Boletín de la Titulación de Matemáticas de la UAL

Volumen VII. Número 1 — 25 de octubre de 2013

Eduardo Sáenz de Cabezón

«Es un derecho de la sociedad el conocer qué se hace en la ciencia»

La divulgación científica va cobrando cada vez una mayor relevancia en nuestro país. Buena muestra de ello es el número creciente de libros, programas de televisión o eventos dedicados a difundir el quehacer científico entre el gran público.

En esta ocasión hemos tenido el honor de entrevistar al profesor de la *Universidad de La Rioja* Eduardo Sáenz de Cabezón, ganador de la edición española del concurso de monólogos humorísticos de temática científica *FameLab*. En ella nos transmite, entre otras cuestiones, cómo ha sido su experiencia en esta actividad que conjuga ciencia y humor.

(Artículo completo en la página 2)

Éxito en Ciencia en Acción

José Luis Rodríguez Blancas

Nuestro compañero José Luis Rodríguez Blancas de la *Universidad de Almería*, formando equipo con David Crespo Castelerio y María del Carmen Sánchez Melero, profesores del *Centro Educativo Agave*, ha obtenido el primer premio en la decimocuarta edición del certamen *Ciencia en Acción* celebrada en Bilbao del 4 al 6 de octubre y que pretende presentar la ciencia al gran público de una forma amena y divertida.

El proyecto *Trenzados y mosaicos árabes con cuerdas* ha obtenido el premio *Ágora* y el 1.$^{\text{er}}$ premio *ex aequo* en el apartado *Laboratorio de Matemáticas*.

(Noticia completa en la página 5)

Editorial

El pasado 22 de mayo el *Instituto Nacional de Estadística* (INE) publicó una nota de prensa que resumía la situación laboral en nuestro país a partir de los datos que proporciona la *Encuesta de Población Activa* (EPA).

Entre los resultados del informe nos llamó especialmente la atención la siguiente afirmación: *«Las especialidades del sector de estudios de Veterinaria y Matemáticas y estadística presentan las tasas de empleo más elevadas»*.

Esta afirmación es un ejemplo, basado en datos reales y no en percepciones subjetivas, de la pujanza y buena salud de los estudios de matemáticas.

Ante las voces que se alzan abriendo estériles debates sobre la «rentabilidad» de algunos estudios, los hechos nos muestran una situación muy diferente. Las matemáticas, además de poseer una belleza incuestionable, es una disciplina con una muy buena proyección profesional y un futuro muy prometedor.

En unos tiempos de crisis como los que vivimos, en los que es fácil caer en el desánimo, noticias positivas como ésta suponen un incentivo más para continuar con nuestra labor.

Resumen

Correo electrónico:
bmatema@ual.es

EDITORES

Juan José Moreno Balcázar
balcazar@ual.es

Fernando Reche Lorite
freche@ual.es

ISSN 1988-5318
Depósito Legal: AL 522-2011

ENTREVISTA

Eduardo Sáenz de Cabezón Irigaray

Ganador de la edición española del certamen *FameLab*

Juan José Moreno Balcázar
Fernando Reche Lorite
Universidad de Almería

Eduardo Sáenz de Cabezón

El profesor Eduardo Sáenz de Cabezón Irigaray del *Departamento de Matemáticas y Computación* de la *Universidad de La Rioja* ganó la final española del certamen *FameLab* [1] convocado por la *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología* (FECYT) y el *British Council*.

A grandes rasgos, el objetivo de este certamen es comunicar la ciencia a través del humor con monólogos creativos. Su excelente y divertido monólogo fue el ganador en la fase española y finalista en el concurso internacional celebrado en el Reino Unido (*www.famelab.org*).

A primera vista puede parecer que ciencia y humor son dos disciplinas bastante alejadas, ¿cómo has conseguido que la intersección no sea vacía? ¿cómo describirías tu monólogo a una persona que no lo ha visto?

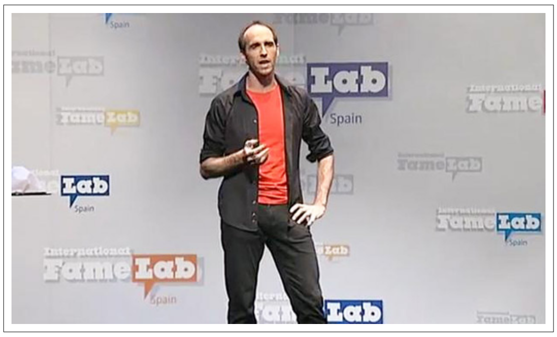
Yo no situaría ciencia y humor a la misma altura como dos «disciplinas» distintas. Pienso que el humor puede ser un medio para comunicar e incluso atraer la atención sobre la ciencia. Una vez despierto el interés, viene la parte del acercamiento riguroso, esforzado, por comprender la ciencia y sus herramientas.

