LAS MATEMÁTICAS EN EL RENACIMIENTO

Oscar Mario Rodríguez Sánchez

INTRODUCCIÓN

Frecuentemente se asegura que el significado más importante de la caída de Constantinopla en 1453, para la historia de las matemáticas, es que Italia se benefició con las traducciones de los manuscritos de los tratados griegos. De aquí, el resto de Europa llegó a tener contacto con los trabajos de la antigüedad.

Los primeros libros impresos de Europa del oeste datan de 1447 y, aunque a fines de siglo había mas de 30000 ediciones, pocas de estas fueron matemáticas. Al principio, la geometría griega clásica fue menos significativa que las ediciones de las traducciones latinas medievales de los tratados algebraicos y aritméticos árabes.

Varios de los tratados de Arquímedes fueron accesibles en latín a través de las traducciones de William de Moerbeke; pero fue muy poco para apreciar las matemáticas clásicas. Estas fueron accesibles sólo para quienes tuvieran un entrenamiento preliminar.

Los estudios medievales latinos en geometría elemental y en teoría de proporciones, así como las contribuciones arábigas a las operaciones aritméticas y métodos algebraicos, no presentaron dificultades comparables a las asociadas con los trabajos de Arquímedes y Apolonio.

REGIOMONTANO

Nicholas de Cusa (1401-1464) adoptó un punto de vista similar al de Nicole Oresme (1323?-1382), al argumentar que cualquier cosa medible puede representarse por una línea. Cusa tuvo acceso a una traducción de una parte del trabajo de Arquímedes, hecha en 1450 por Jacob de Cremona; pero, aunque llegó a Cardenal, como matemático fue muy errático. Llegó a creer que promediando polígonos inscritos y circunscritos había llegado a una cuadratura. Pero fue uno de los primeros europeos modernos en atacar un problema que fascinó a las mejores mentes de la antigüedad.

Johann Müller, de Königsberg, llamado Regiomontano (1436-1476) y probablemente el matemático de mayor influencia del siglo quince, puntualizó el error del razonamiento de Cusa.

Regiomontano estudió en las universidades de Leipzig y Viena, donde desarrolló su gusto por las matemáticas y la astronomía. En Roma, acompañando al cardenal Besarion, llegó a adquirir un gran conocimiento del griego, con lo que enlazó el conocimiento clásico preservado en Constantinopla y el movimiento renacentista.

Al regresar a Alemania estableció una imprenta y un observatorio en Nuremberg, con la esperanza de imprimir traducciones de Arquímedes, Apolonio, Heron, Ptolomeo y otros; pero murió joven (probablemente envenenado) y el proyecto quedó incompleto. En 1475 había sido invitado a Roma por el Papa Sixto IV para la reforma del calendario; pero murió un poco después de llegar.

La lista de libros que planeaba imprimir se conserva, lo que indica que el desarrollo de las matemáticas se habría acelerado si hubiera sobrevivido.

Georg Peuerbach (1423-1469), maestro de Regiomontano en Viena, planeaba hacerse de una buena copia del manuscrito del *Almagesto* de Ptolomeo en Italia para hacer una edición; pero murió prematuramente y el proyecto recayó en Regiomontano. Así, la principal contribución de Regiomontano en astronomía fue completar una nueva versión latina del *Almagesto* de Ptolomeo, iniciada por Peuerbach; Resultó un libro de texto por sí mismo. Su *Epítome del Almagesto de Ptolomeo* es notable por su énfasis en las partes matemáticas que habían sido omitidas en astronomía descriptiva elemental.

Un nuevo libro de texto de astronomía: *Theoricae novae planetarum*, de Peuerbach, fue publicado por Regiomontano en 1472.

El trabajo sistemático de los métodos para resolver triángulos de Regiomontano: *De triangulis omnimodis*, es de gran significado para las matemáticas, ya que marcó el renacimiento de la trigonometría. Los nuevos trabajos en astronomía se habían acompañado por tablas de funciones trigonométricas. Los trabajos de Peuerbach incluyeron una nueva tabla de senos.

