

Miguel de Guzmán y la Academia Canaria de las Ciencias

José M. Méndez Pérez

El pasado día 5 de febrero el Prof. Miguel de Guzmán pronunció una conferencia, bajo el título "*Geometría de la Tensegridad*", en la Sala de Grados de la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna, con motivo de la inauguración del curso académico 2003-04 de la Academia Canaria de Ciencias. Si no la última, tristemente fue de las últimas conferencias que impartió. Nuestro presidente, el Prof. Nácere Hayek, que mantenía con él una buena relación de amistad, lo invitó para este acto y nada hacía presagiar que poco después se produciría tan luctuoso como inesperado suceso: el Prof. Miguel de Guzmán fallecía el 14 de abril de 2004, tras una rápida enfermedad. Su repentina y prematura desaparición ha conmocionado a toda la comunidad matemática española, que contempla con desolación la pérdida de uno de sus principales referentes, y a buena parte de la mundial, pues el Prof. M. de Guzmán es muy conocido a nivel internacional por sus investigaciones en análisis armónico y por haber ocupado la presidencia de la Comisión Internacional de Educación Matemática durante muchos años.



A estos actos académicos no suele asistir mucho público, pero el Prof. Miguel de Guzmán es muy apreciado en Canarias, donde cuenta con muchos amigos, compañeros y admiradores, que reconocen lo mucho que ha hecho en España por las Matemáticas y por la Educación Matemática, de modo que la organización se vio desbordada ante el número de asistentes: académicos, universitarios, profesores de enseñanza secundaria y primaria,

Números.

Volumen 59, octubre de 2004, páginas 51-58

particularmente, miembros de la *Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemáticas*. El finado viajaba con frecuencia a nuestras Islas, ya sea para dictar conferencias, ya sea para formar parte de tribunales de Tesis, ya sea para asistir a congresos y seminarios. La conferencia —debo confesar que, al igual que la mayoría de los asistentes, me sorprendió el título: ¿qué significaba esa extraña palabra “*tensegridad*”?— fue todo un éxito y se le veía muy ilusionado con sus trabajos y proyectos de siempre, de toda la vida, y con sus nuevos trabajos y proyectos.

El Prof. Miguel de Guzmán Ozámiz nació en Cartagena en 1936. Inició los estudios de Ingeniería Industrial —que no terminó porque ingresó en la Compañía de Jesús— y Filosofía en el País Vasco. Concluyó Filosofía en Alemania en 1961 y se licenció en Matemáticas en 1965 por la Universidad Complutense de Madrid. Después se trasladó a Estados Unidos, para que continuar sus estudios en la Universidad de Chicago. Fueron estos años cruciales para el posterior desarrollo de las matemáticas en España. Muchos jóvenes investigadores, de gran talento y con una buena dosis de ilusión, dieron un importante paso: salir al extranjero, Estados Unidos de América y Europa, a fin de proseguir su formación, especializarse y después regresar a sus universidades de origen cargados de nuevos proyectos e ideas que transmitir a sus alumnos.

Allí, en Chicago, el Prof. Miguel de Guzmán conoció a muchos matemáticos de renombre mundial, entre ellos, a dos prestigiosos profesores, al polaco Anthony Zygmund (1900-92) y al argentino Alberto Calderón (1920-1998). Leyó su Tesis Doctoral en el año 1968, sobre *integrales singulares con homogeneidad generalizada*, bajo la supervisión de A. Calderón. Allí se convirtió en una destacada figura del *Análisis Armónico*, vasto campo de las matemáticas cuyo objetivo es el estudio de las propiedades de las series e integrales de Fourier. Para buscar el origen del *Análisis Armónico* habría que remontarse al siglo XVIII donde Daniel Bernoulli (1700-1782), Leonhard Euler (1707-1783) y Jean d’Alembert (1717-1783), entre otros, abordaron el estudio de la solución de la ecuación de la cuerda vibrante, para lo cual el primero expresó su movimiento como superposición de movimientos armónicos fundamentales, esto es, como sumas de combinaciones lineales de las funciones trigonométricas seno y coseno. Más tarde, Joseph Fourier (1768-1830) utilizó el mismo método para resolver el problema de la conducción del calor, razón por la cual a este campo de las matemáticas se le comenzó a conocer como *Análisis de Fourier*. Esta teoría, que constituye una de las herramientas más poderosas para afrontar la investigación y el estudio de las ecuaciones diferenciales, forzó la rigurosa clarificación del concepto de función y de la teoría de integración, aparte de originar la aparición de nuevas teorías, como la de las distribuciones o funciones generalizadas.