En el caso de mi monólogo *Un teorema es para siempre* lo que intento es transmitir un concepto esencial a las matemáticas, la diferencia entre teorema y conjetura, de un modo sencillo pero a la vez riguroso y entretenido. Para ello uso dos ejemplos, la *conjetura del panal*, que ahora es un teorema, y su equivalente en tres dimensiones, la *conjetura de Kelvin*. Utilizo ejemplos sencillos que ilustran los conceptos y en la forma de transmisión uso algunas bromas, chistes, formas de decir las cosas que puedan hacerlo más entretenido y divertido sin quitarle contenido.

¿Qué te animó a participar en un concurso de este tipo? ¿cómo te sentiste encima de un escenario?

La verdad es que nunca he sido muy fan de los monólogos, pero dando charlas divulgativas he utilizado siempre el humor como vehículo de transmisión.

Unos compañeros de la *Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática* de la *Universidad de La Rioja* conocieron el concurso *FameLab* y me animaron a participar. Me decidí a hacer un vídeo y el resultado, en cuanto a lo que al concurso se refiere, fue magnífico.



Eduardo en un momento de su actuación

Acostumbrado a las clases y a dar charlas, la presencia en el escenario no me imponía demasiado, más allá de los lógicos (y útiles) nervios. Es verdad que la situación en un teatro es diferente a la de una clase o un salón de conferencias. Pero hay similitudes que fueron suficientes como para que me sintiera cómodo.

En los últimos años se aprecia un aumento de las actividades de divulgación matemática a todos los niveles, ¿a qué crees que es debido? ¿piensas que iniciativas de este tipo pueden ayudar a fomentar el acercamiento de la ciencia al gran público?

Yo creo que se debe a dos factores fundamentales. Uno es la excelente labor de profesores y divulgadores. Hace años que se está haciendo una buenísima labor más o menos callada de divulgación científica, y también los profesores en sus clases tratan de interesar más a los alumnos por las matemáticas que se salen de lo meramente académico. Creo que lo están consiguiendo.

El segundo factor creo que es un interés creciente por la ciencia en general entre el público. La gente está cada vez más formada y es más exigente en cuanto a la oferta cultural y esto incluye también la cultura científica. Estamos todavía algunos años detrás de países como el Reino Unido, pero España está avanzando mucho en este sentido.

En tu caso concreto, ¿qué te ha animado a dedicar parte de tu tiempo a la divulgación?

Por un lado porque me gusta, me siento bien transmitiendo este tipo de conocimientos a personas que quizá los encuentran de primeras áridos o lejanos a sus intereses, pero que cuando los descubren les fascinan. Por otro lado lo considero de alguna manera un deber de los científicos.

[1] *www.famelab.es/es/inicio*.

ISSN 1988-5318

Compartir las áreas de conocimiento en las que trabajamos enriquece la cultura de nuestra sociedad y también contribuye a una mejor comprensión de la ciencia y los científicos por parte del público en general.

También creo que es un derecho de la sociedad el conocer qué se hace en la ciencia y en la tecnología.

El Grado en Matemáticas ya se ha terminado de implantar completamente en algunas universidades y en otras lo hará el próximo curso. Desde tu experiencia como profesor, ¿cómo ves la formación matemática que se recibe en el grado?

Creo que en algunos casos ha habido una reducción de contenidos, en otros una modernización y en otros una intensificación en áreas que antes recibían menos atención. La idea de estimular el trabajo autónomo de los alumnos me parece magnífica aunque creo que estamos lejos de implementarla de modo adecuado.

Una pega que veo en los estudios de grado de matemáticas y otras disciplinas es que no se da tiempo a madurar los conceptos, y esto es especialmente grave en matemáticas, pues la profundidad de pensamiento que las matemáticas precisan, exige que se les dedique un tiempo calmado, reposado, que nuestros alumnos no tienen.

En estos tiempos parece que hay poco espacio para sonreír en lo que concierne a la ciencia y a la investigación, ¿qué opinas sobre el futuro de las matemáticas en España?

Sinceramente creo que en España se hacen cada vez más y mejores matemáticas. Hemos alcanzado el nivel investigador de los países de nuestro entorno, al menos en cuanto a lo que a los investigadores se refiere. Sin embargo creo que hace falta una infraestructura más fuerte, que posibilite que los excelentes matemáticos que tenemos puedan desarrollar su trabajo en condiciones de estabilidad y con los medios necesarios.

Esta es una prioridad que no se está atendiendo desde los poderes públicos y a mi modo de ver es un error grave. Es verdad que el hecho de que los jóvenes investigadores tengan que salir al extranjero durante parte de su carrera investigadora es algo muy positivo, pero del mismo modo España debería tener la capacidad de atraer investigadores, extranjeros o nacionales, y esta capacidad se está viendo muy mermada. El éxito rápido no es compatible con la buena ciencia, y ahora mismo la apuesta es por el éxito rápido. Mientras esto no cambie, el futuro probablemente se verá empobrecido en este sentido.

Finalmente, ¿qué valoración personal puedes hacernos sobre esta experiencia?

La experiencia de *FameLab* y todo lo que ha supuesto es muy positiva.

En lo personal ha sido abrumadora y excesiva la cantidad de halagos que he recibido y ha sido sorprendente la repercusión que ha tenido en distintos medios. Además y sobre todo, me ha dado la oportunidad de conocer a gente excelente, de entrar un poco en el mundo de la divulgación científica, que me parece muy atractivo.

