Boletín de la Titulación de Matemáticas de la UAL

Volumen VIII. Número 1 — 28 de octubre de 2014

Maryam Mizarkhani

Maryam Mizarkhani, Medalla Fields

La primera mujer que recibe la *Medalla Fields*, Maryam Mizarkhani, es la protagonista —como no podía ser menos— de nuestra sección *Mujeres y matemáticas*.

En el artículo elaborado por Francisca Valle se presenta un esbozo de la vida y obra de esta mujer, nacida en Irán, que ha alcanzado uno de los galardones más prestigiosos en el mundo matemático.

Maryam reúne, junto al hecho de ser mujer —que entendemos que no debería ser noticia— haber desarrollado el principio de su carrera en un país donde no existe la igualdad de género, hecho que da, si cabe, más mérito a este reconocimiento.

(Artículo completo en la página 12)

Matemáticas en alemán

IES El Argar

La enseñanza bilingüe en los centros de Secundaria y Bachillerato en nuestra provincia va más allá del inglés, aunque éste sea el idioma mayoritario.

Algunos centros imparten docencia en otros idiomas y en la sección bilingüe del boletín queremos dar visibilidad a estas actividades. En este número presentamos la experiencia llevada a cabo en el *IES El Argar* de la capital almeriense, que posee una línea bilingüe en alemán.

En próximas ediciones del boletín intentaremos dar voz a centros en los que se imparte docencia en otros idiomas.

(Artículo completo en la página 8)

Editorial

Hace ya unos meses comenzamos a tener noticias de que el ébola estaba siendo un gran problema en África, sin embargo, no hemos sido totalmente conscientes de la magnitud del mismo hasta que ha afectado directamente a nuestro país.

Esta enfermedad ha puesto en jaque a toda la comunidad científica y desde el campo de las matemáticas también se está poniendo un granito de arena para buscar una solución.

Son numerosos los artículos que encontramos con resultados como el uso de modelos matemáticos para explicar la evolución del virus; simular la difusión de la enfermedad; determinar los tiempos de incubación, el período infeccioso o el tiempo hasta la cura de una persona; o calcular tasas de contagio y de mortalidad.

La matemática, en estrecha colaboración con la biología, la medicina, la química,... siempre se ha preocupado de la modelización de enfermedades realizando grandes aportes, como en el caso del SIDA donde ayudó a establecer tratamientos más efectivos.

Una colaboración multidisciplinar y el apoyo de los poderes políticos son necesarios para afrontar o minimizar el impacto de este tipo de amenazas en la sociedad.

Resumen

Correo electrónico: bmatema@ual.es

ISSN 1988-5318

Depósito Legal: AL 522-2011

Actividades matemáticas

Curso de verano matemático

Logotipo de los cursos

Del 14 al 18 de julio se celebró en la *Universidad de Almería* (UAL) el curso de verano *Noncommutative Algebra*. Este curso ha contado como ponentes a los principales expertos internacionales en álgebra no conmutativa, como Jan Trlifaj, de la *Universidad de Praga*; Fred Van Oystaeyen, de la *Universidad de Amberes* (doctor honoris causa por la *Universidad de Almería*); Hans Schneider, de la *Universidad de Münich* y Pere Pascual, de la *Universidad Politécnica de Catalunya*, que han tratado sobre las principales líneas de investigación actualmente activas en este campo.

El curso fue dirigido por los profesores Juan Ramón García Rozas, Luis Oyonarte Alcalá y Blas Torrecillas Jover, del Departamento de Matemáticas de la UAL y contó con la participación de estudiantes.

Noche europea de los investigadores

La *Noche de los Investigadores* es un proyecto europeo de divulgación científica promovido por la *Comisión Europea* dentro de las acciones Marie Sktodowska-Curie del programa *Horizonte 2020*, que tiene lugar simultáneamente en más de 350 ciudades europeas desde 2005.

En Andalucía se celebró el 26 de septiembre. La *Fundación Descubre*, ha coordinado la participación de catorce instituciones científicas andaluzas de las ocho provincias.

En Almería, la *Noche Europea de los Investigadores* ha contado con 23 actividades y 7 microencuentros. Las actividades desarrolladas relacionadas con el mundo de las matemáticas fueron:

- *Quinta iteración de la Alfombra de Sierpinski.*
- *Las matemáticas del milenio.*
- El microencuentro *Las matemáticas, una disciplina sin límites.*
- Un expositor para el *Centro para el Desarrollo y Transferencia de la Innovación Matemática en la Empresa* (CDTIME).

Participantes en las actividades

Cabe destacar la gran afluencia de público a estas actividades así como el interés y participación en el concurso propuesto sobre la *conjetura de Goldbach*.

Noticias matemáticas

Homenaje a El Amin Kaidi en Senegal

El día 23 de mayo se homenajeó en la *Université Cheikh Anta Diop* de Dakar (Senegal) a El Amin Kaidi Lhachmi, profesor del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Almería.

El Amin Kaidi

El homenaje se llevó a cabo durante la inauguración del congreso internacional *Nonassociative and Noncommutative Algebra and Operator Theory* [1]. En la ceremonia, celebrada en presencia del Embajador de Marruecos en Dakar, Taleb Barrada, se destacó el compromiso, la perseverancia y la dedicación del profesor Kaidi, no sólo para el desarrollo y la promoción de la investigación en este campo, sino también por la labor que realiza de «exportar» su especialidad desde España hasta África a través de Marruecos.

Matemáticas y estadística, tasa de paro inferior al 7 %

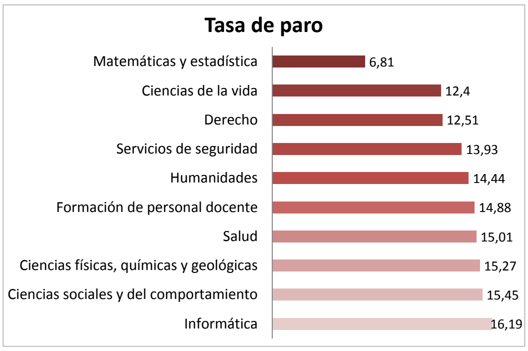
La *Encuesta de Población Activa* (EPA) correspondiente al año 2013, realizada por el *Instituto Nacional de Estadística* (INE) y publicada a través de una nota de prensa [2] el 23 de mayo de 2014 concluye, entre otras consideraciones, que las personas con formación en la especialidad de *Matemáticas y Estadística* presentan la tasa de paro más reducida.

Las tasas de empleo de los egresados en *Matemáticas y Estadística* fueron del 74,04 % para ambos sexos (el 69,14 % para los varones y el 80,15 % para las mujeres).

Además, las tasas de paro más bajas se dieron entre las personas formadas en *Matemáticas y Estadística* con un 6,81 %.

[1] *workshop2014.lacgaa.com*.
[2] *www.ine.es/prensa/np841.pdf*.

ISSN 1988-5318



Tasas de paro en 2013 según la EPA

Proyecto alfombra de Sierpinski

La *alfombra de Sierpinski* es un fractal descrito por el matemático polaco Waclaw Sierpinski en 1916. Se construye dividiendo un cuadrado en otros nueve de lado 1/3 del original y eliminando el cuadrado que ocupa la posición central, repitiendo este proceso en cada uno de los cuadrados que quedan, indefinidamente. En cada iteración, el número de cuadrados se ve multiplicado por 8 y en cambio, el lado de los mismos es 1/3 del anterior. Se obtiene así un objeto geométrico «hueco» (área nula) pero con perímetro infinito.

El proyecto *Juegos y joyas fractales*, que incluyó la construcción de la 6.ª iteración de la *Alfombra de Sierpinski*, ha recibido el 1.er premio en la modalidad *Laboratorio de matemáticas* del concurso internacional *Ciencia en Acción*, celebrado del 3 al 5 de octubre de 2014.

Foto realizada por Juan Paz

Sexta iteración construida en Ciencia en Acción 2014

En la construcción de dicha alfombra (un cuadrado fractal de casi 15 metros de lado) realizada con pegatinas de colores, han intervenido más de 4000 niños de 64 colegios de todo el mundo. El denominado *Proyecto Alfombra de Sierpinski* continuará hasta 2016, e intentará alcanzar la 7.ª iteración, con la colaboración de 512 colegios y más de 32 000 niños. Más información en la página web *topologia.wordpress.com/sierpinski-carpet-project*.

Medallas Fields 2014

El 13 de agosto se inauguró en Seúl el ICM2014 que organiza la *International Mathematical Union* (IMU). En la ceremonia inaugural, a la que asistió la presidenta de la República de Corea Park Geun-hye, se han entregado las *Medallas Fields*. Por primera vez han sido galardonados una mujer, la iraní-estadounidense Maryam Mirzakhani (ver página 12), y un latinoamericano que obtuvo su doctorado fuera de EE.UU. o Europa, el franco-brasileño Artur Avila. Han sido igualmente premiados el canadiense-estadounidense Manjul Bhargava y al austriaco Martin Hairer.

Medallistas Fields 2014, de dcha. a izda. Maryam Mizakhani, Martin Hairer, Manjul Bhargava y Artur Avila

Se puede ver más detalles sobre la trayectoria de los premiados en la página web del premio [3].

Las *Medallas Fields* se entregan cada cuatro años y premian, por sus descubrimientos sobresalientes, a un máximo de cuatro matemáticos menores de 40 años. Los ganadores reciben una medalla valorada en unos 5000 dólares y un premio en metálico de 13 730 dólares.

Fallecimiento de María Wonenburger

Imagen de la investidura de María como doctora honoris causa

El pasado 14 de junio nos dejó a los 86 años de edad la matemática gallega María J. Wonenburger Planells.

Figura destacada de la matemática española, con una amplia trayectoria en la investigación sobre la *teoría de grupos* y en las *álgebras de Lie*.

María recibió numerosos reconocimientos y merecidos homenajes y ha sido todo un ejemplo de superación. Fue nombrada doctora honoris causa por la Universidad de La Coruña en 2010 y desde 2007 la Xunta de Galicia otorga un premio a la investigación que lleva su nombre.

[3] *www.mathunion.org/general/prizes/2014*.

ISSN 1988-5318

Nos visitaron. . .

En el transcurso de estos meses nos han visitado numerosos investigadores de diferentes universidades nacionales e internacionales con las que los grupos de investigación de matemáticas de la UAL colaboran activamente en el desarrollo de sus actividades.