Habiendo nacido la función seno en la India, aparte de su papel en los sistemas astronómicos, se le tuvo poco interés. Desde el siglo doce se contaba en Europa con traducciones de trigonometría árabe; pero no hubo contribuciones latinas. Fue con Regiomontano, a partir de su *De triangulis*, que Europa ganó prominencia en este campo. El aparente contacto de Regiomontano con el trabajo de Nasir Eddin *Tratado sobre el Cuadrilátero*, más propio del griego que del hindú, fue la fuente para organizar la trigonometría como una disciplina independiente de la astronomía.

El primer libro de *De triangulis*, escrito alrededor de 1464, inicia con nociones fundamentales, derivadas de Euclides, sobre magnitudes y razones; tiene más de cincuenta proposiciones sobre la solución de triángulos, usando propiedades de ángulos rectos.

El libro II inicia con el establecimiento y prueba de la ley de los senos, incluyendo problemas para determinar lados, ángulos y áreas de triángulos planos, dando determinadas condiciones.

El libro III contiene teoremas encontrados en los textos griegos sobre esferas, antes del uso de la trigonometría.

El libro IV es sobre trigonometría esférica e incluye leyes de los senos esféricas.

Entre lo novedoso está el uso de fórmulas de área; pero no incluyó la función tangente; la función tangente fue considerada en otro tratado de trigonometría de Regiomontano: *Tabulae directionum.*

Para obviar fracciones fue costumbre utilizar valores grandes para el radio del círculo. Regiomontano utilizó un radio de 600,000 para una de sus tablas de senos; para otras adoptó 10,000,000 o 600,000,000. Para su tabla de tangentes en *Tabulae directionum* eligió 100,000. No llamó la función tangente, sino utilizó solo la palabra números para las entradas, grados para grados, en una tabulación con el encabezado “Tabula fecunda”.

Regiomontano murió antes de que sus dos trabajos de trigonometría fueran publicados. *Tabulae directionum* fue publicada en 1490, pero el más importante, *De triangulis*, apareció en prensa hasta 1533 (y de nuevo en 1561). Sin embargo, los trabajos fueron conocidos en forma manuscrita por el círculo de matemáticos de Nuremberg, donde Regiomontano estuvo trabajando y es muy posible que hayan tenido influencia a principios de siglo XVI. Cien años después de la caída de Constantinopla, las ciudades europeas: Viena, Cracovia, Praga y Nuremberg, fueron líderes en astronomía y matemáticas. La última de ellas llegó a ser un centro para la impresión de libros.

CHUQUET

En Francia, en 1484, Nicolas Chuquet (1445?-1500) elaboró el manuscrito *Triparty en la science des nombres*, los cuales, al igual que el *Liber abaci* (1202) de Fibonacci (1180-1250), escrito tres siglos antes, fueron editados hasta el siglo XIX.

El primero de ellos trata de operaciones aritméticas sobre números e incluye una explicación de los números indoarábigos. Las cuatro operaciones fundamentales son expresadas por palabras y frases : *plus, moins, multiplier par*, *partyr par.* Las primeras dos se indican algunas veces a la manera medieval: con la letra p (inicial de la palabra plus) o la letra m (inicial de la palabra moins) sobrerralladas. Es decir $\overline{\mathrm{p}}$ o $\overline{\mathrm{m}}$, según el caso.

Da también una *regle des nombres mohines* de acuerdo a la cual, (a + c)/(b + d) se encuentran entre a/b y c/d , para a, b, c, d, positivos.

En la segunda parte, raíces de números, incluye algunas abreviaciones.

La expresión

$$\mathrm{R)}^2.\ 14.\ \overline{\mathrm{m}}\ .\ \mathrm{R)}^2\ 180$$

Corresponde a la expresión moderna $\sqrt{14-\sqrt{180}}$

El último y más importante, trata de la *Regle des premiers*, es decir de la incógnita, lo que nosotros llamaríamos álgebra.

Durante los siglos XV y XVI se utilizaron varios nombres para la incógnita: *res* en latín, *chose* en francés, *cosa* en italiano, *coss* en alemán. Chuquet utilizó *premier*, y a la segunda potencia la llamó *champs* (en latín se le llamó *census*) a la tercera potencia le llamó *cubiez* y a la cuarta *champs de champs*. Para múltiplos de éstas, inventó una notación exponencial.

