

## La Historia de la Matemática en CIENCIA EN ACCIÓN

por

**Pedro Miguel González Urbaneja**

La Historia de la Ciencia –con sus grandezas y miserias, sus periodos fecundos y gloriosos y sus etapas estériles y sombrías, sus momentos estelares y sus épocas oscuras–, pone al descubierto el proceso dinámico de la actividad científica como desarrollo a veces penoso, sinuoso y zigzagueante, pero siempre abierto, inquieto y vivo, con la incesante y a veces quimérica pretensión de desentrañar los misterios de la naturaleza y expresar sus leyes en términos universales e inteligibles, es decir con caracteres matemáticos, como apuntaría por primera vez Pitágoras y remacharían de forma definitiva Galileo, Newton y Einstein.

E.T. Bell en su *Historia de las Matemáticas* (Fondo de Cultura Económica, México, 1985) escribe (pág. 54): «Ningún tema pierde tanto cuando se le divorcia de su historia como las Matemáticas». En efecto, la Historia de la Matemática favorece la comprensión profunda de los problemas matemáticos, a través de la intelección del proceso real de creación de los conceptos, de las intuiciones e ideas que los propician, de las dificultades que involucran, de las reformulaciones que sufren, de las cuestiones que resuelven, de los fenómenos que explican, del contexto social y cultural en que aparecen, de las necesidades cotidianas que solventan, etc.



La Historia de las Matemáticas tiene una función didáctica como instrumento de comprensión profunda de sus fundamentos y de las dificultades de sus conceptos para así responder mejor a los retos de su aprendizaje. Parece evidente que conocer, en sentido kantiano, el tránsito de las intuiciones a las ideas y de éstas a los conceptos, nos revelará las dificultades que los grandes matemáticos encontraron, información esencial para conocer los obstáculos en los que tropiezan los estudiantes. He aquí, pues, una cuestión filosófica general sobre Didáctica que ha sido objeto de reflexión permanente, en los últimos cien años, de importantes y famosos matemáticos, pedagogos e historiadores: Poincaré, Klein, Toeplitz, Köthe, Bell, Courant, Pólya, Puig Adam, Piaget, Lakatos, Boyer, Babini, Kline, Santaló, M. Guzmán..., pero también de muchos profesores anónimos que con su experiencia personal, con sus observaciones y argumentos han ido aportando, en los últimos tiempos, numerosas ideas y propuestas al respecto.

Las Matemáticas tienen una imperiosa fuerza creativa interna que se manifiesta en el devenir histórico en un magnífico espectáculo de creación continuada y en un vasto despliegue intuitivo, que al ser proyectados en el aula podrían inducir un clima favorable a la investigación, estimulando de forma activa los valores científicos y propiciando en el estudiante el desarrollo de la creatividad por emulación, es decir, impulsar la intervención en el devenir de la ciencia, en un encomiable intento de alcanzar uno de los objetivos de la enseñanza de cualquier ciencia, a saber, enseñar, en alguna forma, a elaborar ciencia.

La Historia de las Matemáticas es para el profesor un medio de autoformación que favorece capacidad de renovación pedagógica y una metodología que permita plantear activamente el aprendizaje como un redescubrimiento. Es, además, una fuente inagotable de material didáctico, de ideas y problemas interesantes y, en alto grado, de diversión y recreo intelectual, y por tanto de enriquecimiento personal, científico y profesional.

La Historia de las Matemáticas facilita la comprensión de la evolución dinámica de las ideas que han llevado a los conceptos y técnicas que conforman el contenido de la educación matemática, la cual ha formado parte siempre de todo sistema educativo, remontándonos incluso al mundo helénico ya que en la antigua Grecia los primeros pilares de la Educación eran la Aritmética y la Geometría, propedéutica fundamental para el acceso a cualquier otro ámbito del saber como describe Platón, una y otra vez, a lo largo de La República. Con cierto espíritu platónico, afirmamos que más allá del carácter instrumental de la Matemática, como lenguaje y herramienta al servicio de las ciencias y las técnicas, la Historia de las Matemáticas, al revelar la dimensión cultural de la Matemática, es no sólo un poderoso instrumento de enriquecimiento de la Matemática, sino y ante todo es un punto de encuentro donde convergen e intiman las Ciencias y las Humanidades. La ignorancia o el desprecio de la topología de este terreno compartido han alimentado la estéril polémica sobre las dos culturas –ahora tres si incluimos la Tecnología– transferida de forma inevitable al ámbito escolar. Es más, la Historia de las Matemáticas

es un instrumento magistral para allende la ciencia, incardinar esta actividad peculiar del intelecto –la Matemática– en el conjunto armónico de los saberes científicos, artísticos y humanísticos que constituyen la Cultura.