Tuvimos el honor de tener entre nosotros a: Robert Iskander, Institute of Biomedical Engineering and Instrumentation y Wojciech Okrasinski, Institute of Mathematics and Computer Science, de la Wroclaw University of Technology; Constantin Năstăsescu, de la Universidad de Bucarest; S. Tariq Rizvi, de la Ohio State University; Joan Josep Climent Coloma, de la Universidad de Alicante; Pedro Abelardo García Sánchez, de la Universidad de Granada; Jan Trlifaj, de la Universidad de Praga; Fred Van Oystaeyen, de la Universidad de Amberes; Hans Schneider, de la Universidad de Münich; Pere Pascual, de la Universidad Politécnica de Catalunya y Antonio Peralta Pereira, de la Universidad de Granada.

Preguntas frecuentes

¿Qué son las tutorías de orientación?

A lo largo de los últimos años, el esquema de tutoría como consulta académica ha ido evolucionando, en correspondencia con la realidad derivada del nuevo escenario docente universitario, definido por el *Espacio Europeo de Educación Superior*. De manera que podemos distinguir entre *«tutorías académicas»* y *«tutorías de orientación»*. Las primeras constituyen un sistema de tutorías por asignatura. Cada profesor a tiempo completo incluye en su horario semanal 6 horas de tutorías académicas. Los docentes a tiempo parcial pueden tener asignadas menos horas de tutorías académicas semanales, según su contrato.

La tutoría de orientación se concibe como un complemento a la tutoría tradicional. Esta responsabilidad es asumida por los centros, asignando sistemáticamente grupos de estudiantes a profesores de la titulación, que actuarán como guías en el proceso de aprendizaje y proyección laboral de los estudiantes tutorizados. De manera que cada alumno al comienzo del grado tiene asignado un profesor para toda su vida académica en dicho grado, cuya labor consiste en la orientación continua y progresiva sobre el plan de estudios, la propia institución o cuestiones relacionadas con la proyección laboral y el crecimiento profesional/integral del estudiante.

¿Cuál es el régimen de convocatorias en las asignaturas de grado?

En cada curso académico se establecen dos convocatorias por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria. La convocatoria ordinaria tiene lugar en febrero para asignaturas de primer cuatrimestre, y en junio para asignaturas de segundo cuatrimestre y anuales. La convocatoria extraordinaria tiene lugar en septiembre para todas las asignaturas. El alumnado podrá examinarse de las convocatorias a que tenga derecho tras estar matriculado y haber cubierto el período de docencia de la asignatura.

También se establece una convocatoria extraordinaria que se celebra durante el mes de diciembre de cada curso académico, para el alumnado al que le resten 24 créditos o menos de la carga lectiva de la titulación o, alternativamente, un máximo de tres asignaturas para terminar sus estudios, aunque éstas superen los créditos indicados. Para hacer uso de esta convocatoria los estudiantes que se encuentren en estas circunstancias deben solicitar de forma expresa su derecho a examen durante el mes de octubre y estar matriculados en el curso correspondiente. Su uso es compatible con las otras dos convocatorias.

¿De cuántas convocatorias dispongo para aprobar una asignatura?

Los estudiantes tienen derecho a 6 convocatorias por asignatura. Excepcionalmente, el rector puede conceder una convocatoria más a petición del interesado.

A los efectos del límite de convocatorias que acabamos de mencionar, no se computan las convocatorias en las que el estudiante figure como «No presentado». En los supuestos de extinción de estudios, cuando proceda la adaptación de estudiantes a unos nuevos estudios, no computan las convocatorias agotadas en los anteriores estudios.

¿Debería entregar un examen en la convocatoria ordinaria o extraordinaria de una asignatura, para que el profesor lo corrija, si pienso que estoy suspenso?

Según el reglamento que regula el sistema de evaluación, el alumnado tendrá derecho a revisar el examen durante, al menos, diez minutos sin agotar dicha convocatoria.

Si tienes plena seguridad de que tu nota en el examen será «Suspenso», si entregas el examen lo único que conseguirás es agotar una de las convocatorias. En estos casos, la única situación en la que se recomienda entregar el examen, sabiendo de antemano que el resultado será «Suspenso», es cuando se solicita una beca de estudios y se exige haberse presentado a la asignatura, aunque el resultado sea no favorable. Deberías informarte sobre las condiciones de tu beca de estudios con anterioridad a la realización de los exámenes finales.

ISSN 1988-5318

EXPERIENCIA DOCENTE

Día de las Matemáticas

Semana de la Ciencia del IES Alhadra

Gabriel Jiménez Fernández
Consuelo Fuentes Uribe
Francisco Morante Quirantes
Juan Bonillo Díaz
Antonio Jesús Abad Segura
Alfonso Martínez Martínez
Antonio José López López
IES Alhadra (Almería)

Como parte de los muchos docentes del área científico-tecnológica de los IES de nuestra provincia, desde el *Departamento de Matemáticas* del *IES Alhadra* de Almería, detectamos el miedo o rechazo inicial de buena parte del alumnado hacia las ciencias en general y las matemáticas en particular.

Es por ello que con motivo de la celebración del *Día de las Matemáticas* el día 12 de mayo, se pensó para el presente curso ampliar las jornadas dedicadas a nuestras materias desde el *Área Científico-Tecnológica* de nuestro centro, propiciando entre todos realizar una *Semana de la Ciencia* en nuestro instituto. Así, con la implicación máxima, el esfuerzo unido de todos los miembros del área y el apoyo de toda la comunidad educativa del centro, se propuso realizar la *Semana de la Ciencia* del 12 al 16 de mayo.

La idea fundamental era dedicar un día a cada uno de los departamentos que forman parte de nuestra área, realizando unas actividades organizadas por cada uno de ellos para la mayor parte del alumnado, sobre todo en la ESO, ya que el Bachillerato estaba en unas fechas muy próximas a las pruebas finales, pero también participaron muy activamente en algunas de ellas. Se hicieron talleres y actividades en las tres últimas horas de la mañana, después del recreo, por lo que se mantenían la actividad lectiva en las tres primeras horas de la mañana. Por orden cronológico, la semana se organizó de la siguiente forma:

- **Lunes 12 de mayo**: *Día de las Matemáticas*, nada mejor que dedicar las actividades de la mañana a nuestra ciencia en ese día tan señalado. Las distintas actividades las detallaremos más adelante.

- **Martes 13 de mayo**: *Día de la Educación Física*, se realizó una conferencia por parte del capitán de la UD Almería, Miguel Ángel Corona, en el salón de actos de nuestro centro para el alumnado del 2.º ciclo de la ESO y Bachillerato, titulada *Deporte de élite: salud y trabajo*. La actividad fue un éxito total y desde estas páginas queremos volver a agradecer toda la colaboración y ayuda prestada de forma desinteresada por Corona.

- **Miércoles 14 de mayo**: *Día de la Ciencia*, se realizó una visita al *Parque de las Ciencias* de Granada por parte de casi 150 estudiantes de la ESO de nuestro centro, acompañados de 6 docentes, en una excursión que duró prácticamente todo el día, incluyendo una visita al planetario del Parque.

Visita al Parque de las Ciencias

- **Jueves 15 de mayo**: *Día de la Tecnología*, el departamento organizó una serie de talleres dirigidos al alumnado de 2.º, 3.º y 4.º de ESO, donde se realizaron robots y hubo una conferencia sobre robótica en el salón de actos con profesorado de la UAL.

Taller de robótica

- **Viernes 16 de mayo**: *Día de la Física, Química, Biología y Geología*. Entre los dos departamentos implicados llevaron a cabo una serie de talleres en los laboratorios de Química y Biología para alumnado de 3.º y 4.º de ESO.

A continuación desarrollamos las actividades realizadas por nuestro departamento el *Día de las Matemáticas*:

- ✓ *Taller de origami*: Taller dirigido por el profesor Antonio López e impartido a alumnado de 2.º de ESO con una duración de 1 hora para cada uno de los tres grupos. En primer lugar se proyectó un vídeo

 ISSN 1988-5318

para toda la clase con diversas figuras que se pueden realizar con papel, para posteriormente elaborar una pequeña figura con la ayuda del profesor.

Taller de origami

- ✓ *Taller de cubo de Rubik*: Organizado por el profesor Juan Bonillo y dirigido a alumnado de 1.º de ESO y 1.º de Bachillerato. También se proyectó un vídeo previo en la pizarra digital en el que se explica los movimientos y estrategias a la hora de la resolución, para posteriormente repartir un cubo a cada uno de los estudiantes para que intentaran completar al menos una cara con las indicaciones del profesor.

Taller de cubo de Rubik

- ✓ *Taller de Geometría*: Impartido por el profesor Gabriel Jiménez y dirigido a alumnado de 1.º de ESO. El objetivo era construir el omnipoliedro usando pajitas, cáncamos, tacos,... Como el objetivo era demasiado ambicioso y en 1 hora no da para mucho más, el alumnado trabajó en grupos de 4 o 5 para formar el ortoedro, el tetraedro y el octoedro para introducirlos unos dentro de otros, logrando un trabajo visualmente muy atractivo.

- ✓ *Taller de construcción de triangulo de Sierpinski*: Dirigido al alumnado de 3.º, 4.º de ESO y 2.º de Bachillerato pero con la participación de todo el alumnado y profesorado del centro que un mes antes empezó a traer latas usadas al departamento. El taller fue tutelado por Francisco Morante y José Cruz (profesor en prácticas en nuestro centro) y durante 3 horas formaron el triángulo pero sin poder llegar a levantarlo, quedando pendiente su realización completa para otro curso.

Triángulo de Sierpinski

- ✓ *Taller Gymkana matemática de juegos en PC*: taller dirigido a alumnado de 1.º, 3.º y 4.º de ESO que realizaban diversos juegos matemáticos en el aula de informática del centro. El taller estuvo impartido por Alfonso Martínez y Antonio Abad, realizándose una competición entre los distintos equipos para ver quién obtenía una mayor puntuación.

Para concluir nos gustaría agradecer la ayuda y el apoyo de la dirección del centro, del profesorado del mismo que se implicó y ayudó de forma excepcional para su realización y sobre todo a los profesores del área científica de nuestro centro, capaces de motivar a nuestro alumnado en el estudio de las ciencias.

Alumnado en el taller

Finalmente destacar que el alumnado disfrutó de todas las actividades, aprendió de una forma más lúdica y divertida y realizó los talleres sin incidentes y con mucho interés. El objetivo se consiguió con creces y esperamos poder seguir trabajando en esta línea en próximos cursos, acercando las ciencias y sobre todo las matemáticas a nuestro alumnado, para motivarlos hacia un estudio más cercano de la materia y más interesante para ellos. ■

ISSN 1988-5318

EXPERIENCIA DOCENTE

Matemáticas y Educación Física

Enrique José Ruiz Gómez
Estudiante del Máster en Profesorado

La actividad que a continuación se va a explicar se llevó a cabo con estudiantes de 3.º de ESO del *IES Los Ángeles* (Almería), con los cuales se trabajaron a la vez dos áreas (matemáticas y educación física). Dentro del área de matemáticas se manejaron los contenidos de funciones y ecuaciones, mientras que el deporte de la orientación se desarrolló dentro del área de educación física.