La *denominación* o potencia de la incógnita fue indicada por un exponente asociado con el coeficiente del término.

Así, $5x$, $6x^2$, $10x^3$, aparecen indicados como

$$.5.^1\ ,\ .6.^2\ ,\ .10.^3$$

Las potencias cero y negativas también son consideradas. Así, $9x^0$, $9x^{-2}$ fueron escritas como $.9.^0$, $.9.^{2.m.}$

La segunda parte del último de los *Triparty* está dedicada a la solución de ecuaciones. Una de las novedades es que expresó, por primera vez, un número negativo aislado en una ecuación algebraica.

Triparty fue impresa hasta 1880. Pero la *L'arismethique nouvellement composée*, publicada en Lyon por Etiene de la Roche en 1520 y de nuevo en 1538, depende en gran parte del trabajo de Chuquet.

PACIOLI

La mejor álgebra conocida de ese período se publicó diez años mas tarde (1494) en Italia: la *Summa de arithmetica, geometrica, proportioni et proportionalita* de Luca Pacioli, también conocido como Luca di Borgo (1445-1514).

La *Summa* se terminó de escribir en 1487. Es una compilación de material en cuatro campos: aritmética, álgebra, geometría euclidiana elemental y contabilidad (Pacioli estuvo familiarizado con la aritmética comercial). Es un compendio de trabajos hechos por el autor con anterioridad y de conocimiento general de ese tiempo.

Pacioli publicó en 1509 una edición de Euclides y un trabajo titulado *De divina proportione* que trata sobre polígonos y sólidos regulares y la razón posteriormente conocida como la sección dorada. Las ilustraciones en *De divina proportione* se atribuyen a Leonardo da Vinci (1452-1519).

El renacimiento se caracterizó en matemáticas, principalmente por el surgimiento del álgebra y fue una continuación de la tradición medieval, ya que Regiomontano reconoció la importancia del álgebra arábiga y latina, puesto que conoció el trabajo de al-Khowarizmi y de Fibonacci.

SÍMBOLOS OPERACIONALES

En la publicación de 1492 *Compendio de lo abaco* de Francesco Pellos (1450-1500) se hace uso del punto para denotar la división de un entero por una potencia de diez. Es el inicio del punto decimal. Hay que recordar que ya al-Kashi (1380-1429?) había utilizado fracciones decimales.

Los símbolos alemanes para la adición y sustracción desplazaron a la p y m italianas. En 1489, antes de la publicación de la *Summa* de Pacioli, Johann Widman (n. ca. 1460) publicó la aritmética comercial *Rechenung auff allen Kauffmanschafft*, el trabajo más antiguo en el que aparecen los signos + y -, utilizados al principio para indicar excesos y deficiencias.

Coss (1525), uno de los libros de álgebra alemanes de principios del siglo XVI, de Christoph Rudolff (1500?-1545?), es uno de los primeros libros impresos que utiliza fracciones decimales, así como los símbolos para raíces.

En *Rechnung* (1527) de Peter Apian (1495-1552) aparece impreso en la portada el triángulo de Pascal, casi un siglo antes del nacimiento de Blaise Pascal (1623-1662).

La *Arithmetica integra* (1544) de Michael Stifel (1487?-1567?) incluye el triángulo de Pascal, pero además trata los números negativos, radicales y potencias, y reduce la multiplicidad de casos de ecuaciones cuadráticas a una forma única, además explica, bajo una regla especial, cuando usar + y -. En un tratado posterior, *De algorithmi numerorum cossicorum,* propuso usar una letra singular para la incógnita y repetir dicha letra para potencias mayores de la incógnita. La *Arithmetica integra* es un tratado del álgebra conocida hasta 1544, ninguno de los problemas llegó a incluir ecuaciones cúbicas.

DEL FERRO, TARTAGLIA, FERRARI Y CARDANO

A partir de 1545, con la publicación de *Ars Magna* de Jerónimo Cardano (1501-1576), se hizo común la solución de la ecuación cúbica y de la ecuación cuártica. Fue tan fuerte su impacto que frecuentemente se toma el año de 1545 como el inicio del período moderno en matemáticas.