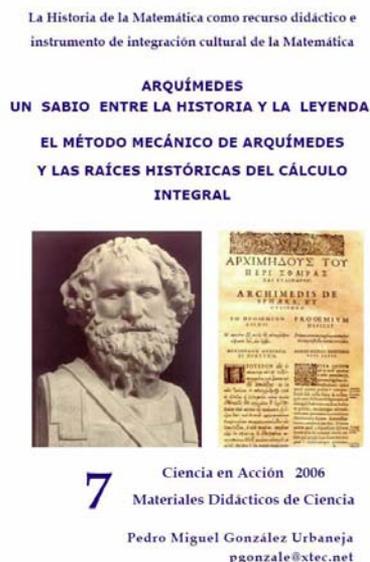
Por los argumentos descritos y otros muchos que podríamos señalar, no es extraño que algunos de los trabajos presentados al concurso CIENCIA EN ACCIÓN versen sobre cuestiones relevantes de la Historia de las Matemáticas, ya que ésta puede cubrir algunos de los objetivos de estos certámenes, como por ejemplo: «producir materiales didácticos útiles (textos, imágenes, presentaciones, vídeos, paneles, exposiciones, etc.) para los diversos niveles educativos», “contribuir a la divulgación científica», « plasmar ideas originales (en sentido gaudiniano: “la originalidad es volver al origen”) que hagan la ciencia más atractiva y próxima para el gran público», «incrementar la cultura científica de los ciudadanos», «subrayar el carácter internacional de la ciencia», «mostrar la importancia que a lo largo de toda la historia de la humanidad ha tenido la ciencia para el progreso de la sociedad y el bienestar de los ciudadanos». Pero ante todo la Historia de las Matemáticas cubre lo que, sin duda alguna, debe ser uno de los objetivos fundamentales de CIENCIA EN ACCIÓN: promover las condiciones personales imprescindibles para la investigación científica. En efecto, a través del quehacer milenario de generaciones de matemáticos, encontramos en la Historia de las Matemáticas un manantial inconmensurable de intuición y conocimiento para acceder a la sublime experiencia del descubrimiento científico en Matemáticas, sin necesidad de grandes medios materiales, aunque sí es imprescindible inicialmente la motivación, la iniciativa personal y la curiosidad, después la ilusión y el entusiasmo constantes, y en todo momento, la activación de importantes valores humanos vinculados a la voluntad, como la paciencia, la perseverancia, la constancia, la persistencia, la tenacidad, la firmeza, el tesón, la entereza, la dedicación, el empeño; todos ellos son ineludibles para alcanzar y mantener la concentración, la reflexión profunda individual y la curiosidad que requiere todo estudio e investigación en Matemáticas.

Pues bien, fruto de las ideas apuntadas es el trabajo que he presentado a la 7ª edición de CIENCIA EN ACCIÓN (2006), de título:

**Arquímedes, un sabio entre la historia y la leyenda**  
**El método mecánico de Arquímedes**  
**y las raíces históricas del Cálculo Integral**

que obtuvo el Primer Premio *ex aequo* en la Modalidad “ICM Madrid 2006” (Congreso Internacional de Matemáticos Madrid 2006) de “Materiales Didácticos de Ciencia”. Este documento es una adaptación didáctica de un encargo que me hizo la sección de actividades culturales del Congreso Internacional de Matemáticos (ICM2006) de Madrid (estudios sobre la biografía científica y mítica, la obra matemática de Arquímedes y notas a la traducción de tipo histórico, filosófico, matemático y didáctico) para una edición de Obras

de Arquímedes, a partir del manuscrito X-I-14 de El Escorial<sup>2</sup>. Es también una adaptación didáctica de ediciones críticas en español y en catalán que he publicado de la obra de Arquímedes *EL MÉTODO*.