Por encima de todo sitúo la relación con mis compañeros de concurso, con los que hemos formado el grupo *«The Big Van Theory»* de monologuistas científicos con los que estoy actuando por toda España recibiendo unas reacciones muy entusiastas allá donde vamos.

La experiencia globalmente es muy positiva, desde luego animo a los investigadores y alumnos a que consideren participar en *FameLab* en las ediciones sucesivas, es muy positivo.

Muchas gracias por atendernos. Te deseamos muchos más éxitos en el futuro.

Muchísimas gracias a vosotros y enhorabuena por vuestra revista, no la conocía y me ha sorprendido muy gratamente, hacéis un trabajo magnífico. ■

Actividades matemáticas

II Mini-Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales

Cartel anunciador

La *División de Ciencias Experimentales* de la *Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales* de la *Universidad de Almería* organiza el *II Mini-Simposio de Investigación en Ciencias Experimentales.*

El principal objetivo es poner en común las labores de investigación desarrolladas en el seno de nuestro campus en el ámbito de las ciencias experimentales. El encuentro se celebrará el próximo día 15 de noviembre, festividad de San Alberto Magno.

Será un foro de encuentro e intercambio de ideas entre investigadores en cuyo entorno, además de presentar resultados científicos, ideas y proyectos, se compartirán perspectivas y se debatirán temas de interés para los participantes.

La inscripción es gratuita y puede realizarse on line, antes del 25 de octubre de 2013, en *www.ual.es/isimpos*.

Se elaborará un libro de abstracts y se premiará a los mejores pósteres expuestos. Los premios se otorgarán por titulación (Ciencias Ambientales, Ingeniería Química, Matemáticas y Química) y habrá un premio de 300 euros para cada póster ganador.

Fase regional de la Olimpiada Matemática

La delegación provincial en Almería de la *SAEM Thales* ha organizado la fase regional de la *XXIX Olimpiada*

ISSN 1988-5318

Matemática Thales, se celebró en Tabernas desde el 21 al 25 de mayo y la prueba individual se realizó en la *Universidad de Almería* el 22 de mayo, contando con el apoyo de la *Facultad de Ciencias Experimentales*.

Cartel de la olimpiada

Participaron 44 escolares representando a las 8 provincias andaluzas y a Melilla, que estuvieron acompañados por 16 profesores. Entre los seis mejores clasificados estuvo la almeriense Helena Gómez Delgado.

En la fase nacional, el equipo en el que participaba la andaluza Alba Carballo Castro recibió una *«mención de honor»* por las diferentes pruebas por equipos.

Preparación para la Olimpiada Matemática

Un grupo de profesores de matemáticas ha organizado un equipo para preparar a los alumnos de bachillerato de la provincia de Almería para las olimpiadas.

Es una experiencia que se realiza con éxito en otras provincias. La idea es ofrecer a los estudiantes de 1.º y 2.º de bachillerato (de 4.º de la ESO en casos excepcionales), que deseen participar en la *Olimpiada Matemática* de la *Real Sociedad Matemática Española*, una actividad complementaria a la que reciben en los centros para su preparación.

La actividad está basada fundamentalmente en la resolución de problemas. Se realizarán reuniones de dos horas de duración, fuera del horario escolar.

Serán los sábados de 10 a 12. Para el primer trimestre planificamos tener tres reuniones: el 26 de octubre, 16 de noviembre y 14 de diciembre. Animamos tanto a profesores como a alumnos a participar en este proyecto. Para más información podéis contactar con Blas Torrecillas Jover (btorreci@ual.es) o con Juan F. Guirado Granados (almeria@thales.cica.es).

Soluciones matemáticas para la empresa almeriense

El próximo día 8 de noviembre se va a celebrar en las instalaciones de la *Universidad de Almería* la jornada *Soluciones matemáticas para la empresa almeriense* en el marco de las actividades organizadas con motivo de la festividad de San Alberto Magno.

En dicha jornada participarán investigadores universitarios y miembros del tejido empresarial almeriense que abordarán la situación actual de la investigación matemática en la UAL y lo que ésta puede suponer como valor añadido a las empresas de nuestro entorno.

Noticias matemáticas

70 aniversario de Constantin Năstăsescu

En la sala «Simion Stoilow», de izquierda a derecha, Septimiu Crivei, Florencio Castaño, Constantin Năstăsescu y Blas Torrecillas

El pasado 18 y 19 de mayo se celebró en la *Facultad de Matemáticas* de la *Universidad de Bucarest* (Rumania) un workshop titulado *«Rings, Categories and Hopf Algebras»*, en honor al profesor Constantin Năstăsescu con motivo de su 70 cumpleaños.

Los *«main speakers»* fueron: Toma Albu (Bucarest); Stefaan Caenepeel (Brussels); Andrei Mărcus (Cluj-Napoca); Claudia Menini (Ferrara); Serban Raianu (Los Angeles); Blas Torrecillas (Almería) y Freddy Van Oystaeyen (Antwerp).