Antes de iniciar, se dividió a los estudiantes en cinco grupos. A continuación se procedió a explicarles la actividad, la cual estaba contextualizada en una historia donde los estudiantes eran detectives, que a través de las pistas (funciones y ecuaciones) tenían que perseguir y encontrar a unos presos que se habían escapado de una prisión y que se desplazaban por distintos países del mundo hasta un destino final donde los detectives debían atraparlos.

Los estudiantes en clase

El material necesario para la actividad fue: un plano del centro, un mapamundi y cinco mapas (cada uno de un continente), sobre los que había dibujado un eje de coordenadas, y un mapa del país del cual escapaban dicho presos.

La actividad se inicia hallando una primera función, desconocida pero igual para todos los grupos, y para averiguarla se les proporciona tres ecuaciones de las cuales solo una tiene una solución correcta y representable en el mapamundi. Una vez resuelta esta primera función, llegarán a un país concreto, donde se volverá a repetir el mismo proceso.

A partir de estas ecuaciones y por orden de resolución de los grupos, estos elegirán de entre 5 funciones, cada una de las cuales llevará a los detectives (grupos) a un continente distinto. A cada grupo, se le proporcionará una función y una ecuación, cuya solución sustituida en la función da el punto en el mapa de un país. Cuando obtengan y comprueben el país con el profesor deberán localizarlo en el plano del centro y buscar el papel con el nombre del país (baliza) y apuntar el número que hay en dicho papel. Localizado el número y ya en la clase, deberán localizar de entre una lista de 40 funciones el número que han encontrado y apuntar la ecuación que aparecerá y volver a sustituir el resultado en la primera función, dando como resultado otro país. Este proceso se repite hasta que den con un punto concreto del mapa a través de una de las ecuaciones de la lista.

Imágenes de la actividad

Una vez llegados a ese punto, se le proporcionará la última pista a los detectives, que será un número de 7 dígitos que tendrán que multiplicar por el número de casillero del profesor (en este caso 62) que les dará como resultado una cifra de 9 dígitos; y 9 funciones en las cuales sustituirán cada dígito de esa cifra en cada una de ellas por orden (el primer dígito en la primera función, el segundo dígito en la segunda función, etc.) de manera que resultarán 9 puntos que deberán situar en una gráfica de 10×10, llena de letras (similar a una sopa de letras) donde localizarán un país de 9 letras, el cual será el destino final y donde atraparán a los presos.

En mi opinión, la actividad fue divertida para los estudiantes, que disfrutaron con las matemáticas y la educación física, colaborando en todo momento lo que favoreció el desarrollo de la misma. Sin duda ha sido una experiencia satisfactoria que no dudaría en repetir debido al éxito obtenido. ■

ISSN 1988-5318

ENSEÑANZA BILINGÜE EN MATEMÁTICAS

Mathematik, eine neue Art deutsch zu lernen

Francisco Javier Jódar Rodríguez
Francisca María Ferre Pérez
IES El Argar (Almería)

Seit 2011 kann man in Almeria Deutsch lernen, wenn man Mathematik an der Sekundarschule *IES El Argar* belegt. Jetzt stellen wir Ihnen den deutsch-spanischen bilingualen Zweig der *IES El Argar* vor.

In Mathematik finden unsere Schüler andere Arten von Mathematiklektionen, wir „funktionieren" anders! Bei uns wird das übliche Kursbuch kaum benutzt. Wir zeigen häufig die Mathe-Inhalte durch die digitalen Technologien. Wir thematisieren die Zahlen, indem wir die Einwohner der wichtigsten Städte Deutschlands entdecken und wir handeln mit Brüchen anhand der Biolandwirtschaft.

Auf höherem Niveau lernen wir die Funktionen und analysieren die Gestalt eines Gewächshauses bzw. die Wasserversorgung (siehe Bilder). Wir arbeiten, um die Mathekenntnisse praktisch in einer nahen Realität anzuwenden, aber gleichzeitig wird die deutsche Sprache beigebracht. Wir versetzen die Schüler in eine Deutschatmosphäre, wo sie keine Angst haben Deutsch zu sprechen. Anfangs war es eine extrem komplizierte Herausforderung, aber langsam verbessert sich dieses neue didaktische Konzept sehr.

Entsprechend dem sprachlichen Niveau unserer Schüler haben wir mehr Materialien für den Matheunterricht, welche selbst gebastelt wurden.

MATHEMATIK — PARABEL IM LANDBAU
LEHRER : Javier Jódar Rodríguez LEHRER — IES EL ARGAR

PARABEL IM LANDBAU

1. Die Grstalt eines Gewächshauseses.

Wenn wir ein Gewächshauses von vorne arsehen, dann gleich die Gestalt der Decke dem Graphem der Funktion $f(x) = 2x - \frac{1}{4}x^2$ auf einer 2 m hohen Wand.

1. Weist die Gestalt des Gewächshauses?
2. Berechne die maximale Höhe des Gewächshauses.
3. Berechne die maximale Breite des Gewächshauses.

2. Wie könnten wir den Anbau gießen?

Der Weg, den das Wasse deses Bewässerungssystems zurücklegt, gleicht dem Graphem der Function $f(x) = -\frac{1}{2}x^2 + x$.

1. Stelle eine des Bewässerungssystems dar.
2. Wie weit spiritzt das Wasser?
3. Wie groß ist die Fläche, die bewässert werden kann, wenn sich diesses Gerät im Kreis dreht?

Quadratische Funktionen — Seite 1 von 2

Unsere Schüler geniessen auch einen aufregenden Austausch mit unserer Partnerschule in Münster. Jedes Jahr erleben sie direkt die deutsche Kultur. Ab diesem Schuljahr kann man auch in der Grundschule Deutsch lernen. Jetzt gibt es zwei staatliche Schulen in Almería, wo Deutsch unterrichtet wird. Die Zukunft sieht gut aus!

Wenn Sie mehr über den bilingualen Zweig am *IES El Argar* erfahren möchten, googeln Sie einfach „elinstitutoenaleman" oder durch die QR-Code. Da finden Sie die Mathelektionen auf Deutsch sowie weitere aufregende Materialien.

Nota de los editores: Dado que el alemán es un idioma con el que no estamos familiarizados, hemos considerado oportuno complementar este artículo con la traducción al castellano proporcionada por los autores.

Matemáticas, una nueva forma de aprender alemán

Desde 2011 se puede aprender alemán en Almería al cursar matemáticas en el *IES El Argar*. A continuación, le presentamos la sección bilingüe de alemán de este centro de secundaria.

En las asignaturas de matemáticas y ciencias sociales, los alumnos del *IES EL Argar* encuentran unas lecciones de matemáticas e historia «distintas». En este instituto apenas se utiliza el libro de texto. Solemos enseñar los contenidos de matemáticas a través de las nuevas tecnologías digitales. Tratamos los números naturales al descubrir el número de habitantes de las principales ciudades alemanas y estudiamos las fracciones con ejemplos de agricultura ecológica en España y Alemania.

En los niveles superiores, se aprenden las funciones a través del análisis del diseño de un invernadero o el sistema de riego (véanse imágenes). Nos esforzamos en aplicar los conocimientos matemáticos en una realidad cercana, a la vez que se enseña el idioma alemán. Trasladamos a los alumnos a una atmósfera germana en la que no temen utilizar el idioma o cometer errores. Lo importante es la comunicación.

En los inicios de la sección bilingüe, enseñar matemáticas en alemán fue un gran reto pero poco a poco este nuevo concepto didáctico mejora y se va perfilando con gran dedicación de los profesores y entusiasmo del alumnado. Cada vez contamos con más materiales para la clase de matemáticas adaptados al nivel lingüístico de nuestras alumnas/os, elaborados por el profesorado implicado en dicha sección.

Por otro lado, los estudiantes disfrutan de un interesante intercambio con nuestro instituto asociado en Alemania, Münster. Cada año tienen la oportunidad de conocer directamente la cultura alemana. Afortunadamente, a partir del presente curso escolar también se puede estudiar alemán en los colegios de primaria adscritos al *IES*

El Argar. ¡El futuro pinta bien!

Si desea tener más noticias sobre el *IES El Argar*, introduzca en *Google* «elinstitutoenaleman» o a través del código QR. Ahí podrá encontrar las unidades matemáticas en alemán y mucho más. ■

Concurso de problemas

Problema propuesto

En una misma planta de una residencia universitaria hay 5 habitaciones y la puerta de cada una es de un color distinto. En cada habitación se aloja un estudiante de una nacionalidad diferente, que cursa un grado y practica un deporte distintos, y es fan de un grupo musical diferente. Sabiendo que: el que se aloja en la habitación con puerta amarilla practica atletismo; el que juega al tenis es fan de *Maroon-5*; el estudiante de la habitación con puerta verde cursa Medicina; la habitación con la puerta verde está a la izquierda de la blanca; el belga estudia Historia; el francés es fan de *Metallica*; la puerta de la habitación del alemán es roja; el español se aloja en la primera habitación; el italiano juega al baloncesto; el que se aloja en la habitación central estudia Matemáticas; el que practica ciclismo estudia Informática; el fan de *David Guetta* se aloja junto al que hace atletismo; el que juega al fútbol se aloja junto al que es fan de *The Rolling Stones*; el español se aloja junto a la habitación con puerta azul; y el que juega al fútbol tiene un vecino que estudia Economía,
¿quién es el fan de *LMFAO*?

Si nos envías tu solución a este problema ***puedes obtener*** un ***iPod shuffle*** y un regalo relacionado con las matemáticas.
¡La solución más elegante u original tiene premio!
Para participar, sólo tienes que mandar tu solución a la dirección de correo electrónico `bmatema@ual.es` ***antes del 16 de enero***. Puedes escanear el papel en el que la hayas elaborado y enviarla a dicha dirección de correo electrónico.
Las bases de este concurso pueden consultarse en la página web del Boletín.

Envía tu solución a bmatema@ual.es

Resultado del concurso del número anterior

En esta edición del concurso, al igual que ha ocurrido en otras ocasiones, el jurado ha decidido otorgar, además de un premio ganador, un accésit, dada la calidad de estas dos soluciones.

Andrés Mateo

La solución ganadora ha sido la enviada por Andrés Mateo Piñol, que el curso pasado estudiaba en el *IES Bahía de Almería* de la capital y actualmente realiza los estudios del Grado en Matemáticas en nuestra universidad.