Cardano no fue el descubridor de la solución de ninguna de ellas. Él mismo admite en su libro que la idea para resolver la ecuación cúbica la obtuvo de Tartaglia (Niccolo Fontana 1500-1557), y que la solución de la ecuación cuártica fue primero descubierta por Ludovico Ferrari (1522-1565). Lo que Cardano no menciona en *Ars Magna* es la promesa que había hecho a Tartaglia de no revelar el secreto.

Se presume que el mismo Tartaglia había recibido ideas sobre la solución de la ecuación cúbica de fuentes anteriores. Cualquiera que sea la verdad en la controversia entre Cardano y Tartaglia, parece claro que ninguno de ellos fue el primero en hacer el descubrimiento. No se sabe cómo ni cuando el profesor de matemáticas en Bologna, Scipione del Ferro (1465-1526) hizo el descubrimiento, nunca publicó la solución, pero antes de su muerte la reveló al estudiante Antonio María Fior.

El conocimiento de la posibilidad de resolver la ecuación cúbica inspiró a Tartaglia para tratar de encontrar el método por sí mismo, ya sea independientemente o con alguna sugerencia, en 1541 mostró cómo resolver ecuaciones cúbicas. En una competencia entre Fior y Tartaglia, cada contendiente propuso treinta cuestiones al otro para resolverlas en un tiempo determinado. Cuando llegó el día, Tartaglia había resueltos todos los problemas propuestos por Fior, mientras que éste no resolvió ninguno de los propuestos por Tartaglia. Hoy identificamos la ecuación cúbica de una manera, pero en ese tiempo se consideraban varios tipos, de acuerdo a valores y signos de los coeficientes.

Se considera que la solución de las ecuaciones cúbica y cuártica son la mayor contribución al álgebra desde los babilonios. No ha habido otros descubrimientos que hayan estimulado el desarrollo del álgebra como lo hizo *Ars Magna*. Lo más importante es que impulsó la investigación en álgebra en varias direcciones. Por ejemplo, un resultado inmediato de la solución de la ecuación cúbica fue el uso de un nuevo tipo de números. Aunque los racionales fueron aceptados desde el tiempo de Cardano, los imaginarios tuvieron que ser calculados, aún cuando se intentara restringir a raíces reales.

BOMBELLI

En el aspecto anterior, Rafael Bombelli (1526-1573), llegó a apreciar que los radicales deben estar relacionados de la misma manera como están relacionados los radicandos. Es decir, que son imaginarios conjugados que producen números reales, anticipando el papel que los conjugados jugarían en el futuro.

Bombelli escribió su *Álgebra* alrededor de 1560 y fue impresa, en parte, hasta 1572. Contiene símbolos parecidos a los de Chuquet, por ejemplo, los símbolos italianos p y m para la adición y sustracción; pero utiliza también otras formas de expresión, por ejemplo, las potencias de la incógnita aparecen como números arábigos arriba de un pequeño arco circular. No aparece símbolo para la igualdad; aunque ya se tenía.

RECORDE

El símbolo para la igualdad apareció en Inglaterra en 1557 en el *Whetstone of Witte* de Robert Recorde (1510-1558), pero tuvo que pasar más de un siglo antes de que tal símbolo se impusiera sobre otras notaciones. Este libro es el más frecuentemente citado de los de Recorde; *Whetstone* es un juego de palabras (coss (para cosa) es el latín para whetstone)); está dedicado a la “cossike practise” (“la cosa práctica”), es decir, el álgebra.

Se puede decir que Recorde estableció la escuela matemática inglesa. Su primer trabajo en matemáticas fue *Grounde of Artes* (1541), una aritmética popular que contenía cálculo por ábaco y algoritmos, con aplicaciones comerciales. En 1551 aparecieron sus otros dos libros: *Castle of knowledge*, una astronomía en la cual se cita el sistema de Copérnico y *Pathewaie to knowledge*, un compendio de los *Elementos* y primera geometría que apareció en inglés.

COPÉRNICO

Los mayores progresos en matemáticas durante el siglo XVI fueron en álgebra. Aunque también hubo avances en trigonometría, estos no fueron tan espectaculares. Durante la vida de Regiomontano, Polonia había logrado un gran nivel en la enseñanza y la Universidad de Cracovia, donde Copérnico se inscribió en 1491, alcanzó gran prestigio en matemáticas y astronomía.