Dio clases en las universidades de Chicago, Saint Louis y Princeton, en Estados Unidos, en Suecia y en Brasil. A su vuelta a España abandona la orden religiosa y desde el año 1969 es Profesor de Análisis Matemático de la Universidad Complutense de Madrid, salvo en el intervalo 1982-84, en el cual ganó una plaza en la Universidad Autónoma de Madrid. Dirigió once Tesis Doctorales.

La *Real Sociedad Matemática Española* (RSME) languidecía por aquella época, limitándose su actividad a la realización de las diferentes Olimpiadas Matemáticas y a la organización de las Jornadas Hispano-Lusas de Matemáticas. Quizás ello le animó a presidir en 1978 el Comité Ejecutivo Provisional de la *Asociación Matemática Española* (AME), cuyo objetivo fundacional rezaba "ayudar a establecer entre los profesionales de la Matemática en nuestro país unos lazos que puedan resultar útiles para su actividad científica". Organizada por esta asociación y gracias a su empeño personal, se celebró en El Escorial (Madrid), del 17 al 23 de junio de 1979, un congreso internacional que marcó un hito en España: el primer *Seminario de Análisis de Fourier*. Esta reunión científica se ha institucionalizado y se celebra cada cuatro años. Por cierto, el sexto de estos seminarios, en 1996, estuvo dedicado al Prof. M. de Guzmán, con motivo de su sexagésimo cumpleaños y como muestra de reconocimiento y gratitud por su decisiva contribución al desarrollo del *Análisis Armónico* en nuestro país. Sin embargo, pronto comprendió que la solución no radicaba en crear nuevas sociedades, sino en renovar y relanzar la RSME, lo que afortunadamente ha ocurrido con un extraordinario vigor y acierto, por lo que se reintegró en ella desde su refundación en el año 1998.

Es Académico de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales desde 1982, pronunciando su discurso de ingreso al año siguiente con el título "*Impactos del Análisis Armónico*".

Estos días, con motivo de la modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Matemáticas para adaptarla al espacio europeo de educación superior (Declaración de Bolonia, 1999), es opinión unánime que la investigación matemática en España ha experimentado una auténtica revolución. Ciertamente, las matemáticas ocupan el tercer puesto en nuestro país a tenor del número de trabajos de investigación publicados y recogidos en la base de datos del ISI (Institute for Scientific Information, Filadelfia, EEUU), sólo superadas por Astrofísica y Ciencias Agrarias, y España se ha convertido en la novena potencia mundial en nuestra ciencia. A ello contribuyó notablemente el Prof. Miguel de Guzmán. Pero también existe la opinión generalizada de que la enseñanza de las matemáticas no va bien y está muy lejos del nivel de excelencia logrado en investigación. ¡De esto ya fue

consciente el Prof. Miguel de Guzmán hace más de veinte años! Por eso se dedicó, a mediados de los años 80 del siglo pasado, con gran empeño —diría que en cuerpo y alma— a esa meta aún pendiente en nuestra sociedad: la mejora y la modernización de la enseñanza de las matemáticas, no sólo en la universidad, sino en todos los niveles del sistema educativo español. Así, en esta dirección, destaquemos que fue codirector junto al Prof. Luis Rico de una colección de libros —titulada *Educación Matemática en Secundaria* (Editorial Síntesis, Madrid)— dirigidos a profesores de matemáticas de enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato, con el objetivo de suministrar al profesorado de estos ciclos el material adecuado para potenciar su autonomía profesional y cuyos autores son prestigiosos especialistas. También citaría la modélica serie de textos confeccionados en colaboración con los profesores José L. Colera y Adela Salvador y destinados a los alumnos de Secundaria. En lo que respecta a la enseñanza universitaria, recordemos los tres volúmenes “*Problemas, conceptos y métodos del Análisis Matemático*” (Pirámide, Madrid, 1990, 1992 y 1993), elaborados con el Prof. B. Rubio.