El accésit se le ha otorgado a la solución enviada por Miguel Ángel Fernández Grande, estudiante del *IES Alborán*, también ubicado en la capital almeriense.

Problema propuesto en el número anterior

Un jugador de baloncesto quiere anotar una canasta de 3 puntos desde una distancia de 7 metros sin tocar tablero. Teniendo en cuenta que realiza un tiro parabólico desde 2 metros de altura y que quiere que el punto más alto de la pelota se alcance a 2 metros de la canasta (ya que ahí es donde están los defensores), calcula el ángulo con el que tiene que lanzar la pelota para encestar, así como la máxima altura que alcanza la misma en el tiro.

A continuación vamos a reproducir la solución premiada.

Solución ganadora:

Cuando nuestro jugador lance la pelota, ésta describirá

 ISSN 1988-5318

un movimiento parabólico cuyo recorrido viene dado por una función polinómica de segundo grado:

$$f(x) = ax^2 + bx + c.$$

Usaremos los datos del enunciado para hallar los valores de a, b y c. Tomemos como sistema de referencia los pies del jugador. En primer lugar, el punto $A(0;2)$ pertenece a la función, por lo que:

$$f(0) = 2 \Longrightarrow c = 2.$$

Luego tenemos que en el punto de abscisa $x = 5$ se da un máximo de la función, por lo que en ese punto se anula la derivada de la función:

$$\begin{aligned} f'(x) &= 2ax + b. \\ f'(5) &= 0 \Longrightarrow 10a + b = 0. \end{aligned}$$

Y finalmente la pelota se mete en la canasta, cuya altura oficial es de 3,05 metros, y como se halla a 7 metros de nuestro jugador, tenemos el punto $B(7;3{,}05)$ perteneciente a la función:

$$f(7) = 3{,}05 \Longrightarrow 49a + 7b + 2 = 3{,}05.$$

Con esta ecuación y la anterior se nos forma un sistema de ecuaciones que procedemos a resolver:

$$\begin{aligned} 10a + b &= 0, \\ 49a + 7b + 2 &= 3{,}05, \end{aligned}$$

por lo que

$$\begin{aligned} b &= -10a, \\ 49a + 7b + 2 &= 3{,}05. \end{aligned}$$

En consecuencia,

$$49a - 70a + 2 = 3{,}05 \Longrightarrow a = -\frac{1{,}05}{21};\ b = \frac{1}{2}.$$

Por lo tanto, la función que modela la trayectoria del balón quedaría tal que así:

$$f(x) = -\frac{1{,}05}{21}x^2 + \frac{1}{2}x + 2.$$

La altura máxima que alcanza se da en el punto de abscisa $x = 5$, por lo que sustituyendo en la función:

$$f(5) = -\frac{1{,}05}{21}5^2 + \frac{5}{2} + 2 = 3{,}25\,\text{metros}.$$

La tangente del ángulo con el que ha de lanzar la pelota es la pendiente de la recta tangente a $f(x)$ en el punto inicial, de manera que, puesto que la derivada de f es

$$f'(x) = -\frac{1}{10}x + \frac{1}{2},$$

y, por lo tanto, $f'(0) = \frac{1}{2}$, y la recta tangente en el punto $A(0,2)$ es

$$y = \frac{x}{2} + 2,$$

y, por lo tanto,

$$\tan\alpha = \frac{1}{2} \Longrightarrow \alpha = \tan^{-1}\frac{1}{2} = 26{,}57^\circ.$$

Luego la solución al problema es que para que nuestro jugador enceste a canasta tendrá que lanzarlo con un ángulo de 26,57° y alcanzará una altura máxima de 3,25 metros.

HISTORIA Y SUS PERSONAJES

El concepto de función en la historia

Enrique de Amo Artero
Universidad de Almería

Hace poco más de tres siglos (1693) que Leibniz (1646-1716) dejó escrito que *«estaba en condiciones de reducir el problema de las cuadraturas al de encontrar una curva con una pendiente (en cada punto) dada por una ley»*. Newton (1643-1727) ya había obtenido resultados al respecto algún tiempo antes. Se trataba, como podéis imaginar, de probar lo que la historia ha bautizado como *Teorema Fundamental del Cálculo* (TFC). Este punto de partida sitúa la tesis fundamental de esta colaboración: ¡es posible «hacer matemáticas» más allá de la precisión que tanto valoramos (sobre todo en los primeros cursos de las enseñanzas regladas en nuestros grados)! El objeto sobre el que someramente reflexionaremos es el de *función*.

La formalización del concepto de función aparece como uno de los primeros que urge ser introducido; algo así como que si no lo hacemos, poco podremos avanzar. Sin embargo, cuando echamos una mirada hacia el pasado, nos encontramos con ese contexto (ya citado arriba) en el que, sorprendámonos, se suponían las siguientes tres propiedades:

1. Toda función verificaba el TFC: para toda función F, la diferencia $F(b) - F(a)$ mide el valor de la integral de su derivada F' en el intervalo $[a, b]$.
2. Toda función admitía un desarrollo en serie de potencias (posteriormente, incluso, en serie trigonométrica).
3. (...y la más «espectacular», en mi opinión...) El desarrollo en serie de potencias de una función puede derivarse/integrarse término a término de modo que obtenemos su correspondiente derivada/integral.

No debe extrañarnos qué poco les preocupaba el objeto referido con el término *función*. Por cierto, *Teoría de*

 ISSN 1988-5318

funciones es el nombre que otrora recibió la asignatura que ahora se presenta como *Análisis complejo* en nuestros grados en Matemáticas; y se denomina *holomorfía* a la derivabilidad de las funciones definidas sobre conjuntos abiertos del plano complejo... ¡y es que era el contexto natural donde hablar de funciones, pues las funciones *holomorfas* verifican las propiedades tan deseables de arriba!

Si de referirnos al término *función* como si de una tabla de valores se tratase, podemos entonces remontarnos hasta los antiguos babilonios (ya en el siglo XVIII a. C.). Con Ptolomeo (100-170) y sus cálculos sobre medición de cuerdas sobre circunferencias, podemos avistar los inicios del cálculo de valores en puntos concretos para las funciones trigonométricas en la matemática griega.

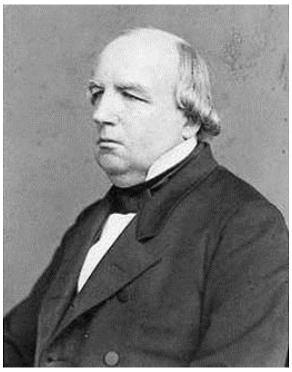
En la Edad Media (sobre el 1350), con Nicolás de Oresme (1323-1382) se realizan descripciones de *Leyes de la Naturaleza* a través de asignaciones de valores que dependían de otros..., ¿olemos ya a dependencia funcional?

A finales del XVII, Johann Bernoulli (el I, 1667-1748) escribía a Leibniz lo que pensaba sobre lo que quería expresar él con *función*: *una cantidad construida, de alguna manera, por cantidades indeterminadas y constantes.*

Gottfried W. von Leibniz

Controversias sobre la definición fueron importantes las mantenidas, por ejemplo, por D'Alembert (1717-1783) y Euler (1707-1783) cuando el primero, en sus investigaciones sobre la cuerda vibrante, exigía condiciones de continuidad demasiado restrictivas según el segundo. Pero estas controversias o imprecisiones se mantendrán tan cercanas en el tiempo que nos sorprenden cuando hoy somos tan «exactos» en nuestras definiciones: Dirichlet (1805-1859) nos dio (en 1837) la función que lleva su nombre (discontinua en todo punto del intervalo unidad, asociando el 0 a cada racional y el 1 a cada irracional), al tiempo que (un año después) Lobachevsky (1792-1856) daba un concepto de función que hacía de la *función de Dirichlet* una no-función, pues exigía condiciones de continuidad a todas las funciones, que hoy son inaceptables para nosotros. Aunque definiciones inaceptables, por reduccionistas y pobres, las tenemos tan cercanas en el tiempo que nos volvemos a sorprender: decía Goursat, hace 90 años, que *«y es una función de x si a cada valor de x le corresponde un valor de y. Uno indica esta correspondencia por la ecuación $f(x) = y$».*

Será Euler quien, a mediados del XVIII, al decir que una *«función de una cantidad variable» es una expresión analítica* [compuesta de alguna manera por la cantidad variable y números o cantidades constantes], conecta con el segundo punto que destacamos arriba: la propiedad de «analiticidad». Por supuesto, Euler no se preocupó por aclarar qué quiso decir con «expresión analítica». Cosas del genio, ya sabéis.



Karl Theodor W. Weiertrass

Esta propiedad fue estudiada, ya a fondo, por Weierstrass (1815-1897, matemático de vocación tardía por excelencia ya que su primer trabajo lo publicó, perdóneseme el anacronismo, sin apenas opción a la *Medalla Fields*). A él se le puede considerar padre de la convergencia uniforme de funciones. Sin embargo, él no se preocupó de que el concepto de función estuviese establecido para introducir la llamada «convergencia uniforme (de funciones) sobre compactos», es decir, la forma culta a la que hoy nos referimos para hablar del desarrollo en serie de potencias para las funciones holomorfas..., bastantes años antes de que eso de *función* quedase formalizado.

Por tanto, es manifiesto que en el desarrollo histórico de una disciplina que hace gala de la exactitud —al extremo de que su nombre siempre será el de Ciencias Exactas—, no siempre se obtienen los mejores frutos atándonos a la ortodoxia que la rige. Weierstrass también es el responsable de dar el primer ejemplo de función que es continua en todo punto de su dominio, pero que no es derivable en ninguno. Este hecho, algo totalmente carente de intuición para los matemáticos de su tiempo, pone de manifiesto que para obtener resultados tan profundos poco interés tenía saber, exactamente, de qué hablaban; pero sabían de retos que sí que debían afrontar.

Georg Ferdinand Cantor

Ahora bien, sobre a dónde nos llevan estos retos, os deseo mejor final que el que tuvo otro genio que conocemos desde los primeros días de nuestro recorrido matemático: Cantor (1845-1918) desembocó en la locura cuando vio cómo la comunidad matemática de entonces no fue capaz de aceptar, entre otras, que hubiese establecido una función biyectiva entre el intervalo unidad $[0,1]$ y el cuadrado unidad $[0,1]^2$; y es que lo que hoy es moneda corriente, no ha tenido por qué serlo desde siempre.

Referencias

[1] C.B. Boyer, *A History of Mathematics*, Willey Int. Ed., 1968.

[2] D. Paunić, *History of Measure Theory* (en Handbook of Measure Theory, Vol. I, E. Pap, ed.), North Holland, 2002.