Normalmente tenemos la idea de Nicolás Copérnico (1473-1543) como el astrónomo que quitó la Tierra del centro del sistema solar y la puso en movimiento alrededor del Sol; pero nos olvidamos de que un astrónomo es, por lo general, un trigonómetra. Copérnico realizó estudios avanzados en leyes, medicina y astronomía en Bologna, Padua y Ferrara, y dio clases en Roma, regresando a Polonia en 1510.

Después de muchas obligaciones administrativas completó el tratado *De revolutionibus orbium coelestium*, publicado en 1543 (año en que murió). Contiene partes substanciales en trigonometría, las cuales habían sido publicadas por separado años antes bajo el título *De lateribus et angulis triangulorum*. Contiene material similar al que aparece en *De triangulis* de Regiomontano, pero las ideas trigonométricas de Copérnico datan de antes de 1533 (año en que se publicó *De triangulis*).

Sin embargo es probable que la trigonometría de Copérnico esté relacionada a la de Regiomontano a través del matemático prusiano Georg Joachim Rheticus (1514-1476), de Wittenberg, el cual fue admitido como estudiante por Copérnico en 1539 y trabajó con él aproximadamente tres años. Rheticus estuvo en contacto con los matemáticos de Nuremberg y fue él quien publicó un primer relato de la astronomía de Copérnico, con la aprobación de éste, en un trabajo titulado *Narratio prima* (1540) y también realizó los primeros preparativos, completados por Andreas Osiander, para la impresión de *De revolutionibus*.

Rheticus combinó las ideas de Regiomontano y de Copérnico con las suyas propias en el tratado *Opus palatinum de triangulis* donde dejó de considerar las funciones con respecto al arco de un círculo y se concretó a las líneas en un triángulo recto. Les dio uso a las seis funciones trigonométricas y calculó tablas para ellas. Como las fracciones decimales no eran comunes, utilizó hipotenusas de 10,000,000 y lados e hipotenusas de 10,000,000 de partes para intervalos en el ángulo de 10”. Dejó iniciadas tablas con base de 10^{15} partes, ya que el tratado lo terminó y editó, en 1596, su alumno Valentin Otho (1550-1605).

LA GEOMETRÍA

Quienes hicieron contribuciones a la geometría en el siglo XVI fueron, principalmente, Johannes Werner (1468-1522) y Albrecht Dürer (1471-1528) en Alemania y, en Italia, Leonardo da Vinci (1452-1519), Francesco Maurolico (1494-1575) y Pacioli. Así mismo contribuyeron los geógrafos, ya que la navegación está estrechamente relacionada con la representación geográfica y, con la empresa de Magallanes y Elcano, se dio una carta de autenticidad al concepto del *Mapa Mundi* representado como una esfera.

Werner ayudó a preservar la trigonometría de Regiomontano; pero fue más significativo su trabajo, en veintidós libros, sobre los elementos de las cónicas, impreso en Nuremberg en 1522. Entre otras cosas, derivó ecuaciones para la parábola y la hipérbola a partir del cono e incorporó un método propio para graficar puntos sobre una parábola, con regla y compás, partiendo de un conjunto de círculos tangentes en un mismo punto.

Un hecho importante en que difiere el arte renacentista del arte de la edad media, es en el uso de la perspectiva en la representación plana de objetos tridimensionales. El arquitecto florentino Filippo Brunelleschi (1377-1446), atacó este problema, pero el primer intento formal de abordar algunos problemas de este tipo lo dio Leon Battista Alberti (1404-1472) en el tratado *Della pictura* de 1435 e impreso en 1511.

Un paso más en el desarrollo de la perspectiva lo dio Piero della Francesca (1410-1492) en *De prospectiva pingendi* (1478). Escribió también *De corporibus regularibus*, donde notó la "divine proportion" en la cual las diagonales de un pentágono regular se cortan unas a otras. También encontró el volumen común para dos cilindros circulares iguales cuyos ejes se cortan en ángulo recto.