Añadamos a todo lo anterior la cantidad de conferencias y charlas que ha impartido o los seminarios y congresos sobre Educación Matemática y temas relacionados a los que ha asistido, tanto en España como en el extranjero. Sin duda alguna, su profunda formación humanista le resultó de gran ayuda en esta faceta: la de la divulgación de las matemáticas y la preocupación por su enseñanza, así como por su valor cultural. En reconocimiento a esta ingente tarea accedió a la Presidencia de la *Comisión Internacional de Educación Matemática* (ICMI, de sus iniciales en inglés: *International Commission on Mathematical Instruction*) de 1991 a 1998. Durante su mandato se celebró en Sevilla el *VIII Congreso Internacional de Educación Matemática*, en julio de 1996.

Su preocupación por la enseñanza de nuestra disciplina le llevó a crear en la Universidad Complutense de Madrid un denominado “*Curso Cero*”, que comienza a principios de septiembre y tiene una duración de dos meses, antes del inicio de cada año académico, y cuyo objetivo es mejorar la formación matemática de los alumnos de bachillerato que se incorporan por primera vez a la universidad.

Otro de los proyectos que más le ilusionaba y que sacó adelante —gracias a su tesón obtuvo la adecuada financiación— es el ESTALMAT (*Estimulación del Talento Matemático*). Cada curso, mediante una prueba que él mismo diseñaba, se escoge un grupo de 25 alumnos, de edades comprendidas entre 12 y 14 años, que destacan por su ingenio y talento, más que por sus conocimientos. Estos estudiantes reciben tres horas de clase cada sábado en la Facultad de Matemáticas de la citada universidad, bajo la atención de profesores de institutos y universitarios debidamente seleccionados, durante

dos años. Con esta misma idea, pero en un nivel más reducido, creo una *Escuela de Pensamiento Matemático* en la ciudad de Torrelodones (Madrid) la cual, por acuerdo de su Ayuntamiento, pasará a llevar su nombre. Estas experiencias piloto ya han sido imitadas en otras varias ciudades de España. En particular, en la Comunidad Canaria la Consejería de Educación, Cultura y Deportes patrocina el programa "*Detección y Estímulo del Talento Precoz en Matemáticas*", pero se necesita una mayor implicación y coordinación de la administración educativa con los Institutos de Educación Secundaria y las dos universidades canarias.

Aparte de los libros citados anteriormente, sus dos más importantes monografías son: *Differentiation of integrals in R^n* , Lecture Notes in Mathematics, 481 (Springer-Verlag, Berlin, 1975), que tuvo una excelente acogida y mereció grandes elogios, siendo todavía una referencia para los especialistas en el tema, y "*Real variable method in Fourier analysis*", Mathematics Studies, 46 (North-Holland, Amsterdam, 1981), donde recoge las técnicas clásicas y aplicaciones, así como sus propias aportaciones, del análisis armónico. Asimismo ha publicado los textos universitarios "*Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría de estabilidad y control*" (Alhambra, Madrid, 1975) e "*Integración: teoría y técnicas*", con B. Rubio (Alhambra, Madrid, 1979); ensayos como "*Para pensar mejor*" (Labor, Barcelona, 1991); y libros de divulgación tales como "*Mirar y ver*" (Alhambra, Madrid, 1977; reeditado por Nivola, Madrid, 2004), "*Cuentos con cuentas*" (Labor, Barcelona, 1985; reeditado por Nivola, Madrid, 2003), "*Aventura matemática*" (Labor, Barcelona, 1986), "*Estructuras y fractales*" (Labor, Barcelona, 1993), "*El rincón de la pizarra*" (Pirámide, Madrid, 1996) y "*La experiencia de descubrir en geometría*" (Nivola, Madrid, 2002), entre otros.

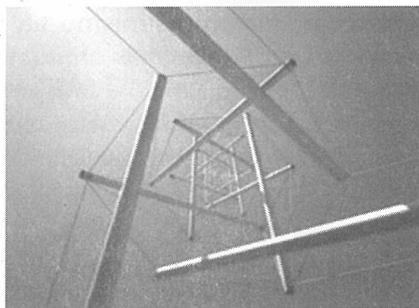
Su humanidad y espíritu solidario queda de manifiesto en la fundación de la ONG *Cooperación Universitaria Española* (CUES) con un grupo de profesores universitarios, profesionales y estudiantes, en el convencimiento de que la forma más eficaz de ayudar a los países en desarrollo, especialmente latinoamericanos (Nicaragua, El Salvador y recientemente Perú), consiste en prestar el debido apoyo profesional y nuestra experiencia docente para mejorar su capacidad científica, tecnológica y universitaria.