Las sesiones se celebraron en la sala *«Simion Stoilow»* de dicha facultad. Constantin Năstăsescu nació el 13 de marzo de 1943 en el pueblo de Pucioasa, distrito de Dâmboviţa, Romania. Desde 1970 es doctor en matemáticas por la *Universidad de Bucarest*, con la tesis *Semi-artinian Rings*, bajo la dirección del profesor Dr. Ionel Bucur. Desde 1990 es catedrático de álgebra (full professor) en la *Facultad de Matemáticas* de la *Universidad de Bucarest* y miembro del *Instituto de Matemáticas «Simion Stoilow»* de la *Academia Rumana* desde 1999.

Es autor de más de doscientos artículos en revistas internacionales de primera línea, junto con numerosos libros de referencia obligada para los investigadores en el campo del álgebra como, por ejemplo, *Graded rings* y *Hopf*

ISSN 1988-5318

algebras. A nivel de enseñanza secundaria y bachillerato, los jóvenes de los liceos de Rumania estudian en libros del profesor Năstăsescu y se preparan para las olimpiadas de matemáticas con sus libros de problemas.

El profesor Năstăsescu viene visitando nuestra universidad desde 1990 donde ha colaborado con el grupo de investigación *Teoría de anillos, categorías y computación*, dirigido por el catedrático de álgebra Blas Torrecillas Jover. En nuestro país ha obtenido distintas becas, en especial, ha sido becario *«Ramón y Cajal»*.

Sirvan estas referencias como muestra de nuestro reconocimiento a los más de 23 años de colaboración con nuestro grupo de investigación y, por tanto, con la Universidad de Almería. ¡Felicidades Profesor!

Reseña de Florencio Castaño Iglesias
Universidad de Almería

Muy buenas tasas de empleo en matemáticas/estadística

La *Encuesta de Población Activa* realizada por el *Instituto Nacional de Estadística* (INE), correspondiente al año 2012, concluye que las especialidades de veterinaria y matemáticas/estadística presentan las tasas de empleo más elevadas.

Más concretamente, las personas que estudiaron matemáticas y estadística tienen una tasa de empleo por encima del 75 %.

Por otra parte, en cuanto al desempleo, las tasas de paro más elevadas se registraron en 2012 entre las personas que siguieron programas de formación básica (30,99 %) y las más bajas se dieron entre las personas formadas en matemáticas y estadística (8, 09 %). En definitiva, en la situación actual del mundo laboral, está claro que una tasa de desempleo del 8 % puede considerarse muy buena.

Superficies de Scherk con pompa de jabón

Las *superficies de Scherk* son dos familias famosas de superficies minimales.

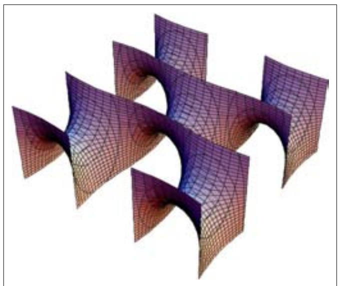


Figura 1: Superficie de Scherk

Estas superficies fueron descubiertas por el matemático alemán Heinrich Scherk en 1834. Hasta ese momento, solo se conocían la *catenoide* y la *helicoide* (estudiadas por Leonard Euler en 1744 y Jean Baptiste Meusnier en 1776, respectivamente).

La primera de las familias de Scherk se obtiene acoplando sillas de montar, con borde 8 aristas del cubo, tal y como se muestra en la Figura 1.

La segunda familia de superficies minimales que descubrió Scherk bordea a 4 lineas paralelas o más como en la Figura 2.

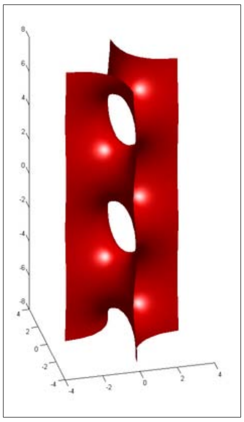


Figura 2: Otra superficie de Scherk. Fuente: Wikipedia

Parecía remota la posibilidad de obtener la segunda familia de superficies de Scherk con pompa de jabón, debido a los huecos que aparecen en medio. Pues bien, en el taller manipulativo de la asignatura del Grado en Matemáticas *Geometría diferencial de curvas y superficies* que imparte el profesor D. José Luis Rodríguez Blancas, los estudiantes Alejandro Civera y Fernando Kowarik han logrado formar una con 4 túneles [2]. ¡Simplemente maravilloso!

José Luis Rodríguez Blancas premiado en Ciencia en Acción

El profesor José Luis Rodríguez Blancas [3] ha logrado este año el primer premio en la modalidad *«Laboratorio de Matemáticas»* del certamen internacional *Ciencia en Acción* (*www.cienciaenaccion.org*).

El jurado otorgó el premio *«por la belleza de la presentación de los mosaicos con cuerdas y su utilidad como recurso didáctico para acercar las matemáticas de patrones geométricos»*. El premio fue concedido a Rodríguez y a los profesores David Crespo y María del Carmen Sánchez, del *Centro Educativo Agave*, por el trabajo *Trenzados y mosaicos árabes con cuerdas*.