Leonardo conectó también el arte con las matemáticas. En sus notas se encuentran cuadraturas, construcciones de polígonos regulares y razonamientos sobre centros de gravedad y sobre curvas de doble curvatura; pero se distinguió más por su aplicación de las matemáticas a la ciencia y la teoría de la perspectiva. En su *Trattato della pittura* inicia con la advertencia: "quien no sea un matemático no lea mi trabajo".

En el trabajo de Dürer se aprecia la influencia de Pacioli: en *Melancolía*, de 1514, aparece un cuadrado mágico y se sabe que Paciolo dejó el manuscrito *De viribus quantitatis* en el que se aprecia el interés en tales cuadrados. Dürer tuvo más interés en la geometría; generó epicicloides (dibujándolas con un punto fijo en un círculo, el cual rueda a lo largo de la circunferencia de otro círculo); pero no las estudió analíticamente, ya que no contaba con la herramienta algebraica necesaria. Aunque dio construcciones ingeniosas para polígonos y otras curvas planas (obtenidas al proyectar curvas en el espacio sobre un plano), al no tener los fundamentos matemáticos, no distinguía fácilmente entre resultados exactos y aproximaciones.

Aunque en ese tiempo no se apreció la importancia de las transformaciones geométricas, las proyecciones resultaron esenciales para los cartógrafos, debido a las exploraciones geográficas.

A Claudio Ptolomeo de Alejandría (siglos 80?-165?), se le asocia con un solo libro: *Almagesto*, pero también realizó otros trabajos. Uno de los más importantes fue una *Geografía* en ocho libros, la cual llegó a ser una Biblia para los geógrafos. En ella introdujo el sistema de latitudes y longitudes como se utiliza actualmente y describió métodos de proyección cartográfica. Sin embargo fueron inevitables los errores, ya que en la época la determinación de longitudes no era muy confiable. Además, para calcular el tamaño de la tierra, prefirió el valor de 180,000 estadios, propuesto por Posidonius (profesor de Pompeyo y Cicerón), en lugar del valor de 252,000 estadios dado por Eratóstenes. Esto dio como resultado que el mundo Eurasiano conocido abarcara una fracción mayor de la circunferencia que lo que realmente es. Este error sugirió a los navegantes que el viaje de Europa a la India, navegando hacia el oeste, no resultaría tan largo.

Ptolomeo describió dos tipos de proyección de mapas: La proyección ortográfica, que la explicó en *Analemma*, la cual es una transformación de una esfera a un plano, donde los puntos de la superficie de la esfera se proyectan ortogonalmente sobre tres planos mutuamente perpendiculares, y la proyección estereográfica, descrita en *Planisphaerium*, en la cual los puntos en la esfera se proyectan por líneas desde un polo sobre un plano (en el caso de Ptolomeo desde el polo sur al plano del ecuador).

En el mapa realizado por Ptolomeo se sintetizaron los conocimientos de su tiempo y sentó las bases de la concepción del mundo hasta finales de la Edad Media.

Uno de los primeros innovadores fue el matemático alemán Peter Apian (1495-1552). En 1520 publicó el primer mapa del Viejo y el Nuevo Mundo en el que se usó el nombre "América".

De la escuela flamenca de cartografía se puede destacar la contribución hecha por Gerard Mercator (1512-1594). En esta época lo común era dibujar mapas basándose en una red rectangular de dos conjuntos de líneas paralelas equidistantes, uno para las latitudes y otro para las longitudes. Sin embargo la distancia entre grados de longitud varía con el paralelo de la latitud a lo largo de la cual se mide. Esto provoca distorsión de las figuras y errores de dirección.

Mercator introdujo la proyección que lleva su nombre, la cual, con posteriores modificaciones, resultó básica en cartografía. Esta proyección parte de considerar a la Tierra como una esfera inscrita en un cilindro circular recto que la toca a lo largo del ecuador y, desde el centro de la Tierra, se proyectan los puntos en su superficie sobre el cilindro. Al cortar el cilindro a lo largo de un elemento y extenderlo, los meridianos y paralelos en la Tierra se transforman en una red rectangular de líneas. Las distancias entre líneas meridianas sucesivas serán iguales, pero las distancias entre líneas de latitud sucesivas no serán iguales. Estas últimas se incrementan rápidamente conforme se aleja uno del ecuador de manera que ocurren distorsiones en las figuras y en las direcciones.

