

# Civilización del Islam

## MATEMÁTICAS

Por: Ricardo H. S. Elía

*«Mientras Occidente veía de Dios el suave reflejo lunar, Oriente y la España árabe y judía lo contemplaban en su fecundo sol, en su capacidad creadora que vierte sus dones a raudales. El campo de batalla es España. Donde se hallan los cristianos, surge el desierto, donde están los árabes, reverdece la tierra y se convierte en un jardín florido. Y florece también el campo de la inteligencia. Bárbaros, ¿Hay que recordar la vergüenza de que nuestro Tribunal de Cuentas esperara hasta el siglo XVIII para adoptar los números arábigos, sin los cuales el cálculo más sencillo resulta imposible»* (Reforme et Renaissance, París, 1885)

**Jules Michelet** (1798-1874),  
historiador francés.

En el mundo del Islam clásico, las matemáticas eran entendidas como una «ciencia de los números» esotérica y como una investigación en la matemática «pura», asociada, entre otras materias, a la óptica, la astronomía, la astrología y la música. En cualquier caso, las matemáticas gozaron de un elevado prestigio y fueron cultivadas por un buen número de grandes personalidades, como al-Kindi, al-Biruni, Avicena, y Omar Jaiám (cfr. R. Rashed: **Entre arithmétique et algèbre. Recherches sur l'histoire des mathématique arabes**, Les Belles Lettres, París, 1984).

Pero ya hacia el siglo XI comienzan a aparecer ciertos cuestionamientos a las ciencias, entre ellas las matemáticas, que hacen decir a al-Gazali: *«En verdad, es un crimen doloroso que comete contra la religión el hombre que se imagina que la defensa del Islam pasa por el rechazo de las ciencias matemáticas, pues no hay nada en la verdad revelada que se oponga a estas ciencias, ya sea por la negación o por la afirmación, como nada hay en estas ciencias que se oponga a la verdad de la religión»* (Al-Munquid min adal, 'Preservativo contra el error').

### **Al-Juarizmi**

El conocimiento de las cifras lo obtuvieron los sabios musulmanes de su contacto con los hindúes, que habían desarrollado extraordinariamente las matemáticas, especialmente la aritmética. Hasta ese momento, el siglo IX, la forma de representar cualquier cantidad se hacía utilizando letras, tanto griegas como romanas o árabes. Esta representación con letras no permitía realizar cálculos, por lo que se hacía necesario utilizar para ello un instrumento de cálculo, a base de

bolas y alambres, llamado ábaco, que se utilizaría en Europa hasta la Revolución Francesa.

Abu Abdallah Muhammad Ibn Musa al-Juarizmi, en un escrito del que desconocemos su título en árabe, pero que su traducción latina nos ha llegado como *Algoritmi de numero indorum*, da a conocer la utilización de símbolos numéricos, que, colocados en orden y utilizando el cero (en árabe *cifr*, de donde deriva también 'cifra'), permiten realizar operaciones aritméticas. El término guarismo o algoritmo proviene de su propio nombre, al-Juarizmi. A comienzos del siglo XII, el viajero y filósofo inglés Adelardo de Bath tradujo este tratado de al-Juarizmi. El sistema sería desarrollado por Leonardo Fibonacci (1170-1240), hijo de un comerciante de Pisa, discípulo de un profesor musulmán de Bugía (Argelia), y gran viajero en Egipto, Siria y Grecia.

De este gran científico que tanto influyó en sus contemporáneos y posteriores, sólo sabemos que nació en la ciudad iraní de Juarizm (hoy la Jiva de la República de Turkmenistán), a fines del siglo VIII; vivió en Bagdad y murió hacia 863.

Lo que hizo su nombre inmortal fue el tratado que escribió llamado en árabe *Kitab al-muhtasar fi hisab al-yabr wa-l-muqabala* (Libro sobre el cálculo, álgebra y reducción). La obra, muy difundida en el mundo islámico, constituyó toda una revelación en el mundo occidental, posteriormente, con la traducción de Robert de Chester o de Ketton.