En este trabajo realizamos un estudio histórico-didáctico de las primeras fuentes –las obras de Arquímedes– que contienen las raíces primigenias de los antecedentes matemáticos del Cálculo Integral, en una doble vertiente: el descubrimiento y la demostración. Para la primera se examina en profundidad la obra de Arquímedes *EL MÉTODO*, en la que el sabio de Siracusa comunica a su amigo Eratóstenes, director de la Biblioteca de Alejandría, su original método de investigación basado en la ley que rige la más elemental de sus máquinas –*La ley de la Palanca*– mediante la cual Arquímedes describe –de forma didáctica, heurística y genética– el proceso mecánico de sus magníficos descubrimientos geométricos que había omitido en todos los restantes tratados científicos. Como quiera que esta obra desapareció y no se descubrió hasta 1906 –ahora hace justo

un siglo, lo que le da un valor añadido de efeméride histórico-geométrica–, ha actuado a lo largo de la Historia del Cálculo Integral como *variable oculta*. Para la segunda vertiente –los procedimientos de demostración–, estudiamos ejemplos muy significativos de aplicación del riguroso *método de exhaustión*, de origen en la Academia platónica, en particular, en Eudoxo de Cnido. Ya que los procedimientos inventivos del *método mecánico* de *EL MÉTODO* de Arquímedes apuntan históricamente hacia las técnicas de cuadratura del siglo XVII que condujeron al descubrimiento del Cálculo Infinitesimal por Newton y Leibniz, mientras que el *método de exhaustión* apunta hacia las técnicas aritméticas de los *límites* que fundamentan el Análisis moderno, la conjunción de ambos métodos, uno heurístico y empírico y otro riguroso y apodíctico, sitúan a Arquímedes en los orígenes históricos del Cálculo Integral.

Tal como indica el pre-título: *Arquímedes, un sabio entre la historia y la leyenda* también realizamos un estudio biográfico, que incluye una amplia tradición legendaria, embellecida hasta la épica mitológica por la imaginación popular, sobre los episodios más o menos inverosímiles de la vida y la obra del «sobrehumano» Arquímedes, en relación con su brillante actividad científica y

<sup>2</sup>Véase *A un siglo del descubrimiento de "EL METODO" de Arquímedes por Heiberg* en LA GACETA DE LA RSME 9 (2006) 3, pp. 715–744.

técnica, siendo las fuentes utilizadas las de grandes historiadores y literatos, en especial los relatores de las Guerras Púnicas.

El Trabajo se apoya en numerosas citas de matemáticos artífices de las ideas y reflexiones de pedagogos, historiadores y filósofos de la Ciencia; y contiene numerosas cuadros de texto enfatizado, centros de atención con esquemas, sinopsis, datos biográficos y bibliográficos; recopilación de citas; técnicas y métodos geométricos aplicados a problemas históricos; aspectos curiosos y singulares; cuestiones eruditas de gran relevancia en la Historia de la Cultura y del Pensamiento; relaciones de las cuestiones matemáticas sobre hechos científicos, literarios y filosóficos; ilustraciones contextuales en las que Arquímedes o la Matemática son piezas artísticas de una gran belleza iconográfica, etc. Otros trabajos interesantes sobre Historia de la Matemática se presentaron en diversas modalidades de la 7ª edición de CIENCIA EN ACCIÓN, siendo seleccionados para participar en la final del concurso los que mencionamos a continuación.

El documento *Episodios de Historia del Análisis Matemático hasta el siglo XVIII* de Alfonso Hernando González, obtuvo también el Primer Premio *ex aequo* en la Modalidad “ICM Madrid 2006” por su notorio interés, panorámico y, al mismo tiempo, dotado de concreciones, de nivel universitario, buen complemento de un curso de cálculo en carreras de matemáticas, física e ingenierías y por su tono coloquial y su abundante contenido matemático (según el acta del jurado). El trabajo está pensado (según el autor), como material complementario para estudiantes de primeros cursos universitarios. Aunque utiliza la notación actual, la exposición intenta ser lo más fiel posible a los textos originales, tomando como hilo conductor las dificultades aparecidas en el contexto histórico.