El primer premio *ex aequo* fue concedido también al trabajo *Una escalera al cielo*, del *Instituto de Enseñanza Secundaria Tháder* de Alicante.

¡Nuestra más sincera enhorabuena!

Demostración sin palabras

No hay nada como una demostración visual para que un resultado matemático quede suficientemente claro.

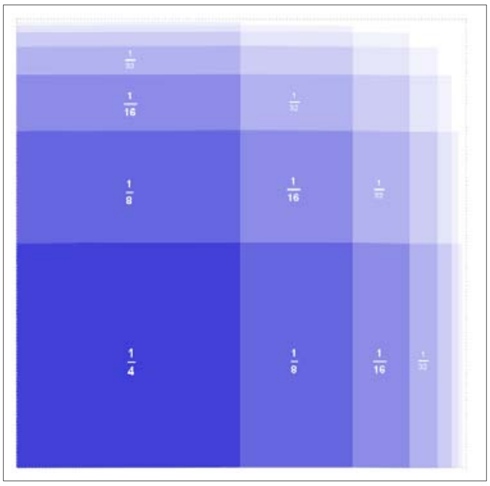
Las demostraciones analíticas son interesantes, tienen sus ventajas, algunas poseen una enorme elegancia, pero si la prueba se puede presentar gráficamente, se admira mucho más su belleza y dicho resultado se asimila mucho mejor. Por desgracia, no está claro que todo resultado matemático podamos demostrarlo de manera visual, aunque para algunos sí es posible. Por ejemplo, una prueba de la igualdad

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{2^{n+1}} = \frac{1}{4} + \frac{2}{8} + \frac{3}{16} + \frac{4}{32} + \ldots = 1$$

[2] Puede ver el video en *topologia.wordpress.com/2013/05/21/superficies-de-scherk-2a-parte*.
[3] Más información en *http://topologia.wordpress.com/2013/10/08/premiados-en-ciencia-en-accion*.

 ISSN 1988-5318

puede verse en el blog de Patrick Honner [4].



Demostración gráfica

Puede observarse que la imagen ilustra la igualdad anterior dividiendo un cuadrado de lado 1 (y, por tanto, de área 1) en pequeñas piezas tal que la suma de sus áreas es precisamente el lado izquierdo de nuestra igualdad [5].

Primera jornada de análisis funcional Murcia–Almería

El *Área de Análisis Matemático* del *Departamento de Matemáticas* ha organizado la *Primera jornada de análisis funcional Murcia–Almería*, que se celebró en la Universidad de Almería el día 10 de mayo de 2013. El objetivo general del encuentro ha sido crear un ambiente propicio para el intercambio de información entre los distintos miembros participantes. Además, en esta primera edición, se programaron las cuatro conferencias impartidas por D. Antonio Avilés López, D. Bernardo Cascales Salinas y D. José Orihuela Calatayud, profesores de la Universidad de Murcia y por D. Fernando García Castaño, profesor de la Universidad de Alicante.

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: Pascual Jara Martínez y Antonio Peralta Pereira, de la Universidad de Granada; Antonio Avilés López, Bernardo Cascales Salinas y José Orihuela Calatayud, de la Universidad de Murcia; Fernando García Castaño, de la Universidad de Alicante; Fred Van Oystaeyen, de la Universidad de Amberes (Bélgica); Alina Iacob, de la Universidad de Georgia Southern (USA); Consuelo Martínez López, de la Universidad de Oviedo; Zoltán Varga, de la Universidad Szent István (Hungría); József Garay, de la Hungarian Academy of Sciences (Hungría); Constantin Năstăsescu, de la Universidad de Bucarest; Pablo Santos Sanz, del Instituto de Astrofísica Andaluz; Alexei Davydov, de la Universidad de Ohio (EEUU); Helge Langseth, de la Norwegian University of Science and Technology; Alexander I. Aptekarev, del Instituto Keldysh de Matemática Aplicada (Rusia); Cleonice F. Bracciali, de la Universidade Estadual Paulista (Brasil); Guilherme L. F. Silva, de la KULeuven (Bélgica); Michel Dubois-Violette, de la Universidad de París XI; Sebastian Burciu, del Instituto de Matemáticas de la Academia Rumana de Ciencias; Antonio Fernández López, de la Universidad de Málaga; Clara I. Grima Ruiz, de la Universidad de Sevilla; Manuel González Ortiz, de la Universidad de Cantabria y Hans-Jürgen Schneider, de la Universidad de Múnich.

EXPERIENCIA DOCENTE

iParador

Un proyecto ilusionante

Francisco Javier Benjumeda Muñoz
IES El Parador (El Parador, Almería)

Diferentes informes y estudios realizados sobre la situación de nuestro sistema educativo actual plantean la necesidad de efectuar reformas de calado que permitan mejorar los resultados y conseguir la necesaria implicación del alumnado en su proceso de aprendizaje.

En este sentido, somos algunos los docentes que investigamos y buscamos nuevas formas de trabajo que posibiliten la conexión entre lo que se aprende en las aulas y el mundo real, incrementando así el interés y la motivación por nuestra materia. Además, en una sociedad como la actual, cambiante y multicultural, es exigible una educación que vaya más allá de lo meramente académico, preparando a sus ciudadanos/as para desarrollar una actitud crítica, rica en valores, que favorezca el trabajo cooperativo y la inclusión social, y fomente el uso de las nuevas tecnologías.