El escritor musulmán iraní Muhammad Ibn Husain Bahauddín al-Amili (1547-1621) dice que, según al-Juarizmi, «*la parte -de la ecuación- que contiene una negación se vuelve completa y se agrega la misma cantidad a la otra parte: esto es al-yabr (el álgebra). En cambio, las cantidades que son iguales y homogéneas en las dos partes se eliminan: esto es al-muqabala (la reducción)*».

Sus otras obras conocidas son *Kitab al-ziw* (Tablas astronómicas), publicado por O. Neugebauer como **The Astronomic Tables of al-Khwarizmi**, Copenhague, 1962, y *Kitab surat al-ard* («Libro de la configuración de la tierra»), publicado por H. Von Mzik, en 1926.

### **Omar Jaiám**

El poeta Omar Jaiám (1048-1132) fue también un gran astrónomo y matemático: resolvió las ecuaciones algebraicas de segundo, tercer y cuarto grado, utilizó el álgebra en geometría y escribió el tratado de las *Musadarat* (Cuestiones matemáticas). En esta obra, Jaiám afirma conocer una regla para calcular las potencias enteras de un binomio. Si así fuera, se habría adelantado al renombrado científico, filósofo y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662) en más de cinco siglos.

Entre la docena de tratados científicos suyos que se conservan, destaca su *Álgebra*, una obra maestra de la matemática medieval, en la que resolvió ecuaciones de segundo grado por medio de soluciones algebraicas y geométricas. Invitado por el sultán selyúcida Yalaluddín Malik Sha (1055-1092), trabajó con los matemáticos

del observatorio de Isfahán en la elaboración del calendario «Yalalí» (en honor del sultán). Este calendario solar se basó en unos fundamentos astronómicos más fiables que los del calendario gregoriano (ordenado por el Papa Gregorio XIII en 1582 para reemplazar al juliano del año 46 a.C.) y, según afirman los especialistas, presentaba tan sólo la desviación de un día ¡sobre 3.700 años! Actualmente, es el calendario vigente en la República Islámica del Irán (cfr. Seyyed Hossein Nasr: **Islamic Science. An Illustrated Study**, World of Islam Festival Publishing Company Ltd., Kent, 1976, pp. 82 a 86, 96 y 143).

### *Tres matemáticos persas*

El sucesor de Omar Jaiám, Sharafuddín at-Tusi (segunda mitad del siglo XII), redactó la obra «De las ecuaciones», donde plantea los problemas de localización y de separación de las raíces de la ecuación.

Otro persa, el matemático y físico Kamaluddín Abu al-Hasan al-Farisi (muerto hacia 1320), comentó la obra de Alhazen (ver aparte) y le añadió contribuciones originales. También demostró el teorema del famoso matemático Tabit Ibn Qurra (836-901). El análisis de las conclusiones de al-Farisi y de los métodos aplicados muestra que ya en el siglo XIII se había llegado en el mundo islámico a un conjunto de proposiciones, de resultados y de técnicas que equivocadamente se habían atribuido a los matemáticos del siglo XVII.

Guiazuddín Yamshid al-Kashani (m. 1429), en su «Tratado sobre el círculo», *ar-Risalat al-muhitiyyah*, precisó la relación de la circunferencia con el diámetro y, por otro lado, estudió las fracciones decimales.

En el Magreb, Abu'l-Abbás Ibn al-Banna al-Marrakushi (m. 1321), de Marrakesh, enunció una nueva teoría de la numeración, y el andalusí Abu al-Hasan Alí al-Qalasadi (m. 1486), refugiado en Túnez, redactó varios tratados de aritmética y de álgebra, en los que estudió los números enteros, las fracciones, la extracción de raíces y la resolución de las ecuaciones.

### *Al-Yazarí: un matemático que revolucionó la ingeniería mecánica*

A principios del siglo XIII, no había en la literatura europea absolutamente nada que pudiera compararse con la enciclopedia tecnológica de Al-Yazarí, compuesta en 1206. Este excepcional matemático, ingeniero mecánico y artesano había pasado 25 años en la corte de los sultanes turcos de la dinastía ortóquida de Diyarbakir. Su nombre completo era Badi al-Zamán Ibn Ismail Ibn al-Razzaz Abu 'l-Izz al-yazarí y vivió en Diyarbakir (hoy Turquía) entre fines del siglo XII y principios del XIII. Su *nisba* (adjetivo patronímico o de procedencia) habla del lugar de su nacimiento, al-yazira, una zona llamada así por los geógrafos árabes, entre los ríos Tigris y Éufrates, al noreste de Siria y al noroeste de Irak.

