010 había subido al 20%, EEUU bajó al 20 % y Europa al 10 %.³⁶ Por otro lado, en los mil años que van desde el año 820 al año 1820, el ingreso per cápita del mundo aumentó menos del 50%, mientras que en los 200 años que van desde 1820 hasta hoy en que rigen los principios de la modernidad europea, el ingreso per cápita ha aumentado más de 8 veces. No pienso que con nuestra exaltación del conuco o los gallineros verticales o nuestra desatención a las matemáticas se superen estas cifras, sino que seguramente volveremos a cambiar oro por espejitos, esta vez chinos, como cuando llegó Colón.

El último elemento que hemos de considerar, para destacar el lugar tan preponderante que las matemáticas ocupan en la cultura occidental, es su contribución a cambiar la concepción heredada del conocimiento. Podríamos resumir que el conocimiento, tal como tradicionalmente se lo consideraba, consistía esencialmente en un ver y el ver era la vía para aprehender la forma de las cosas, que se mostraban como directamente accesibles, aunque, por supuesto, con todas las dificultades que puedan imaginarse. Las cosas parecen presentarse al sujeto que, al percibirlos, su cerebro queda impresionado por ellos, como en la famosa imagen de la tablilla de cera con que Aristóteles concibió nuestra mente, y así los conoce. Este acceso directo

³⁶ Cfr. <https://www.elblogsalmon.com/entorno/el-desempeno-economico-de-china-y-el-pib-mundial-en-los-ultimos-2000-anos>

a la cosa señalaba a su vez una inmersión del hombre en el mundo como uno más entre los entes que lo integran, formando parte de una totalidad de seres. Adquirir conocimiento era, en consecuencia, tratar de ver por nuestros medios lo que otros ya habían visto y en todo este proceso no se consideraba prioritario ni importante ni digno de consideración la adquisición de conocimientos nuevos, es decir, tratar de ver lo que nadie había visto. En todo caso, si hubiera nuevos conocimientos, éstos deberían surgir de la actividad de la razón operando sobre lo visto. Tomás de Aquino (2001) en esta misma línea, concibe al proceso racional como la capacidad de sentar ciertos principios, los primeros principios, a partir de los cuales se pueden derivar otros mediante la lógica.

Estos principios primeros, y derivados, son los que establecen, en todo caso, la base de los nuevos descubrimientos o la medida con que se han de evaluar a los que aspiran a serlo.³⁷ Pero a partir del Siglo XVI, o un poco antes, se despierta un interés por lo nuevo, por tratar de establecer las maneras de lograr nuevos saberes midiendo la valía de los principios precisamente por la capacidad para alcanzarlos, algo que tímidamente habían anticipado Abelardo de Bath y Roberto Grosseteste. Será la voz de Bacon en 1620 la que reclamará como prioritaria la tarea del descubrimiento y reclamará que el conocimiento y las capacidades intelectuales se vuelquen a la tarea de cambiar al mundo mediante los descubrimientos.³⁸

Frente a esta inquietud por nuevos saberes, se produce un reacomodo en la lógica, que había brillado en la Edad Media, y que podemos resumir en tres posiciones centrales: por un lado quienes despreciaban su función descubridora, a la par que asignaban a la lógica un papel central en la obtención del éxito personal, por lo que su enseñanza había perdido el rigor de antaño mezclándose con la Retórica, posición que sirvió para que personajes como Petrus Ramus se hicieran muy famosos criticando la lógica

³⁷ Bacon (1985) caracteriza muy bien esta actitud a la que critica con ironía, diciendo ...*todos los que con anterioridad a nosotros se entregaron al descubrimiento de las ciencias, efectuada una breve mirada a las cosas, a los ejemplos y a la experiencia, inmediatamente - como si el descubrimiento no fuera otra cosa que un simple ejercicio de imaginación- invocaron a sus propios espíritus para recibir de ellos los oráculos.* (p.57)

³⁸ *Ib.*, p.56...*todo lo que hasta el presente se ha descubierto en las artes y en las ciencias es de tal carácter que hubiera podido ser descubierto con el uso, la meditación, la observación y la argumentación, pues se trata de cosas muy cercanas a los sentidos y casi inmediatamente debajo de las nociones comunes. Para que sea posible arribar a ámbitos más remotos y ocultos de la naturaleza se requiere necesariamente que se introduzca un uso mejor y más perfecto de la mente y del entendimiento humano.*

escolástica en favor de una lógica viva y abierta.³⁹ Un segundo grupo se mantenía en la posición tradicional de que todos los elementos necesarios para los descubrimientos estaban en la correcta aplicación de la lógica. Y una tercera que, despreciando la lógica tal como la entendía el primer grupo y considerando inútil a la segunda, perseguían un nuevo método que permitiera el progreso del conocimiento. En este grupo encontraremos alineados a los grandes filósofos del siglo XVII como Bacon, Locke, Descartes y científicos como Boyle.⁴⁰