Con esta premisa, durante el presente curso 2013–2014,

[4] *mrhonner.com/archives/10239*.
[5] Más información y una demostración analítica en *gaussianos.com/demostracion-sin-palabras-sobre-la-suma-de-una-serie-numerica*.

profesorado de las asignaturas de Matemáticas, Lengua, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales e Inglés de 1.º de ESO del *IES El Parador*, hemos puesto en marcha un *Proyecto de innovación educativa* basado en el *aprendizaje por proyectos*, y que hemos denominado iParador.

Página web iParador

Este modelo de enseñanza supone un importante cambio en la metodología y la evaluación. A nivel metodológico, pretende fomentar en el alumnado la investigación y la integración de múltiples habilidades y conocimientos para resolver las situaciones de una forma reflexiva y planificada.

No se trata, simplemente, de pequeñas aplicaciones prácticas de lo estudiado. Más bien al contrario, nuestro enfoque del aprendizaje basado en proyectos consiste en la elaboración de grandes contextos reales o situaciones complejas en los que el alumnado debe obtener un producto final exigente, y para lo cual necesita ir adquiriendo nuevos conocimientos, descubrir nuevas herramientas o utilizar las ya conocidas. Todo esto, apoyado en un trabajo por equipos real y cooperativo, y el uso racional de las fuentes de información y de las nuevas tecnologías, pretende enseñarles a aprender de una forma más autónoma y participativa.

Esta metodología lleva implícita también una evaluación integral del alumnado, continua y formativa, y más preocupada por aspectos competenciales y por el trabajo individual y colectivo que por la simple realización de pruebas escritas. Además, tanto la elaboración de materiales interdisciplinares como el planteamiento de los proyectos y la propia evaluación del alumnado se realizan de manera coordinada por el equipo docente, lo cual permite atender a la diversidad de manera real y efectiva.

Profesorado participante

El presente curso, se desarrollará en base a seis proyectos, de una duración de entre 4 y 6 semanas. El primero de ellos, ya en marcha, se denomina *«Masterchef»*, y en él se vinculan todos los aprendizajes con la cocina y la restauración. El producto final consiste en el montaje y la gestión de un restaurante: logotipo, elaboración de recetas, carta bilingüe del restaurante, precios, limpieza e higiene, video promocional, conocimiento de idiomas y un correcto uso del lenguaje para la atención al cliente, etc.

En la asignatura de Matemáticas, esto nos permite tratar contenidos tan importantes y variados como las fracciones y los decimales, las unidades de medida, las proporciones, la interpretación de gráficos, el uso de porcentajes o el acercamiento a algunas figuras y cuerpos geométricos. Y esto se realiza en lugares tan cotidianos como la cocina de casa o el súper, con instrumentos tan usuales como una balanza o una cucharada de harina, y mediante actividades amenas y divertidas que se trabajan «con las manos en la masa».

Además, para incentivar en el alumnado el interés por aprender, tratamos de implicar en cada proyecto a un personaje relevante relacionado con la temática, y que viene al centro a hablarles sobre su experiencia y la importancia de todo lo que ahora aprenden para su futuro. En este caso, hemos agradecido la visita del chef Joseba Añorga, dueño de la *Taberna Vasca Añorga* en Almería, y en cuyo currículum está haber trabajado en algunas de las más prestigiosas cocinas de este país.

Un momento en clase

A este proyecto seguirán otros como *«The weather»*, la *«La agencia de viajes»*, *«La vida»* o *«El museo»*, los cuales permitirán a todas las materias implicadas desarrollar plenamente su curriculum para este nivel de forma integrada y realista, intentando, a su vez, que sea amena y divertida. Además, hace patente ese «tópico» a veces tan repetido de que *«las matemáticas están por todas partes»*, permitiéndonos que lleguen hasta los/as estudiantes de una forma directa y práctica.

Es evidente que todo este montaje ha supuesto, y supone, dedicar muchas horas de trabajo, aunando esfuerzos entre los distintos departamentos implicados, con el objetivo de ofrecer a nuestro alumnado una nueva manera de aprender y de cuyo resultado estamos muy orgullosos, a la vez que ilusionados con sus posibilidades.

Para saber más y conocer nuestro trabajo, puedes visitar nuestra Wiki: *iParador.wikispaces.com*. ■

ISSN 1988-5318

ENSEÑANZA BILINGÜE EN MATEMÁTICAS

The increase of bilinguism in high schools

Juan Carlos Luengo López
IES Alyanub (Vera, Almería)

Nowadays, the bilingual project promoted by the *Junta de Andalucía*, which is incorporated in the curriculum of many secondary schools in our region is well known. Originally, this project involved a small number of students, who were usually hard working. These pupils had a basic knowledge of English (or of another language) and motivation to continue learning the forementioned languages.