Hacia 1206, al-Yazarí completó un célebre libro sobre ingeniería mecánica llamado en árabe *Kitáb fí ma'rifat al-hiyal al-handasiyya* ("El libro del conocimiento y de los dispositivos mecánicos ingeniosos"), un compendio de teorías y prácticas

mecánicas.

Al-Yazarí describe cincuenta dispositivos mecánicos en seis diferentes categorías que incluyen clepsidras (relojes de agua), fuentes de agua y máquinas para elevar el agua. Muchas de las máquinas, mecanismos y técnicas que aparecen por primera en este tratado, más tarde engrosarán el vocabulario de la ingeniería mecánica europea que incluye bombas de doble desempeño con cañerías de succión, el uso del eje del cigüeñal en una máquina, la calibración exacta de orificios, la laminación de madera para reducir la torsión, el balanceo estático de ruedas, la modelación de los diseños sobre papel, la fundición de metales en moldes con arena verde, etc. Al-Yazarí también describe métodos de construcción y montaje con detalles escrupulosos de los cincuenta ingenios mecánicos para permitir a los futuros artesanos que los puedan reproducir.

El trabajo de al-Yazarí es particularmente excepcional por su profesionalidad. Otros autores a menudo fracasaron en brindar suficientes detalles, ya que o no eran artesanos o suficientemente especializados. Y este es el inmenso valor de su libro. Sus modelos y técnicas llegaron a Europa vía al-Ándalus (la España musulmana), la Sicilia islamizada de Federico II Hohenstaufen, la Constantinopla bizantina y los enclaves cruzados en Siria y Palestina, iluminando el aletargado intelecto de los europeos.

Es interesante decir que al-Yazarí es uno de los principales sabios del Islam que incursionó en el campo de la fabricación de autómatas, amén de otros portentos, como la construcción de una puerta de cuatro metros y medio de altura para el palacio de los ortóquidas en Diyarbakir, guarnecida en toda su superficie con estrellas fundidas de bronce.

La palabra autómata proviene del latín *automaton*, y ésta del adjetivo griego *aftómatos*, “que se mueve por sí mismo”; así se generaron los derivados: automático, automatismo.

La figura del autómata puede ser considerada como un doble del yo. La construcción de autómatas tiene un sentido sintomático. El autómata realiza el mito en la técnica. Uno de los primeros de estos ingenios fue la dupla arquitectónica conocida como “Los colosos de Memmon” (estatuas sedentes del farón Amenofis III), obra del ingeniero Amenhotep (hacia 1400 a.C.), que emitía sonidos cuando era iluminada por los rayos del sol al amanecer. Hacia el 500 a.C. King-su Tse, en China, construye una urraca voladora de madera y bambú y un caballo de madera que saltaba. Arquitas de Tarento (430 a.C.-360 a.C.), entre el 400 y el 397 a.C., construye un pichón de madera suspendido en un pivote, el cual rotaba con surtidor de agua o vapor, simulando el vuelo. Arquitas es también el inventor del tornillo y de la polea. El alejandrino Ctesibio (c.310-240 a.C.), inventa una clepsidra (reloj de agua) y un órgano que funciona con agua (también fue el inventor de las válvulas). Su discípulo y continuador, Filón de Bizancio (290-220 a.C.) será el inventor de un autómata acuático y de la catapulta repetitiva. El tesoro del primer emperador Qin Shi Huangdi, consistía en una orquesta mecánica de muñecos encontrada por el primer emperador Han en el 206 a.C.

El matemático Herón de Alejandría (c.20-62 d.C.), hace un tratado de autómatas, un famoso registro de aplicaciones de la ciencia que pueden ser demostrados por medio de un autómatas, así como su teatro automático en el cual, las figuras que se encuentran montadas en una caja, cambian de posición ante los ojos de los espectadores: pájaros cantores, trompetas que suenan; también inventó la *aelípila*, una máquina a vapor giratoria; la *fuenta de Herón*, un aparato neumático que produce un chorro vertical de agua por la presión del aire que operaban con monedas, animales que beben, termoscopios, sifones y la *dioptra*, un primitivo instrumento geodésico.