El trabajo *Arquímedes*, presentado en la Modalidad de “Materiales Didácticos de Ciencias” por las profesoras Emilia Navarro Oña y M<sup>a</sup> Pilar Laguna Campos del IES “Juan de Garay” de Valencia, pertenece también al entorno de la Historia de la Ciencia, al tratar los descubrimientos del sabio siracusano en el campo de la Física, en torno a dos ejes: Ciencia y Sociedad, es decir, en el ámbito más general de la Historia de la Cultura.

En la Modalidad “Puesta en Escena”, de las cuatro obras de teatro seleccionadas para la final, dos de las obras representadas tenían que ver con la Historia de las Matemáticas.

*Matemática es nombre de Mujer* escenificada por Rosario Baños y sus compañeras del IES “Mar Menor” de San Javier (Murcia) recibió el Primer Premio por su oportuna reivindicación del papel de la mujer en el avance de las Matemáticas y de la Ciencia en general. La obra presenta de forma atractiva e impactante un mundo desconocido y fascinante: «el universo mujer e investigación científica», a través de la narración de episodios vitales y científicos de ocho mujeres que han tenido una intervención muy relevante en la Historia de la Matemática: Hipatia, M. de Châtelet, M. Gaetana, S. Germain, A. Lovelace, F. Nigthingale, S. Kovalévskaya y E. Noether.

*El cálculo de los granos de arena* es una tragedia en un solo acto, dirigida por Daniel Gil y escenificada por alumnos del IES “Guindàvols” de Lleida que recibió una Mención de Honor por la combinación de originalidad en la elección del tema y por el interés histórico y científico del personaje de Arquímedes, con una escenografía llevada a cabo por actores de muy temprana edad. Un guión de gran fidelidad histórica, aunque con las oportunas licencias literarias, consigue una aproximación a la figura humana y científica de Arquímedes, como el matemático, físico e ingeniero más egregio y genial de la antigüedad helénica, a partir de su brillante intervención en la defensa de Siracusa durante el asedio romano de las legiones del cónsul Marcelo en la segunda Guerra púnica. Esta obra es un bellísimo canto a la ciencia, a la dignidad humana y al amor como última fuente de certeza y sentido para la vida humana.

Por su gran valor de Geometría empírica, la excelente documentación y el enfoque histórico quiero dedicar finalmente una mención especial al trabajo que más interesante me resultó de cuantos pude contemplar en la exposición de la final de CIENCIA EN ACCIÓN. Se trata del dedicado a la *Cicloide*, presentado en la modalidad de Laboratorio de Matemáticas por las profesoras Menchu Bas, Aurora Bell-lloc, Carmen Recio, Rosario del Rincón y Dolores Vela. Los diversos materiales presentados (un tablero para dibujar la cicloide, dos arcos de cicloide para comprobar las dos propiedades más sorprendentes de la cicloide: es la curva de más rápido descenso –braquistócrona– y la igualdad de tiempos de caída desde alturas diferentes –tautócrona–, el péndulo isócrono basado en la cicloide, una maqueta para mostrar que el área que encierra un arco de cicloide es tres veces el del círculo generador y un panel para comprobar que la longitud de la cicloide es ocho veces el radio del círculo generador) forman por sí mismos una magnífica exhibición de objetos contruidos ad hoc para llevar a cabo, de forma lúdica y participativa, la comprobación experimental de las importantes propiedades geométricas de la cicloide, una curva de gran importancia histórica en el advenimiento del Cálculo Infinitesimal en sus dos vertientes: el Cálculo Diferencial (tangentes) y el Cálculo Integral (cuadraturas y cubaturas).

A través de las breves exposiciones que hemos hecho en las líneas anteriores, vemos que la Historia de la Ciencia en general y la Historia de la Matemática, en particular, han sido protagonistas muy destacados en la 7ª edición de CIENCIA EN ACCIÓN. Esto podría ser un referente indicativo de un verdadero clamor y preocupación que gravita desde hace unos años en el ámbito docente matemático por desdogmatizar y enriquecer culturalmente la Enseñanza de la Matemática, para reconvertirla en una disciplina cultural en el más amplio sentido de la palabra. A este fin sirve como instrumento básico la Historia de las Matemáticas, como intentamos ilustrar en las primeras líneas de este escrito.

Pedro Miguel González Urbaneja  
IES Sant Josep de Calassanç de Barcelona  
Correo-electrónico: pgonzale@xtec.net