During these last years, the situation has been changing. More and more secondary schools are joining this project and, in each high school, the bilingual groups are growing. The main goal of the project (I suppose) is to get a complete bilingual educational system. So, many teachers ask the same question: *Are we really ready for it?*

My answer is no. In Spain, children don't need to speak English in their daily lives (for watching TV, reading, going to the supermarket...) and it makes it extremely difficult to motivate them. In every bilingual class I have the same complaints: *"I don't want to study English", "I don't understand this", "It's a waste of time"*, etc.

In my case, all the students that enter the school in 1º ESO are bilingual (around 90 pupils every year). This is the second year that we have to integrate all the new students in our school into the *Bilingual Project*, so everybody studying 1º and 2º ESO are bilingual. They study bilingual mathematics, social sciences and natural sciences, apart from English.

From my experience as a bilingual maths teacher, it was really complicated to teach maths (a difficult subject itself) in English to students whose interest was little or even none, not only in English but also in the other subjects. In spite of that, in my area we are lucky because mathematics is considered "the universal language", and that makes it easier for them to understand when I am talking. It must be more difficult in other subjects such as social sciences.

In high schools, teachers are working hard and doing as much as possible to introduce English in the everyday life of the teenagers. But, we must realize that this process should begin very early, when they are beginning to speak spanish.

This situation might improve over the years (I wish it changes and finally this project succeeds) but I must say that at the beginning, it is being very hard. ■

EXPERIENCIA DOCENTE

Poesía, docencia, matemáticas y vida

Nuria Pardo Vidal
IES La Mojonera
(La Mojonera, Almería)

Dice el chico de la primera fila, el de la cabeza rapada al cero, que no entiende por qué razón cero por infinito es cero, si todo lo que se multiplica por infinito es infinito.

Dice la chica de los ojos tristes sentada en la última fila —mientras mira buscando una mirada de complicidad en su compañera de al lado— que ella sí que lo entiende, porque cuando tocó una vez el infinito después se sintió cero —y le dedica una breve mirada de reproche al chico de la primera fila, que está vuelto de espaldas para ver qué dice—.

Dice la profe que todo en las matemáticas tiene una explicación, y que tal vez en la vida también sea así, pero que en ésta última es algo más compleja. A menudo les repite esta frase, pero no sabe cómo explicársela en la pizarra.

Dice la amiga de alguien —llamémosla «y»— que si es más importante el derecho al silencio que el derecho a obtener una respuesta a una pregunta clara y directa.

Dice su compañero —lo llaman «el filósofo»— que no se moleste en buscar la solución, que no la tiene en el mundo de la filosofía. Que en el mundo de las matemáticas tal vez la respuesta a esa pregunta sea cero por infinito, y que uno nunca sabe cuál de los dos, cero o infinito, es más grande y más fuerte.

Dice la profe que así es, que es un duelo de titanes, que es inútil buscarle la solución porque no la tiene, que la solución es que no la tiene, que aquí los métodos algebraicos no caben. Y agrega, pasados unos segundos, que nadie tiene la culpa, porque la culpa no es un concepto matemático. La razón sí.

Dice la alumna de los ojos tristes —sí, la de la última fila— que la culpa es de la función que se hace cero, e infinito, a la vez. Como los derechos que convergen en un mismo punto. Pero que ella no sabe quién llegó antes.

Dice el chico callado de la primera fila —el compañero del chico rapado al cero— que ellas son así, que las funciones son las culpables. Y lo grita, se cabrea el tío y golpea la mesa porque no ve la solución, porque aca-

 ISSN 1988-5318

ba de darse cuenta de que un punto de inflexión es algo más que un punto donde la derivada segunda se anula, se acaba de dar cuenta de que un punto de inflexión es un punto de no retorno —no sabe que está hablando de astrofísica—.

Dice la amiga de la chica de los ojos tristes que eso no es lo peor —y, aunque no lo hace, también parece que tenga ganas de gritar— que lo peor son las discontinuidades. Se acaba de dar cuenta que no es un problema de límites laterales, ni es un problema de que no existan, de hecho podrían existir, pero no coinciden.

Dice ella, la chica de los ojos tristes, que le duelen las asíntotas, que le duele pasar la vida intentando alcanzarlas para quedarse siempre a una distancia muy pequeña. Tan pequeña como imposible de superar.

Dice el chico gracioso que se callen, que hasta él se ha puesto triste. Se ha levantado de su asiento y ha dicho que a él también le duelen cosas, aunque no lo parezca, que le duelen las derivadas, porque se ha dado cuenta de que, a veces, la pendiente de tu recta tangente se vuelve decreciente desde un punto hasta el infinito. Y que en esos momentos le duele y se quiere morir.

Dice la profe que se callen, por Dios, que eso no es así, que no están comprendiendo nada. O quizás todo, que no lo sabe.

Dice la chica que nunca habla que ella, la profesora, les enseñó a pensar así, y que no está bien que ahora diga que no, que las cosas no tiene marcha atrás. Y el compañero de atrás le toca en la espalda y le dice que sí, con la cabeza. Y le aprieta el hombro.

Y entonces suena el timbre y los devuelve a la vida real, a la vida sin matemáticas, sin problemas, sin soluciones.