El primer sabio musulmán que se conoce que operó con estas habilidades fue el cordobés Ibn Firnas (ver aparte) que hacia 850 construyó una clepsidra dotada de autómatas móviles con la que se podía conocer la hora en los días y noches nublados. Pero lo más sorprendente de Ibn Firnas fue su intento de volar, seguramente recordando la leyenda griega de Dédalo. Parece ser que se proveyó de un traje de seda, que por cierto, debió ser uno de los primeros de este tejido en llegar a España, al que adhirió plumas de aves. Luego, ayudado por un mecanismo de que, desgraciadamente, no se conservan detalles, saltó desde lo alto de la torre de la Rusafa —el palacio jardín construido por el emir Abd al-Rahmān I—, desde casi cien metros de altura, y consiguió planear durante un trecho hasta que tuvo un aterrizaje bastante forzoso, aunque sin consecuencias graves. Ibn Firnas, fallecido hacia 887, fue sin duda uno de los más remotos pioneros de la aviación de que se tenga noticias, con diseños aeronáuticos elaborados seiscientos cincuenta años antes de que el artista e inventor florentino Leonardo da Vinci (1452-1519) plasmara el primer intento de estudio aerodinámico, el cual aparece en el *Sul Volo degli Uccelli* (“Sobre el vuelo de los pájaros”), redactado hacia 1505.

Será gracias a Donald Routledge Hill, un ingeniero retirado que sirvió en el octavo ejército británico en el Norte de África durante la segunda guerra mundial, que conoceremos la traducción de la obra de al-Yazarí y un estudio pormenorizado de la tecnología del Islam clásico. Luego de la contienda, Hill trabajó para la Iraq Petroleum Company. Allí en Irak completó sus estudios del árabe y se hizo un apasionado estudioso del desarrollo tecnológico alcanzado por los sabios musulmanes en la Edad de Oro. Fue así como se licenció en la universidad de Durham y alcanzó el doctorado en la Escuela de Estudios Orientales y Africanos de la Universidad de Londres. Su traducción de al-Yazarí le hizo obtener el Premio Dexter en 1974, otorgado por la Sociedad Americana para la Historia de la Tecnología.

Véase la siguiente bibliografía: Ahmad Yusuf al-Hassan y Donald R. Hill: **Islamic Technology: an illustrated history**, Cambridge University Press, Cambridge, 2002; Ananda K. Coomaraswamy: **The Treatise of al-Jazari on Automata: Leaves from a Manuscript of the “Kitab fi Ma`arifat al-Hiyal al-Handasiya”**, Harvard University Press, Boston, 1924; Donald R Hill.: **Al-Jazari: The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices (Kitáb fí ma`rifat al-hiyal al-handasiyya)**, D. Reidel Publishing Company, Boston, 1974; Donald R Hill:

**Studies in Medieval Islamic Technology. From Philo to Al-Jazari - from Alexandria to Diyar Bakr**, Ashgate Publishing Group, Aldershot, 1998.

### *Las definiciones de Roshdi Rashid*

Roshdi Rashid, nacido en El Cairo en 1936, es actualmente director de investigación emérita (clase excepcional) del CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique (Centro Nacional de Investigación Científica), o sea el Conicet francés. También es director del Centro Histórico de Ciencias y Filosofías Árabes y Medievales del CNRS desde 2001. Es director de formación doctoral de epistemología e historia de las ciencias de la universidad Denis Diderot de París. Igualmente es profesor honorario de la Universidad de Tokio y profesor emérito de la Universidad de Mansurah (Egipto). Es fundador y director desde 1984 del equipo de investigación de Epistemología e Historia de las Ciencias del CNRS. Es el académico musulmán más capacitado en presentar las ciencias del Islam clásico y en la defensa del legado científico del Islam.