Volviendo al inicio de este trabajo, es una pena que no se disponga de la versión completa y por escrito de la conferencia dictada por el Prof. Miguel de Guzmán en la Academia Canaria de Ciencias. Su reproducción en esta Revista hubiera constituido un bonito homenaje a su figura. En [3] se puede consultar un guión de la misma, así como información suplementaria. Aunque sus investigaciones más relevantes se circunscriben al análisis matemático, ello no fue óbice para que explorara otros campos, pues le apasionaba la geometría. Prueba de ello son sus estudios sobre la *teoría de fractales* y también sus últimos trabajos, que están dedicados a la *geometría de la*

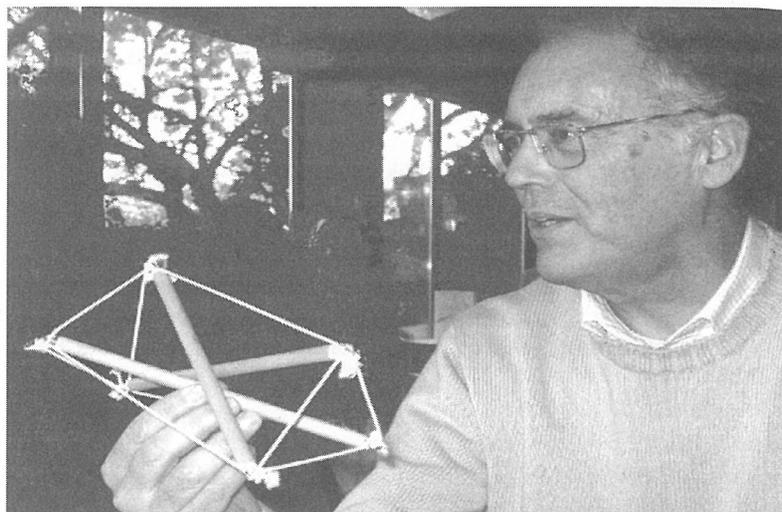
tensegridad. Sobre este tema ya tenía algunos trabajos preparados para publicar ([1],[2]) y, si no hubiera ocurrido este triste suceso, a buen seguro que nos hubiera sorprendido con una monografía, tal fue la ilusión y conocimientos que nos transmitió durante su conferencia.

Tensegridad es la traducción de la palabra inglesa *tensegrity* que, a su vez, es la abreviatura de “*tensional integrity*” (integridad tensional). No es fácil dar una definición rigurosa del término, ni viene a cuento hacerlo aquí. Desde el punto de vista de las aplicaciones es muy recomendable el libro de R. Motro [6], mientras que para una versión más matemática remitimos al artículo de B. Roth y W. Whiteley [8]. Podríamos decir que una *estructura de tensegridad* es un sistema que es autoestable, es decir, que se estabiliza a sí mismo mecánicamente gracias a la forma en que las fuerzas debidas a la tensión y a la compresión se equilibran en la estructura. Su origen, sin embargo, no se encuentra en la física ni en la arquitectura, sino en el arte, en la escultura. En efecto, el escultor K. Snelson [9] suministró con su obra *Torre de Agujas*, en 1949, un primer ejemplo de *tensegridad*.

Está formado por un conjunto de varillas de aluminio que se entrecruzan y que se sujetan por finos alambres tensados, alcanzando una altura de 20 metros. De lejos da la sensación de que las varillas están sueltas, como flotando en el aire, si bien inmediatamente se percibe la presencia de los cables que las unen. En cualquier caso el sistema parece endeble y frágil y da la impresión de que en cualquier momento se puede desplomar. Si el viento o alguien mueve la figura, recobra en seguida su posición. La explicación radica en que, pese a las apariencias, la *Torre* es resistente (los cables o alambres resisten la tensión, mientras que las varillas aguantan la compresión) pero muy flexible (la estructura se acomoda a la fuerza que se le aplica sin romperse, porque se produce un equilibrio entre tensión y compresión). Después, las *estructuras de tensegridad* adquirieron un espectacular auge en arquitectura merced a la labor de Richard Buckminster Fuller [4] que creó, por ejemplo, los domos o cúpulas geodésicas.