[3] Página web de la St. Andrews University [4].

■

[4] *www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PrintHT/Functions.html*.

ISSN 1988-5318

MUJERES Y MATEMÁTICAS

Maryam Mirzakhani

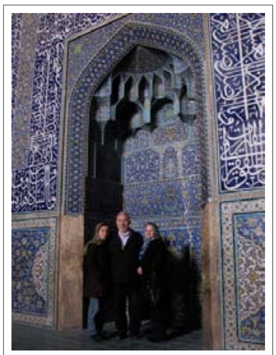
La primera mujer que recibe la Medalla Fields

Francisca Valle Lázaro
Ingeniera de Telecomunicaciones

Maryam Mirzakhani

El pasado 13 de agosto en Seúl la matemática iraní Maryam Mirzakhani fue galardonada con la prestigiosa *Medalla Fields*, en reconocimiento a sus contribuciones para la comprensión de la simetría de las superficies curvas. El premio ha supuesto su reconocimiento público y el aplauso de la comunidad científica.

El que se considera el *premio Nobel* de las matemáticas, este año ha tenido varias características singulares. Sumado a la juventud de la premiada (aunque este aspecto es requisito del premio) y al dato sorprendente de ser la primera mujer que recibe dicha distinción desde el inicio del galardón en 1936 (circunstancia de la que se han hecho eco numerosas publicaciones científicas y algunas reseñas dadas en diarios más comunes), llaman la atención dos aspectos que rodean la noticia, por un lado el lugar de procedencia de la doctora iraní Mirzakhani (haciendo un pequeño guiño a la historia podríamos decir que desde la antigua Mesopotamia vuelven a alumbrar con la ciencia matemática) y, sobre todo, por lo novedoso del trabajo realizado.



Maryam con su familia

Parafraseando el lema que reza en la medalla *«Transire suum pectus mundoque potiri»* (cruzar (salir de) su corazón y apoderarse del mundo [5]), los trabajos de Maryam Mirzakhani parecen abrir un amplísimo campo del conocimiento y comprensión de los espacios. El premio le ha sido otorgado por sus aportes a la teoría de las superficies de Riemann y sus avances en el estudio de las teorías de los sistemas de geometría, y aunque sus trabajos pertenecen a lo que podríamos denominar «matemáticas puras» son valiosísimas las implicaciones que tienen en física, teoría cuántica, criptografía y el estudio de los números primos. Se ha dicho que su trabajo es el comienzo de una nueva era y se la ha catalogado como la nueva Alexander Grothendieck —matemático considerado como el mejor del siglo XX—.

Teherán la vio nacer en 1977 en medio de un país preparado para la guerra con su vecino Irak. A pesar de ello se considera afortunada pues tuvo la oportunidad de acudir a la escuela de secundaria Farzanegan en su ciudad. Maryam Mirzakhani crece en el seno de una familia con tres hermanos y cuyos padres van a darle todo el apoyo necesario para desarrollar su talento. Es conocida su voracidad lectora, ella misma afirma que leía todo lo que le caía en sus manos y que soñaba con ser escritora. Acostumbraba a vivir en mundos fantásticos y ponerse en la piel de sus heroínas. Esto ocurrió mucho antes de que los números llamaran a su puerta, y ello quizás ha condicionado su enorme creatividad y audacia que la han llevado a la cumbre de las matemáticas.

Superficie de Riemann y geodésica. Boceto de Jim Carlson

Inicialmente no tuvo pasión por esta ciencia y fue su propio hermano quien le inculcó y alentó su interés y curiosidad. Mirzakhani narra su primer recuerdo matemático con el problema de la adición de los números del 1 al 100 y de cómo Gauss resolvió el problema, a partir de ahí comenzó a sentir fascinación por la resolución de problemas matemáticos cada vez más complejos y que le llevó a participar en Olimpiadas Matemáticas. Con esta semilla sembrada acabará licenciándose en Matemáticas en 1999 en la *Universidad de Sharif* de Teherán donde frecuentó grupos y reuniones con compañeros en los que se profundizaba en la solución de problemas. Cuanto más tiempo pasaba pensando en matemáticas, más emocionada se sentía.

Su pasión por ellas le llevará a la *Universidad de Harvard* donde realiza su doctorado bajo la supervisión del Dr. Curtis McMullen, también premiado con la *Medalla Fields* en 1998, del que declarará su admiración por el modo tan simple y elegante que tenía para hacer las cosas. De él aprendió y avanzó en sus estudios de análisis complejo. Asistía a lúcidos debates de los que salían problemas fascinantes en los que no podía dejar de pensar. Como ella misma reconoce: *«Trabajar con Curt tuvo una gran influencia en mí, aunque ¡Ahora me gustaría haber aprendido más de él! Cuando me gradué tuve una larga lista de ideas en bruto para explorar».*

Entre 2004 y 2008 fue becaria de investigación del *Clay Mathematics Institute* (CMI) y en la actualidad vive en California y ejerce como profesora de matemáticas en la *Universidad de Stanford* donde vive con su marido Jan Vondrak y su hija de 3 años.

[5] Traducción realizada por el profesor de la UAL Manuel López Muñoz.

ISSN 1988-5318

En cuanto a su obra, podemos comentar que su director de tesis, el Dr. McMullen, es una de las referencias mundiales en geometría hiperbólica y siempre apostó por ella. En 2004 Mirzakhani, en su tesis doctoral, presentó una fórmula para estimar cómo crece el número de geodésicas simples en una superficie hiperbólica en función de su longitud.

Desde entonces trabaja en superficies hiperbólicas, espacios de moduli y sistemas dinámicos. Esto se relaciona con problemas naturales, como el de los tres cuerpos de la mecánica celeste (las interacciones del Sol, la Luna y la Tierra), que no tienen solución matemática exacta. Sin embargo, Mirzakhani ha encontrado que los sistemas dinámicos que evolucionan de maneras que se retuercen y estiran su forma, de alguna manera sus trayectorias están estrictamente limitadas a seguir leyes algebraicas que ella está descifrando. De este modo a sus 37 años y teniendo en su haber no más de 20 publicaciones ya ha logrado situarse en la cabeza mundial de los matemáticos más creativos y prestigiosos del mundo.

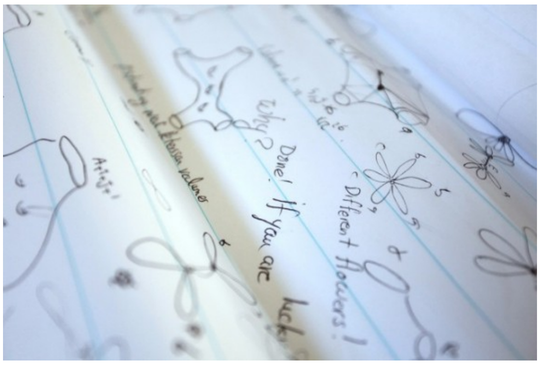
Mirzakhani se hizo conocida en la escena internacional de matemáticas siendo adolescente, cuando ganó las medallas de oro en la Olimpiada Matemática Internacional en Hong Kong en 1994, y en el mismo certamen el año siguiente en Canadá, obteniendo en esta última una puntuación perfecta de 42 puntos.

Entre otros reconocimientos, ha sido galardonada con el *Clay Research Award* 2014 por sus muchas e importantes contribuciones a la geometría y la teoría ergódica.

Mirzakhani el día de la entrega de la Medalla Fields junto con el resto de los galardonados

Y así es como su enorme talento no ha pasado desapercibido a la comunidad matemática que le ha otorgado su máximo galardón, la *Medalla Fields*. Este premio es inédito. No solo se ha roto la barrera del género sino también la geográfica al ser la primera persona de su país que gana un premio tan prestigioso por su labor investigadora.

Mirzakhani nos enseña que *«la belleza de las matemáticas solo se muestra a los seguidores pacientes»* y hay que *«gastar energía para contemplarla»*. Por eso dedica horas entregada a la tarea de comprender las superficies hiperbólicas, representándolas en papel. Y dibuja y dibuja, mientras su hija dice: *«Mamá está pintando otra vez»*. *«Quizá piense que soy pintora»*, cuenta Maryam.



Dibujos de Maryam

Le gusta la libertad de pensar acerca de los problemas más difíciles, viajar libremente, y hablar con otros matemáticos. Por todo ello, se define como una pensadora lenta que necesita pasar mucho tiempo sola antes de que pueda limpiar sus ideas y progresar.

Y no solo innova en matemáticas. Su persona rompe fronteras y acerca culturas. Sienta precedentes para inspirar a las autoridades del mundo islámico a fomentar las mentes científicas, solo con su notoriedad y su trabajo, mostrando como la libertad de las mujeres es necesaria y enriquecedora para un país.

Ella con sus palabras anima a los jóvenes talentos: *«Este es un gran honor. Seré feliz si se anima a los científicos y matemáticos mujeres jóvenes. Estoy segura de que habrá muchas más mujeres que ganen este tipo de premio en los próximos años»*. Pero su carrera no ha hecho nada más que comenzar.

Referencias

[1] *La mente poderosa de Maryam Mirzakhani*. Periódico digital *Iberoamérica.net* [6]. [Consulta: 21 de septiembre de 2014]

[2] *Conozca a los ganadores de la medalla Fields–el premio Nobel de las matemáticas*. Periódico digital *La Conversación* [7]. [Consulta: 25 de septiembre del 2014]

[3] *La iraní Maryam Mirzakhani, primera mujer en ganar el Nobel de matemáticas*. Periódico *El Mundo* [8]. [Consulta: 22 de septiembre del 2014]

[4] *Interview with Research Fellow Maryam Mirzakhani*. CMI [9]. [Consulta: 26 de septiembre del 2014]

■

6 *www.portafolio.co/opinion/la-mente-poderosa-maryam-mirzakhani*.
7 *theconversation.com/meet-the-winners-of-the-fields-medal-the-nobel-prize-of-maths-30411*.
8 *www.elmundo.es/cultura/2014/08/13/53ead60ae2704e3b458b456c.html*.
9 *www2.maths.ox.ac.uk/cmi/library/annual_report/ar2008/08Interview.pdf*.

ISSN 1988-5318

MATEMÁTICAS Y OTRAS CIENCIAS

El bosón de Higgs y la ruptura de la simetría

Alberto José Marín Fernández de Capel
Astrónomo y matemático

La naturaleza del mundo subatómico está llena de partículas (electrones, quarks, fotones,...). Para explicar esta naturaleza, la *teoría cuántica de campos* nos presenta las partículas como la excitación de la energía de un campo en un lugar y un momento dado. Cada campo da lugar a un tipo de partícula. Las partículas son la cuantización de los campos; por ejemplo, en el caso del campo electromagnético, la partícula es el fotón. Matemáticamente un campo es un operador, una función que asigna un valor a cada punto del espacio–tiempo.