Varios artículos suyos se han reunido en la voluminosa obra **Entre arithmetique et algèbre. Recherches sur l'histoire des mathématiques arabes** ("Entre la aritmética y el álgebra. Investigaciones sobre la historia de las matemáticas árabes", Les Belles Lettres, París, 1984). A continuación transcribimos una de sus respuestas, aparecida en el artículo **Intersección del álgebra y la geometría. Preguntas a Roshdi Rashid**, revista El Correo de la UNESCO, París, noviembre 1989, pp.36-41):

«**P.** La historiografía política distingue entre Antigüedad, Edad Media, Renacimiento y Tiempos Modernos. ¿Le parece que esta clasificación es aplicable a la historia efectiva de las matemáticas y en particular la contribución árabe?»

**R.** Es cierto que se han opuesto las matemáticas "medievales" a las matemáticas "modernas". La primera entidad, que agruparía las matemáticas latinas, bizantinas, árabes, incluso indias y chinas, se distinguiría de otra entidad histórica nacida en el Renacimiento. Esta dicotomía no es pertinente ni desde un punto de vista histórico ni epistemológico. Está claro que las matemáticas árabes son una prolongación y un desarrollo de las matemáticas helenísticas, que efectivamente las alimentaron. Lo mismo ocurre con las matemáticas que se desarrollaron en el mundo latino a partir del siglo XII. Para ajustarnos a los análisis que hemos esbozado, me parece que los trabajos realizados tanto en árabe como en latín (o en italiano) entre el siglo IX y comienzos del siglo XVII no pueden separarse en eras diferentes.

Todo indica que se trata de la misma matemática. Para convencernos de ello, hoy en día podemos comparar los escritos de al-Samaw'al (siglo XII), por ejemplo, en álgebra y en cálculo numérico, con los de Simon Stevin (siglo XVI); los resultados de al-Farisi en teoría de los números con los de Descartes; los métodos de at-Tusi para la resolución numérica de las ecuaciones con el de Viète (siglo XVI), o su investigación de los máximos con la de Pierre Fermat (1601-1665); los trabajos de al-Jazin (siglo X) sobre el análisis diofántico (por las Aritméticas de Diofanto de

Aleandría en el siglo III d.C.) entero con los de Bachet de Meziriac (siglo XVII), etc. Si, por otra parte, hacemos abstracción de los trabajos de al-Jwarizmi, de Abu Kamil, de al-Kariji, entre otros, ¿cómo comprender la obra de Leonardo de Pisa (Leonardo Fibonacci, siglos XII-XIII) y la de los matemáticos italianos, así como las matemáticas más tardías del siglo XVII?

Existe ciertamente una ruptura con esa matemática; en efecto, las postrimerías del siglo XVII se caracterizan por la aparición de nuevos métodos y de nuevas regiones matemáticas en Europa. Sin embargo, la ruptura no fue necesariamente repentina y no se produjo simultáneamente en todas las disciplinas. Por otra parte, rara vez las líneas de separación esquivan a los autores, pero a menudo atraviesan las obras. En el ámbito de la teoría de los números, por ejemplo, la novedad no se traduce, como se ha sostenido en el empleo de métodos algebraicos por Descartes y Fermat, los cuales, procediendo así, no hacían más que volver a los resultados de al-Farisi. Es más bien dentro de la obra de Fermat donde puede observarse una ruptura, con la invención del método de “descenso infinito” y el estudio de ciertas formas cuadráticas, hacia 1640. Algo muy distinto ocurre con el capítulo sobre la construcción geométrica de las ecuaciones, iniciado por al-Jaiám, proseguido por (Sharafuddín) at-Tusi, enriquecido por Descartes y retomado por muchos otros matemáticos hasta fines del siglo XVII, incluso mediados del siglo siguiente.

Es realmente a partir del final de la primera parte del siglo XVII cuando se producen los entrelazamientos y se localizan las principales rupturas. La contribución de los matemáticos árabes se inserta en una configuración coherente, llamémosla matemáticas clásicas, que se desarrolla entre el siglo IX y la primera mitad del siglo XVII».

Del libro CIVILIZACION DEL ISLAM  
Edición Elhame Shargh  
Fundación Cultural Oriente

Todos derechos reservados.  
Se permite copiar citando la referencia.  
[www.islamorientes.com](http://www.islamorientes.com)  
Fundación Cultural Oriente