Pero las aplicaciones de la *tensegridad* son insospechadas. Sergio Pellegrino [7] fundó en 1990 un laboratorio de estructuras desplegadas, de extraordinaria importancia en la industria, fundamentalmente en la industria aeroespacial. Este tipo de estructuras aparece en distintos objetos, aparatos e ingenios, como en soportes extensibles, paneles solares, antenas de satélites, tiendas de campaña, ... Su fabricación requiere dos condiciones básicas: primero, que sean fácilmente empaquetables, y, segundo, que



posteriormente se desplieguen automáticamente. Recuerdo cómo durante su conferencia el Prof. M. de Guzmán extrajo de un pequeño tubo o canuto una de las más simples *estructuras de tensegridad*, que él mismo había construido con tres varillas de madera y trozos de cuerda, ocupando los extremos de los palos los vértices de un prisma triangular oblicuo y siendo los pedazos de cuerda las aristas. En su posición desplegada no cabía, pero resultaba muy sencillo reintroducirlo en el canuto.

También tiene aplicaciones a la medicina y a la biología. Donald E. Ingber [5] señala que existe un paralelismo entre el esqueleto de una persona y una *estructuras de tensegridad*. De hecho, según él, nuestro esqueleto óseo es una *compleja estructuras de tensegridad*, donde los huesos desempeñan el papel de las varillas en la *Torre de Agujas* de K. Snelson y los músculos, tendones y ligamentos son los elementos que soportan la tensión. Asegura asimismo la presencia de esta estructura a escalas microscópicas, en proteínas y moléculas, y a escalas intermedias, como en el caso de las células. Las células tienen esqueleto —llamado citoesqueleto— pero no calcificado como el de las personas y animales, sino que está formado por moléculas de proteínas encadenadas. Ingber y su equipo han demostrado que si se mueve a las integrinas —una clase especial de proteínas— el citoesqueleto se endurece. El alcance y las consecuencias de esta investigación aún están por determinar, pero se cree que será importante en los vuelos espaciales (respuesta de nuestro cuerpo a la gravedad), en medicina (tratamiento de determinadas enfermedades) y en otros muchos campos.

Resulta ciertamente muy duro asumir que el Prof. M. de Guzmán ya no está entre nosotros. Pero no podemos caer en el desánimo y el abatimiento,

porque queda su inmensa obra y su ejemplo a seguir. Puedo asegurar a su esposa, hijos, familiares y compañeros de trabajo que en las Islas Canarias compartimos su dolor, porque de verdad lo hemos sentido, y que siempre le tendremos en el recuerdo.

Nota: El autor está agradecido al Prof. Baldomero Rubio —discípulo, colaborador y amigo del Prof. Miguel de Guzmán— por la información valiosa que le ha suministrado sobre nuestro compañero fallecido. Damos también las gracias a la periodista María Pisaca, que nos ha permitido usar la foto donde el Prof. M. de Guzmán aparece con el Presidente y el Secretario de la Academia Canaria de Ciencias (aparecida en la edición del pasado 6 de febrero de El Día) y a los Profesores A. Casal e J. I. Díaz, por autorizarnos a reproducir la última foto.

Bibliografía

- [1] de Guzmán, M.: “*Finding tensegrity forms*”, preprint, 2004.
- [2] de Guzmán, M.: Orden D., “*Finding tensegrity structures: geometric and symbolic approaches*”, preprint, 2004.
- [3] de Guzmán, M.: <http://ochoa.mat.ucm.es/~guzman>
- [4] R. Buckminster Fuller, <http://www.design-technology.org/page1.htm>
- [5] Ingber, D. E.: “*The Architecture of Life*”, http://time.arts.ucla.edu/Talks/Barcelona/Arch_Life.htm.
- [6] Motro, R.: “*Tensegrity. Structures systems for the future*”, Kogan Page Science, London, 2003.
- [7] Pellegrino, Sr.: <http://www.eng.cam.ac.uk/~p28>.
- [8] Roth, B.; Whiteley, W.: “*Tensegrity frameworks*”, Trans. Amer. Math. Soc. 265(1981), 419-446.
- [9] Snelson, K.: <http://www.kennethsnelson.net>.

En la página web de la Real Sociedad Matemática Española (<http://www.rsme.es>) se pueden encontrar artículos en homenaje al Prof. M. de Guzmán a cargo de C. Andradas, T. Recio, F. Soria et al.

José M. Méndez Pérez, Departamento de Análisis Matemático. Universidad de La Laguna
Correo electrónico: jmendez@ull.es