El modelo estándar de partículas elementales, también conocido como el *modelo Glashow-Salam-Weinberg*, propone la existencia de un campo unificado en el que la fuerza electromagnética y las nucleares débil y fuerte (Tabla 1) estaban unidas al comienzo del universo (la gravedad queda al margen de este modelo).

Fuerza	Bosón	Grupo de simetría
Electromagnetismo	Fotón	$U(1)$
Débil	$W^+W^-Z^0$	$SU(2)$
Fuerte	Gluones	$SU(3)$

Tabla 1

La aparición de simetrías en la formulación matemática de las teorías físicas es de gran importancia, ya que éstas conllevan la conservación de cantidades físicas como demuestra el *teorema de Noether*. Intuitivamente nos resulta sencillo apreciar las simetrías al aplicarlas sobre figuras geométricas. Por ejemplo, al rotar un cuadrado 90° alrededor de un eje perpendicular a la figura y que pase por su centro, la figura queda invariante. De forma más abstracta y relacionándolo con el mundo de la física, una simetría es una propiedad del sistema que permanece invariante bajo una transformación.

El modelo estándar presenta un grupo de simetría debido a la unión de estas tres fuerzas (Tabla 1) que hace que las partículas carezcan de masa. Sin embargo, hoy día hemos detectado una gran variedad de partículas con masas diferentes. ¿Por qué los fotones carecen de masa mientras que los bosones débiles y los gluones son masivos?

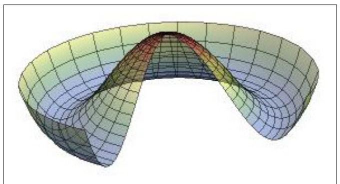


Figura 1

En 1964 Brout, Englert y Higgs, propusieron un mecanismo que ya se había observado en los fenómenos de superconductividad: la ruptura espontánea de la simetría. Para poder producirse este proceso se necesita un campo cuyo potencial tiene una gráfica que se asemeja a un sombrero mejicano (Figura 1).

Al estudiar la dinámica de este campo, observamos que cuando el campo oscila alrededor de un eje que pasa por el centro del «sombrero mejicano», éste queda invariante, es decir, no se altera el valor del potencial del campo. Estas oscilaciones originan una partícula sin masa: el *bosón de Goldstone*. Si el campo oscila en forma de traslación, se altera el valor del potencial lo que conlleva la aparición de una partícula con masa: el *bosón de Higgs*.

Figura 2. Simetría rota. Esta escultura se encuentra en las instalaciones del laboratorio de partículas Fermilab

Cuando este campo con potencial de «sombrero mejicano» interacciona con el campo unificado del modelo estándar, se rompe el grupo de simetría que caracterizaba al campo unificado, separando las fuerzas y dotando de masa a los gluones y a los bosones débiles. Sin embargo, hay un subgrupo de simetría que no se rompe dejando una partícula sin masa, el fotón. Este proceso se conoce como el *mecanismo de Higgs*. Mecanismo que además, también justifica la baja masa de las partículas, que es del orden de 10^{-17} veces la masa de Planck ($m_p = 2{,}18 \cdot 10^{-8}$ kg). En el proceso del mecanismo de Higgs aparece una simetría que absorbe al *bosón de Goldstone*, explicando el hecho de por qué esta partícula no se observa en la naturaleza.

Como acabamos de ver, a pesar de la importancia de las simetrías en la naturaleza, hay situaciones en las que la ruptura de algunas simetrías es un proceso fundamental para explicar el universo que observamos hoy día (Figura 2). Más información en las refencias [1, 2, 3]

Referencias

[1] Mark Srednick, *Quantum Field Theory* University of California, Santa Barbara, 2006 [10].

[2] T-Y Wu, W-Y Pauchy Hwang, *Relativistic Quantum Mechanics and Quantum Fields*, world Scientific, 1991.

[3] Leonard Susskind, *Lectures on Standard Model*, Stanford University, 2009 [11].

Cita matemática:

«Con las matemáticas se aprecia la belleza interior de las teorías físicas»

Alberto J. Marín Fdez. de Capel

■

[10] *www.physics.ucsb.edu/~mark/qft.html*.

[11] *newpackettech.com/Resources/Susskind/PHY30_2B/NewRevolutionsInParticlePhysics_TheStandardModel.htm*.

ISSN 1988-5318

CULTURA Y MATEMÁTICAS

¿Puede un número ser una obra de arte? (I)

Raúl Ibáñez Torres
Universidad del País Vasco

Esta semana he estado conversando con una amiga periodista sobre el arte moderno. En dicha conversación se confrontaban el arte clásico (ella no entendía como algunas «cosas» modernas podían ser consideradas arte) y el del último siglo (que para mí es mucho más sugerente, motivador y lleno de sentido). En un momento de la conversación yo hablé de la existencia de obras de arte que eran esencialmente un número, o un conjunto de ellos. Sin embargo, ella estaba perpleja ante la idea de que un número, que es algo tan abstracto y tan alejado de la temática clásica del arte (paisajes, bodegones, cuerpo humano, acontecimientos históricos, o incluso escenas cotidianas), pudiese ser el tema central de una obra, ni cuál podía ser el objetivo, o el interés, al representarlo, ya fuese pintado sobre un lienzo o a través de una escultura. En esta serie de artículos vamos a dar respuesta a la cuestión de si un número puede ser una obra de arte.

Con la llegada del arte moderno a principios del siglo XX, y de las vanguardias, pero fundamentalmente del cubismo y futurismo, el concepto de arte cambia drásticamente. Ya no se trata de realizar una representación figurativa de la realidad, como hacía el arte clásico.

Los artistas empiezan a preocuparse por cuestiones como el pensamiento, los sentimientos o la propia estructura de la obra. Y en esa nueva realidad artística, la representación gráfica de los números no solo es posible en la obra de arte (empiezan a aparecer números en pinturas de artistas futuristas como Umberto Boccioni, Gino Severini o Giacomo Balla; en obras de artistas dadaístas como Raoul Hausmann, George Grosz, Hannah Hoch, o Kurt Schwitters con sus collages Merz; en la pintura abstracta de Lásló Moholy-Nagy; teniendo cada vez mayor presencia e importancia, como en las pinturas surrealistas de Yves Tanguy o Joan Miró; en artistas del expresionismo abstracto, como Jackson Pollock, Mark Tobey o Cy Twombly, o en el movimiento Pop art, como puede verse en [1, 2]), sino que llega a convertirse en el tema central de muchas de ellas (como en las pinturas *Vi la cifra* 5 *en oro* de Charles Demuth, 48 *o* 113*, el signo de la muerte* de Joan Miró, *El gran cuatro* de Robert Motherwell, en el arte pop de Robert Indiana o Jaspers Johns, o en el arte conceptual de Mel Bochner, On Kawara o Roman Opalka, [1, 2]).

Como primer ejemplo de una obra de arte en la que un número es el protagonista de la misma, vamos a hablar hoy de *El gran cuatro* (1986), de Robert Motherwell (1915-1991).

Robert Motherwell fue una de las figuras más significativas e influyentes del *expresionismo abstracto*, primer movimiento artístico netamente americano, centrado en la pintura, que se desarrolló entre las décadas 1940 y 1960.

El gran cuatro, R. Motherwell (1986)

París, y en general Europa, fueron desplazados por Nueva York y EE.UU., como centro artístico mundial de referencia. La preocupación artística principal de este movimiento fue la necesidad de expresar y transmitir su pensamiento y sus inquietudes, así como el propio proceso creativo. Estuvo fuertemente influenciado por el surrealismo, de quien heredan el «automatismo psíquico» (inspirado en la terapia psicoanalista de Freud, consistía en que el artista tenía que acceder a la mente inconsciente, a los sueños, y de forma automática, sin controles e inhibiciones, reproducir artísticamente lo que le habían sugerido), llevándolo hasta el extremo, y la pintura abstracta.

No hay que olvidar que al inicio de la segunda guerra mundial muchos artistas europeos (surrealistas, pero también pintores abstractos como Mondrian) emigran a EE.UU., y entran en contacto con los jóvenes artistas norteamericanos. Existieron dos corrientes principales, el *action painting*, de Jackson Pollock, Willem de Kooning o Cy Twombly, y el *colour field painting*, de Barnett Newmann o Mark Rothko. Motherwell se sitúa entre ambas corrientes. A diferencia de sus colegas, Robert Motherwell tuvo una formación académica importante. Antes de dedicarse por entero a la pintura recibió una fuerte educación en filosofía, literatura e historia del arte.

Años más tarde también enseñaría arte en el *Black Mountain College* de Carolina del Norte y en el *Hunter College* de Nueva York. Estuvo muy influenciado por su amigo el surrealista Roberto Matta, así como por otros artistas europeos cercanos al surrealismo. De Matta aprendió el proceso surrealista del automatismo, que tanto le impresionó y que sería un elemento central en su obra. Sus conferencias, artículos y libros fueron fundamentales para la difusión y el conocimiento del expresionismo abstracto. Entre sus obras más importante están las *Elegías por la República Española* (más de 150 pinturas realizadas a partir de 1948).

El gran cuatro (1986). En su interés por el subconsciente y por el automatismo, los expresionistas abstractos (Motherwell, Rothko o Pollock) se interesaron por las ideas e investigaciones de Carl Jung, el psicoanálisis, el subconsciente, los sueños, la simbología o el inconsciente colectivo.

Jung en su trabajo puso de manifiesto la importancia de la cuaternidad, tanto para el individuo, como para las sociedades, sus religiones y sus culturas (puede consultarse [3, 4]), y estudió su simbología. Por este motivo, no es de extrañar que, a partir de 1960, el número cuatro apareciera en algunas de las obras de Motherwell, como por ejemplo en *La cifra 4 sobre una elegía* (1960), *Cifra 4 con banda azul* (1966), *La cifra 4* (1966) o *Sin título en marrón con «gauloises»* y *La cifra 4* (1972).

La cifra 4 sobre una elegía, R. Motherwell (1960)

Al parecer, en los años 1980, Motherwell releyó fragmentos de la obra *The Basic Writings of C.G. Jung*, en los que abordaba el significado simbólico del número 4, y la interpretación de los sueños en los que aparecía, relacionándolo con el yo interior creativo y con la producción que surge de las profundidades de la mente inconsciente, lo que le inspiraría para realizar *El gran cuatro*.