Mercator encontró que por medio de una modificación de estas distancias, determinada empíricamente, era posible preservar las direcciones y las figuras. En 1599, Edward Wright (1558-1615), en Cambridge, desarrolló las bases teóricas de la proyección de Mercator calculando la relación funcional entre la distancia D desde el ecuador y la latitud ϕ

$$D = a \ln \tan(\phi/2 + 45°)$$

Aunque en el renacimiento se aplicaron las matemáticas en campos como: mecánica, arte, cartografía, y óptica, Maurolico revivió el interés por lo más avanzado de los trabajos clásicos de la antigüedad. En la primera mitad del siglo XVI fueron pocos los que estuvieron familiarizados con la geometría de Arquímedes, Apolonio y Pappus, ya que las traducciones latinas de estos fueron accesibles hasta a mediados del siglo XVI. De

Arquímedes se imprimió una traducción, debida a Tartaglia, en 1543, luego una edición griega en 1544 y una traducción en latín por Federigo Commandino (m. en 1575) en Venecia en 1558. Del trabajo *Cónicas* de Apolonio sólo los primeros cuatro libros (de los ocho originales) permanecieron en Grecia. (El matemático árabe, Thabit ibn Qurra, tradujo los siguientes tres libros. En 1710, Edmund Halley logró una traducción latina de los siete libros). La traducción latina de los cuatro primeros se imprimió en Venecia en 1537. La traducción de Maurolico, terminada en 1548, fue publicada hasta 1654. La traducción de Commandino fue impresa en Bologna en 1566. (Commandino también tradujo la colección matemática de Pappus, pero fue impresa hasta 1588).

Maurolico tuvo acceso a la geometría antigua disponible, ya que leía griego y latín. De algunas observaciones de Pappus al trabajo de Apolonio, sobre normales a las secciones cónicas, Maurolico trató de reconstruir el libro V de las *Cónicas*, en ese tiempo perdido. Esto llevó a que la reconstrucción de los trabajos perdidos, en general, y de los últimos cuatro libros de las *Cónicas*, en particular, llegaran a ser uno de los principales estímulos para la geometría antes de Descartes.

Desde la muerte de Maurolico en 1575, hasta la publicación de *La géométrie* de René Descartes (1596-1650) en 1637, la geometría tuvo que esperar a que los progresos en álgebra alcanzaran un nivel que hiciera posible la geometría algebraica.

REFERENCIAS

[1] Boyer, Carl B. (1968), *The Renaissance*; A History of Mathematics. John Wiley & Sons, Inc., New York.
[2] Colerus, Egmont (1972), *Apolonio de Perga, Matemáticas y virtuosismo - Arquímedes, Matemáticas y realidad - Leonardo de Pisa, El despertar de las Matemáticas - Nicolás de Oresme, Naturaleza y Matemáticas*; Breve Historia de las Matemáticas, Vol. 1. Editorial DONCEL, España.
[3] Colerus, Egmont **(**1973), *Descartes, La Matemática como método*; Breve Historia de las Matemáticas, Vol. 2. Editorial DONCEL, España.
[4] Courant, Richard (1964), *Mathematics in the Modern World*; Mathematics in the Modern World, Readings from Scientific American,USA.
[5] Crombie, A. C. (1959), *Descartes*; Mathematics in the Modern World, Readings from Scientific American, USA.
[6] Descartes, René (1980), *La Geometría*; Sigma, El Mundo de las Matemáticas, Vol. 1.
[7] Dyson, Freeman J. (1964), *Mathematics en the Physical Sciences*; Mathematics in the Modern World, Readings from Scientific American, USA.
[8] Kline, Morris (1964), *Geometry*; Mathematics in the Modern World, Readings from Scientific American, USA.
[9] Thomas, Ivor (1980), *Matemáticos Griegos*; Sigma, El Mundo de las Matemáticas, Vol. 1.
[10] Turnbull, Herbert Western (1980), *Los grandes Matemáticos*; Sigma, El Mundo de las Matemáticas, Vol. 1.