Ahora bien, el fundamento para tal oposición a lo que podríamos llamar la tradición se fundaba en una nueva manera de concebir el pensar, que tenía una clara influencia de las matemáticas. En ese giro copernicano que constituye la Modernidad, comenzando por Descartes y siguiendo con Hobbes, Locke y Leibniz, pensar se ha de identificar con tener representaciones ante la conciencia y poder establecer conexiones entre esas representaciones, abriendo la cuestión acerca de los representados por esas representaciones.⁴¹ Pensar no es concebido como un ver y quedar impresionado por algo exterior sino que pensar es un ver nuestros contenidos mentales, es operar con los contenidos inmanentes de la conciencia según reglas que le son propias y que hay que descubrir, como se

³⁹ Petrus Ramus, o Pierre de la Ramée (1515-1572), líder de la corriente anti aristotélica de pensamiento denominada en su honor Ramismo. A los ocho años huyó de casa y marchó a París. Trabajando de día como criado y estudiando de noche logró ingresar a la Sorbona cuando y llegó a Magister a los veintiún años, independiente, anti dogmático e hipocrítico, se rebeló y protestó con energía contra el aristotelismo de las universidades, generando fuertes opositores como los jesuitas que lograron que sus obras fueran prohibidas. Ante estos enemigos se hizo calvinista, oscilando su tarea educadora entre París, Alemania y Suiza según los vaivenes de la guerra entre religiones. Escribió una gramática griega y una francesa en la que inventó el uso de la Uve y de la Jota. Murió asesinado en la Matanza de San Bartolomé y su cadáver arrojado al Sena, La matanza de San Bartolomé fue una masacre de miles de calvinistas (hugonotes) por parte de fanáticos católicos iniciada el 23/8/1572 que duró varias semanas en toda Francia. En: https://www-treccani-it.translate.goog/enciclopedia/pietro-ramo_%28Dizionario-di-filosofia%29/?

⁴⁰ Pero al examinarlas noté que en cuanto a la lógica sus silogismos y la mayoría de sus demás instrucciones sirven más bien para explicar a otros las cosas que se sabe o incluso...para hablar sin juicio de las que se ignora, más que aprenderlas. Cfr. Descartes, R: Discurso del Método, Segunda Parte, Adam y Tannery VI, p.17:

⁴¹ Locke, J.: *Ensayo sobre el entendimiento humano*, IV, 17: ...lo que llamamos ilación o inferencia, [función de la razón] y que no consiste en otra cosa que en la percepción de la conexión que entre las ideas en cada paso de la deducción. Y en I, Introducción Locke define a idea como: el objeto del entendimiento cuando un hombre piensa...aquello que se ocupa la mente cuando un hombre piensa. También Leibniz sostiene en *Of the mathematical determination of syllogistic forms: la parte dela lógica que trata con los modos y las figuras de los silogismos puede reducirse al rigor geométrico* (en Parkinson, G.H.R. *Leibniz Logical Papers*, Clarendon Press, Oxford, 1966, p. 105)

descubrieron las estructuras y reglas que norman las relaciones entre los objetos matemáticos, como bien lo sienta Locke (1966):

Desde el momento en que la mente, en todos sus pensamientos y razonamientos, no tiene ningún otro objeto inmediato que sus propias ideas, las cuales ella sola contempla o puede contemplar, resulta evidente que nuestro conocimiento está dirigido sólo a ellas... Creo que el conocimiento no es sino la percepción del acuerdo y la conexión, o del desacuerdo y el rechazo en cualesquiera de nuestras ideas. (p. 1-2)

Hobbes (199) resume esta perspectiva en forma radical cuando sostiene que pensar no es otra cosa que la suma y resta de palabras con las que significamos nuestros pensamientos:

Pues la razón, en este sentido, no es sino cálculo (esto es, adición y sustracción) de las consecuencias de los nombres generales convenidos para caracterizar y significar nuestros *pensamientos*. (p.4)

En última instancia, pensar es calcular, y así como se fabrican máquinas para calcular, se abre para el futuro la posibilidad de fabricar una máquina que piense, una inteligencia artificial.

Pensar y conocer dejan de centrarse en la percepción y se los concibe primariamente como un operar con los contenidos de la conciencia, sean que los llamemos representaciones, ideas, concepciones internas o palabras significativas, proceso en el que las que otras facultades sólo tendrán un papel complementario.⁴² Como en el caso de los números que, al separarse de lo numerado, permitió que los matemáticos iniciaran un proceso que las independizó del mundo hasta construir un universo propio, así el pensar se libera de su dependencia de los correlatos de lo pensado para concebirse como las operaciones que pueden hacerse con los contenidos de la conciencia, la inspección de esas ideas o representaciones y su manipulación. En esa actividad tendrá su lugar la lógica, pero entendida ahora como la ciencia que estudia esas operaciones de la mente, aportando la claridad y sistematización necesaria a esos procesos, como bien lo dice Leibniz en su *Of the mathematical determination of syllogistic forms*:

Si se alaba a los hombres que han determinado el número de cuerpos regulares -que es algo que no tiene uso, excepto que es agradable de contemplar- y se piensa que es un ejercicio merecedor de un genio

⁴² Con el término pensamiento entiendo todo lo que se produce en nosotros mientras estamos conscientes, en tanto tenemos conciencia de ello. Y así no sólo entender, querer, imaginar sino también sentir es lo mismo aquí que pensar. Cfr. Descartes, R, Los Principios de la Filosofía, I, 8.

matemático haber sacado a la luz las más elegantes propiedades de un conoide o un sicoide, o alguna otra figura que raramente se usa, cuanto mejor será poner al razonamiento humano bajo leyes matemáticas, que es la cosa más útil y excelente que tenemos. (Parkinson, 1966, p.105)

CONCLUSIÓN

Queda abierto como interrogante la relación que puedan tener esas representaciones con lo que representan, con lo representado en esas representaciones. Este es, el nuevo papel que le corresponderá a la experimentación, corroborar si en la naturaleza se confirma lo que hemos elaborado en nuestras representaciones. Pero al igual que con la utilidad de los números, en que lo numerado debe adaptarse al número iniciando una progresiva cuantificación de lo cualitativo,⁴³ (Locke. Ob.cit. p.26)

Al respecto, Kant concluirá que es lo representado lo que deberá adaptarse a la representación que lo representa, completando la gran inversión de la Modernidad en la Filosofía que la evolución del conocimiento matemático hizo posible y a la que le impuso su sello en lo que se llamó la segunda revolución copernicana.

Nota:

Este artículo formó parte de la disertación ofrecida por el Profesor Alfredo Vallota en la Conferencia “De las matemáticas a la filosofía: de los árabes al capitalismo moderno”, la cual fue organizada por la Línea de Investigación Finanzas y Organizaciones Financieras y Socio comunitarias y que se llevó a cabo el 26 de noviembre de 2019 en la Sede del Núcleo Regional de Educación Avanzada Caracas, en la Sala Ecológica. Es pertinente aquí agradecer al Profesor Vallota por la oportunidad de compartir sus experiencias académicas con los miembros de esta Línea de Investigación.

⁴³ Por el color, la forma, el gusto y el olfato, y demás cualidades sensibles, tenemos ideas tan claras y distintas de la salvia y de la cicuta como las que tenemos de un círculo y un triángulo; pero como no tenemos ideas de las cualidades primarias particulares de las partículas de esas dos plantas, ni de otros cuerpos que podríamos aplicarles, no podríamos decir qué efectos podrían producir, ni, cuando llegamos a advertir esos efectos, podemos adivinar, y menos todavía conocer, de qué manera se producen.

REFERENCIAS

- De Aquino, T (1265-1274/2001). *Suma de Teología*. IV reimpresión. Biblioteca de Autores Cristianos. Madrid.
- Bacon, F. (1.985). *La Gran Restauración*, Alianza Editorial, Madrid.
- Crombie, A.C. (1980). *Historia de la ciencia*, T.2, Alianza Editorial, Madrid.
- Descartes, R. (1637-1641/ 2010). *Discurso del Método*. Colección Astral-Espasa Calpe. Madrid. Traducción: Manuel García Merente. Título original: Le Discours de la Méthode y Meditaciones de prima philosophia, inqua dei existentia et animae inmortalitas demonstratur. René Descartes, 1637 y 1641.
- Descartes, R. (1644/1995). *Los Principios de la Filosofía*, Intr., trad. y notas de Guillermo Quintás, Madrid, Alianza editorial
- Grant, E. (1983). *La Ciencia física en la Edad Media*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Hobbes, T (1651/1999). *Leviatán*. Colección Prometeo. Publicaciones Cruz O. S.A. México.
- Kellenbenz, H. (1978). *El desarrollo económico de la Europa continental (1500-1750)*, Siglo XXI Eds., México.
- Locke, J. (1.632-1704/ 2005). *Ensayo sobre el entendimiento humano*. Fondo de Cultura Económica. USA.
- Morales F. (1.973). *Historia del Descubrimiento y Conquista de América*, Editora Nacional, Madrid.
- Parkinson, G, H, R. (1966). *Leibniz Logical Papers*, Clarendon Press, Publicaciones de la Universidad de Oxford. Inglaterra.
- Pratt, V. (1987), *Thinking Machines; The Evolution of Artificial Intelligence*, Oxford: Basil Blackwell.
- Montero, R. (2013). *Descubrimiento de un cometa: La misión Rosetta haciendo historia Centro de Astrobiología CSIC-INTA*. Villanueva de la Cañada (Madrid)
- Whitehead, A. (1962). *Science and the modern world*, New American Library, Nueva York, 1962, p.31. (Traducción propia)