La mayoría de la superficie de este cuadro está pintada de un rojo vivo, con una zona entre marrón y crema en el centro, donde está pintado el gran cuatro, como queriendo salir de esa zona que lo delimita. El cuatro podría simbolizar, en relación a las teorías de Jung, el yo interior, deseoso de ser liberado. Ese 4 también nos lo encontramos en obras de Jackson Pollock o Yves Klein.

Referencias

[1] Raúl Ibáñez, *Los números preferidos del artista, Un paseo por la geometría*, Universidad del País Vasco, 2012. (*www.divulgamat.net*)

[2] Enric Satué, *Arte en la tipografía y tipografía en el arte*, Siruela, 2007.

[3] Carl G. Jung, *El hombre y sus símbolos*, Paidós, 1997.

[4] Juan Eduardo Cirlot, *Diccionario de símbolos*, Siruela, 2004.

■

PASATIEMPOS Y CURIOSIDADES

La transformación del panadero

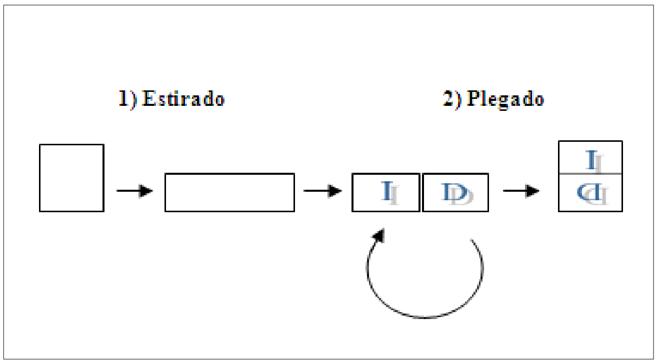
Marta Macho Stadler
Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea

La *transformación (discreta) del panadero* es un caso particular de transformación biyectiva de imágenes. La introdujeron en 1997 los matemáticos Jean-Paul Delahaye y Philippe Mathieu (ver [1]).

Una *transformación biyectiva* de una imagen de n por m píxeles, es una modificación de esta imagen sobre sí misma: cada píxel se desplaza de su lugar a otro —y el que ocupa ese lugar se mueve a otro sitio—, ningún píxel se pierde —sólo cambia de posición—: en matemáticas se habla de una permutación de estos píxeles.

La *transformación del panadero* —se denomina así porque realiza transformaciones parecidas a las que tienen lugar cuando se amasa: estirado y plegado— parte de una imagen con n filas y m columnas, donde n y m son números pares.

Los puntos —píxeles— de la línea superior tienen por coordenadas (en el orden usual, de izquierda a derecha) $(0,0),(1,0),(2,0),\ldots,(m-2,0)$ y $(m-1,0)$; las de la segunda línea (comenzando por arriba) son $(0,1),(1,1),(2,1),\ldots,(m-2,1)$ y $(m-1,1)$, etc.



Esquema de la transformación del panadero

1) Estirado

Se simula el estirado de la masa mezclando las líneas pares e impares: así, la altura del rectángulo de partida se divide por 2 y su longitud se multiplica por 2. Tras esta transformación, la primera línea pasa a ser $(0,0),(0,1),(1,0),(1,1),\ldots,(m-2,0),(m-2,1),(m-1,0)$ y $(m-1,1)$ y la segunda $(0,2),(0,3),(1,2),(1,3),\ldots,(m-2,2),(m-2,3),(m-1,2)$ y $(m-1,3)$, y así sucesivamente.

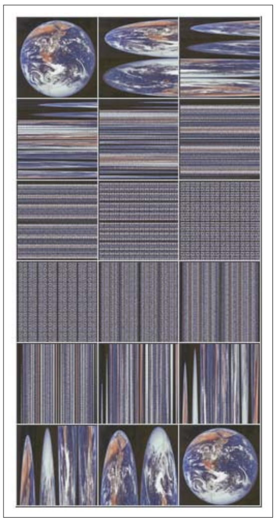
2) Plegado

El plegado de la masa consiste en cortar el rectángulo —obtenido en la etapa anterior— en dos trozos iguales

 ISSN 1988-5318

(como se muestra en la figura de arriba), y colocar la parte derecha bajo la izquierda tras haberla hecho girar 180 grados.

Así, tras esta transformación, la primera línea queda $(0,0),(0,1),(1,0),(1,1),\ldots,(m/2-1,0)$ y $(m/2-1,1)$ y la segunda será $(0,2),(0,3),(1,2),(1,3),\ldots,(m/2-1,2)$ y $(m/2-1,3)$.



¡Efectivamente, tras 17 iteraciones, la imagen original aparece!

Y los puntos de las dos últimas líneas que resultan del plegado de la mitad derecha quedan: $(m-1,3),(m-1,2),(m-2,3),(m-2,2),\ldots,(m/2,3)$ y $(m/2,2)$ (penúltima línea), y $(m-1,1),(m-1,0),(m-2,1),(m-2,0),\ldots,(m/2,1)$ y $(m/2,0)$ (última línea).

Tras realizar estas dos operaciones, se obtiene una imagen cuyas dimensiones coinciden con las de la imagen original (es decir, con n filas y m columnas).

Esta transformación se puede programar —eso es lo que hicieron en su día los autores de [1]—, se trata de una permutación sobre un conjunto finito de elementos.

El conjunto de las permutaciones sobre un conjunto finito forma un grupo —el *grupo simétrico*—, y se puede demostrar que si p es una permutación, existe un número entero k, tal que si p se aplica k veces, se recupera la transformación identidad —la permutación que no cambia nada—.

Como la *transformación (discreta) del panadero* es una permutación de $m \times n$ píxeles, si se aplica de manera iterada, llegará un momento en el que se debe recuperar la imagen original...

Podéis ver varias transformaciones de imágenes mediante esta permutación en la página [2]: la mostrada en la columna de la *izquierda* es una de ellas.

Referencias

[1] Jean-Paul Delahaye y Philippe Mathieu, *Images brouillées, Images retrouvées*, Pour la Science 242 (1997) 102-106.

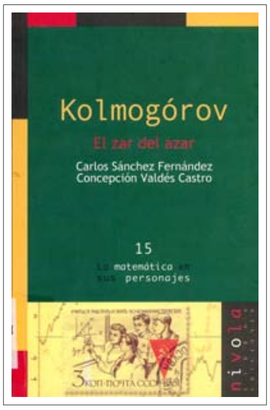
[2] Jean-Paul Delahaye y Philippe Mathieu, *Les transformations bijectives d'images*.

■

Lecturas recomendadas sobre divulgación matemática

Kolmogórov. El zar del azar.

Carlos Sánchez Fernández
Concepción Valdés Castro.



Ficha Técnica
Editorial: Nívola.
189 páginas.
ISBN: 978-84-95599-60-5.
Año: 2003.

Esta obra forma parte de una interesante colección que la editorial Nivola dedica a la vida y obra de algunos de los principales matemáticos de la historia.

El libro que nos ocupa está dedicado al matemático ruso Andrei Nikoláyevich Kolmogórov (1903-1987), el cual vivió la mayor parte de su vida bajo el comunismo y realizó grandes aportaciones tanto a la matemática pura como a la aplicada (aunque él siempre se consideró más un matemático puro).

El libro consta de dos partes bien diferenciadas. En la primera se expone de manera muy amena algunos detalles biográficos de este gran matemático. A lo largo de su actividad investigadora tuvo multitud de contactos con algunos de los matemáticos más relevantes del siglo XX. Particular interés tiene la relación de amistad y colaboración que mantuvo durante más de 50 años con el también matemático ruso Aleksandrov (1912-1999).

La segunda parte del libro es más técnica (pero no demasiado) y en ella se dan sólo algunas pocas pinceladas sobre la ingente obra de Kolmogórov. Esta abarca multitud de áreas de investigación en la mayoría de las cuales sus aportaciones han sido decisivas y han marcado el camino a otros matemáticos. Tal vez las realizadas a la teoría de la probabilidad hayan sido las de mayor repercusión, pero hay otros muchos campos en los que han influido, como por ejemplo, la teoría de la información o la teoría de la aproximación de funciones.

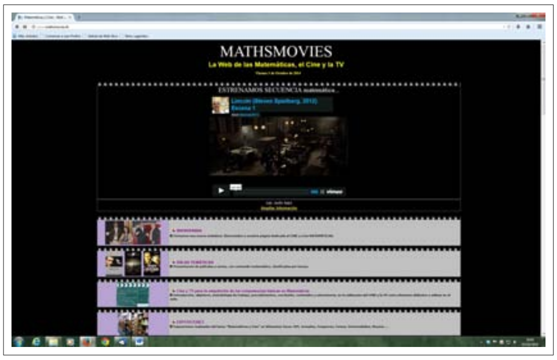
No podemos olvidar la importancia que Kolmogórov daba a la divulgación de las matemáticas. Prueba de ello son los aproximadamente 400 trabajos de carácter divulgativo que publicó a lo largo de su vida. En definitiva esta obra es una excelente forma de comenzar a conocer la vida y obra de este insigne matemático, así como de conocer algunas de las profundas reflexiones que realizó sobre las matemáticas.

Antonio Morales Campoy
Universidad de Almería

 ISSN 1988-5318

Páginas web de interés

Mathmovies. La web de las matemáticas, el cine y la TV



www.mathsmovies.tk

En *www.mathsmovies.tk* se acercan los mundos fascinantes de las matemáticas y del cine.

Aparecen comentarios sobre célebres películas de famosos directores como Spielberg o Hitchcock con temas relacionados con las matemáticas. También se pueden visionar escenas concretas de claro contenido matemático y comentarlas o ver las opiniones de otras personas. Se consigue así que la página sea interactiva.

La oferta de actividades es variada. Hay películas sobre matemáticas agrupadas en distintas *Salas Temáticas*. Las nuevas metodologías para el aprendizaje son tenidas en cuenta en la sección *Cine y TV para la adquisición de competencias básicas en matemáticas* y así se pone de manifiesto el valor didáctico de estos medios de comunicación.

Otra sección interesante es la concerniente a *Exposiciones* donde puede encontrarse información sobre exposiciones realizadas o por realizar sobre matemáticas en institutos, museos, universidades, jornadas, cursos y congresos. También se ofrecen noticias relacionadas con los temas expuestos y colaboraciones de expertos.

Un aspecto destacado es la organización de cursos de formación sobre matemáticas y cine, muchos de los cuales están homologados. Son entretenidos a la vez que profundos y son presentados con antelación. Podemos destacar algunos de ellos: *Los Simpson entran en el aula de Matemáticas*, divertido y sorprendente, *Cine, TV, matemáticas y competencias básicas*, de gran actualidad didáctica, o *Historia de los Números*, con gran cantidad de curiosidades y anécdotas.

Con la ayuda de la imagen y de las ideas de grandes cineastas se acercan las Matemáticas a la mayoría de las personas de forma amena y divertida. Sólo una pega de difícil solución: algunos enlaces dejan de funcionar por cuestiones legales. Sin embargo, el mantenimiento de la página es impecable y se soluciona con cierta rapidez.

Reseña de José Carmona Tapia y José Escoriza López
Universidad de Almería

Citas Matemáticas

«La hipótesis de la espontaneidad del azar es una hipótesis cuyas consecuencias inevitables son susceptibles de trazarse con precisión matemática.»

Charles Sanders Peirce (1839–1914), filósofo, lógico y científico estadounidense.

«Los números perfectos, como los hombres perfectos, son muy raros.»

René Descartes (1596–1650), filósofo y matemático francés.

 ISSN 1988-5318

Acertijos

El escrutinio

En Villarriba y Villabajo han celebrado un referéndum para decidir su futuro: juntos, como hasta ahora, o en dos consistorios independientes. Para facilitar el recuento de votos idearon el siguiente procedimiento:

1. Los electores no usarían papeletas sino bolas (de color blanco para la abstención, rojo para la separación y verde para la unión) que introducirían en una de las tres urnas B, R y V previstas.
2. Ante el inconveniente del carácter secreto del voto, dispusieron que los miembros de la mesa fuesen todos ciegos o, en su defecto, daltónicos.
3. Al final de la jornada pesarían las urnas y determinarían el número de votos mediante una sencilla proporción (sin tener que contar las bolas).

Finalizada la jornada, el peso total (de las tres urnas) asciende a 311 kilos. Por otra parte, el peso conjunto de las urnas B y V es 123 kilos superior al peso de la urna R. Además, el peso de las urnas B y R (juntas) sobrepasa en 29 kilos al doble del peso de la urna V.

Si se han emitido 933 votos, ¿podrías determinar el resultado del referéndum?

(En el próximo número aparecerá la solución).

Solución al acertijo del número anterior

Planteamos la posibilidad de conocer un número de tres cifras abc partiendo del resultado R de las siguientes operaciones:

$$(2(10a + b + 1) - 7)5 + c.$$

Evidentemente $R = 100a + 10b + c - 25$ y, en consecuencia,

$$abc = R + 25.$$

Por tanto, si nos facilitan el resultado de las operaciones señaladas, sólo tenemos que sumar 25 para obtener el número buscado.

ENTREVISTA

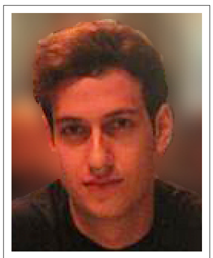
Trabajo fin de grado

Expectativas vs realidad

Ana Almansa Carricondo
Alicia Cabrerizo Lamarca
José Gálvez Rodríguez
Carlos Iglesias Labraca
José Ojeda López
Estudiantes del Grado en Matemáticas de la UAL

Para cualquier estudiante es difícil olvidar su primer día en la universidad, pues el cúmulo de sensaciones que experimenta se encarga de que así sea. La incertidumbre ante la nueva etapa y las altas expectativas puestas en el futuro hacen que el comienzo sea especial.

Con el paso de los meses, incluso de los años, la etapa no es tan nueva y las expectativas se han ido cumpliendo y adaptando a cada realidad personal. Como personal es también el futuro de cada alumno, algo que banalizado pasa por aprobar decenas de asignaturas, realizar prácticas externas y un *trabajo de fin de grado* (TFG).



Antonio Fuentes

Pero, ¿cómo elijo el tema de mi TFG? ¿cómo lo confecciono? ¿determina de alguna forma mi futuro? En este artículo vamos a intentar responder estas y otras preguntas relacionadas con el TFG. Para ello hemos contado con la ayuda de Antonio Fuentes, alumno de cuarto curso del Grado en Matemáticas por la UAL; y de Jaime Villegas, graduado en Matemáticas por la UAL. Un choque frontal de realidades entre dos de los mejores alumnos de las primeras promociones del grado.

En primer lugar, es esencial elegir bien el tema del trabajo. Pese a que aún no han salido las líneas del presente curso, preguntamos a Antonio en qué basará su elección, a lo que nos responde: *«Es cierto que el tema debería ser lo más importante, pero no puedo negar que el profesor que asista el trabajo me parece un factor decisivo. Desde luego, eso influirá en mi elección»*. Parece ser que quién dirija el trabajo es un factor determinante, como así nos lo confirmaba Jaime cuando le preguntábamos por sus razones a la hora de decidirse por *Conjuntos autosimilares y dimensión fractal* a cargo del profesor Miguel Ángel Sánchez: *«Lo que tuve en cuenta a la hora de hacer el trabajo fue el profesor. Lo había hablado con él el año anterior y le propuse poner algo que incluyera programación»*.

Una vez elegido trabajo, ¡manos a la obra! Pero, ¿cómo? La experiencia de Jaime nos dice que *«el proceso de elaboración fue que mi director me hizo un índice con los apartados del trabajo y yo tuve que completarlos con los resultados, las definiciones, las demostraciones...»*. En definitiva,

Jaime Villegas

ISSN 1988-5318

hay que trabajar mucho y bien para conseguir un buen resultado, algo que parece tener claro Antonio, pues su intuición con respecto a la metodología no se aleja de lo que Jaime comentaba: *«Partir de los conceptos más básicos referentes al tema e ir profundizando gradualmente. Establecer unas pautas y objetivos que conseguir a corto plazo para llevar una forma de trabajo constante»*.

Llegados a estas alturas es casi obvio que la clave del éxito está en el trabajo e incluso es más evidente todavía que no todos los problemas son fáciles de resolver. La dificultad llega y, en ese sentido, Antonio se muestra cauto con algunos aspectos: *«No soy demasiado buen orador así que puede que la exposición sea uno de mis mayores hándicaps. Sin embargo, la ambición de conseguir algún resultado original y ver que la inspiración no llega es, en el supuesto caso, lo que más respeto me causa»*. Aunque no hay nada como vivirlas para hablar de dificultades, por lo que Jaime nos alecciona: *«Lo más difícil fue la demostración de los teoremas más largos»*. Por lo que ambos comentan, parece que armarse de paciencia y confianza puede ser una solución.

La anterior respuesta de Antonio nos inspiró a preguntarle a Jaime acerca de la exposición y cómo superar las deficiencias comunicativas que podamos tener. Él nos dio algún consejo: *«La exposición la preparé por mi cuenta. Se la exponía a mi hermana para practicar y se la expuse una semana antes a mi tutor para que me dijera qué tenía que mejorar»*.

Pero no es el único consejo que nos podría dar, ya que cuando le preguntamos sobre qué le diría a un alumno a punto de comenzar su trabajo, nos dijo: *«A una persona que empezara le diría que coja un tema que le guste y sobre todo que hable con el profesor para ver cómo va a ser y qué hay que desarrollar»*.

Superadas, a buen seguro, todas las piedras en el camino con pasión y dedicación, solo queda valorar el trabajo. Jaime lo hacía así: *«Mi experiencia fue buenísima, porque aprendí a demostrar resultados por mi cuenta y a desarrollar un tema matemático de menos a más. Quedé muy contento con el resultado final, muy orgulloso de mi trabajo y sobre todo muy agradecido a mi tutor»*. Las expectativas de Antonio en cuanto al valor del trabajo van aún más allá y comenta con ambición (¡ojalá todos quisiéramos comernos el mundo de la misma manera!): *«Lo considero una prueba para decidir mi futuro. La investigación siempre me ha llamado la atención y una buena nota en el TFG podría ser el estímulo necesario para volcarme en ello»*.

En definitiva, hay que buscar la empatía con la persona que ayudará a hacer el trabajo, sin olvidar elegir un tema que guste. El trabajo debe ser constante y valiente, sin miedo a los contratiempos ni a lo desconocido. La ambición y la confianza en nosotros mismos, nuestras mejores armas. Antonio, Jaime, ¡muchas gracias por vuestra ayuda! ■

Responsables de las secciones

➻ ACTIVIDAD MATEMÁTICA EN LA UAL

- *Actividades organizadas*: Pedro Martínez (pmartine@ual.es).
- *Entrevistas e investigación*: Juan José Moreno (balcazar@ual.es) y Fernando Reche (freche@ual.es).
- *Foro abierto y preguntas frecuentes*: María Inmaculada López (milopez@ual.es).

➻ DE LA ENSEÑANZA MEDIA A LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA:

- *Experiencias docentes*: Eva Acosta (evagavilan1@yahoo.es), Nuria Pardo (penuria@gmail.com), Miguel Pino (mpinomej@gmail.com) y Tomás Ruiz (targ53@hotmail.com).
- *Enseñanza bilingüe en Matemáticas*: Juan José Moreno (balcazar@ual.es).

➻ DIVULGACIÓN MATEMÁTICA

- *La Historia y sus personajes*: Enrique de Amo (edeamo@ual.es), Florencio Castaño (fci@ual.es) y Blas Torrecillas (btorreci@ual.es).
- *Problemas de interés*: Alicia Juan (ajuan@ual.es) y Miguel Ángel Sánchez (misanche@ual.es).
- *Las Matemáticas aplicadas en otros campos*: Manuel Gámez (mgamez@ual.es), Juan Antonio López (jlopez@ual.es), Francisco Luzón (fluzon@ual.es) y Antonio Salmerón (asalmero@ual.es).
- *Mujeres y matemáticas*: Isabel Ortiz (iortiz@ual.es) y Maribel Ramírez (mramirez@ual.es).
- *Cultura y Matemáticas*: José Luis Rodríguez (jlrodri@ual.es) y José Ramón Sánchez (jramon_sg@hotmail.com).
- *Lecturas recomendadas sobre divulgación matemática*: Antonio Morales (amorales@ual.es) y Fernando Reche (freche@ual.es).

ISSN 1988-5318

- *Páginas web de interés*: José Carmona (jcarmona@ual.es) y José Escoriza (jescoriz@ual.es).
- *Citas matemáticas*: Juan Cuadra (jcdiaz@ual.es) y Alicia Juan (ajuan@ual.es).
- *Pasatiempos y curiosidades*: Antonio Andújar (andujar@ual.es) y José Antonio Rodríguez (jarodrig@ual.es).
- *Acertijos*: Juan Carlos Navarro (jcnav@ual.es).

➻ Territorio Estudiante: Ana Almansa (anaac2994@gmail.com), Alicia Cabrerizo (aliciacl92@gmail.com), José Gálvez (josegal-2@hotmail.com), Carlos Iglesias (iglesiaslabraca@gmail.com) y José Ojeda (jol0064@gmail.com)

ISSN 1988-5318