Buen trabajo chicos, buena interpretación. Mañana continuaremos con los dominios, y quiero a todo el mundo listo para igualarse a cero. Sois un cielo. *Infinito.* ■

Concurso de problemas

Problema propuesto

Como un pequeño homenaje a las *Matemáticas en el Planeta Tierra* que se celebra este año 2013, planteamos un sencillo problema relacionado con esta temática.

Desde la Antigüedad han sido estudiadas las pautas geométricas y numéricas que ocurren en la Naturaleza. Cuando este estudio se centra en las plantas se llama *filotaxis*. Por ejemplo, en la distribución de los brotes alrededor de un tallo aparece involucrada una curiosa sucesión:

$$1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, \ldots$$

Se pide

a) Dar una relación de recurrencia para el término general a_n de esta sucesión.

b) Sabiendo que $\ell = \lim\limits_{n\to\infty} \frac{a_{n+1}}{a_n}$ existe y es finito, calcular el valor de ℓ.

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 17 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

El jurado ha decidido conceder el premio a Javier Suárez Quero, estudiante de segundo de bachillerato el curso pasado en el *IES Aguadulce* y que actualmente estudia el Grado en Matemáticas en nuestra universidad.

Nuestra enhorabuena al ganador.

Problema propuesto en el número anterior

Elimina x de las ecuaciones,

$$\left.\begin{array}{rcl} \operatorname{sen} x + \cos x &=& m \\ \operatorname{sen}^3 x + \cos^3 x &=& n \end{array}\right\}.$$

A continuación presentamos la solución al problema planteado enviada por el ganador.

 ISSN 1988-5318

<u>*Solución del problema:*</u>

Elevamos la primera ecuación al cubo para poder establecer relaciones con la segunda:

$$\operatorname{sen} x + \cos x = m \Rightarrow (\operatorname{sen} x + \cos x)^3 = m^3.$$

Desarrollando el cubo del binomio tenemos que

$$\operatorname{sen}^3 x + 3\operatorname{sen}^2 x \cos x + 3 \operatorname{sen} x \cos^2 x + \cos^3 x = m^3.$$

Puesto que $\operatorname{sen}^3 x + \cos^3 x = n$, sustituyendo tenemos que

$$3\operatorname{sen}^2 x \cos x + 3\operatorname{sen} x \cos^2 x + n = m^3.$$

Separando la x,

$$\operatorname{sen}^2 x \cos x + \operatorname{sen} x \cos^2 x = \frac{m^3 - n}{3}. \tag{1}$$

Por otro lado, despejando de la primera ecuación, tenemos que

$$\operatorname{sen} x = m - \cos x \quad \text{y} \quad \cos x = m - \operatorname{sen} x.$$

Si sustituimos en la ecuación (1) los cosenos y los senos que no están elevados al cuadrado:

$$\operatorname{sen}^2 x (m - \operatorname{sen} x) + (m - \cos x)\cos^2 x = \frac{m^3 - n}{3}.$$

Si operamos y ordenamos tenemos que

$$m(\operatorname{sen}^2 x + \cos^2 x) - (\operatorname{sen}^3 x + \cos^3 x) = \frac{m^3 - n}{3}.$$

Con la ecuación fundamental de la trigonometría ($\operatorname{sen}^2 x + \cos^2 x = 1$) y la ecuación del enunciado ($\operatorname{sen}^3 x + \cos^3 x = n$), tenemos que

$$m - n = \frac{m^3 - n}{3}.$$

Finalmente, despejamos la n para obtener una relación más clara.

$$\begin{aligned} 3m - 3n &= m^3 - n, \\ 2n &= 3m - m^3, \\ n &= \frac{3m - m^3}{2}. \end{aligned}$$

Por lo que la solución al problema es

$$n = \frac{3m - m^3}{2}.$$

■

HISTORIA Y SUS PERSONAJES

El papiro Rhind

Una prueba de los conocimientos matemáticos en la antigüedad

Rocío Cabanillas Agredano
Estudiante del Grado en Matemáticas
(Universidad de Almería)

El papiro Rhind

El *papiro Rhind*, también conocido como el *papiro Ahmes*, es un documento matemático antiguo, atribuido al escriba Ahmes quien lo redactó hacia 1650 a.C., recopilando escritos de unos 200 años de antigüedad. Está realizado sobre un material fabricado a partir de la pulpa de una planta acuática común en el valle del río Nilo. Tiene unos 6 metros de longitud y unos 33 centímetros de ancho y se encuentra en el *Museo Británico de Londres* desde 1865, siendo su estado de conservación bueno.

Su procedencia exacta es aún desconocida ya que se encontró en el siglo XIX en las ruinas de un edificio en Luxor (población egipcia edificada sobre las ruinas de la antigua Tebas, a 700 kilómetros al sur de El Cairo). Fue adquirido por A. Henry Rhind, un egiptólogo escocés, durante su viaje a Egipto, en 1858.

Este documento matemático está compuesto por 87 problemas sobre cuestiones aritméticas básicas, fracciones, cálculo de áreas, volúmenes, progresiones, repartos proporcionales, reglas de tres, ecuaciones lineales y trigonometría básica.

Se conoce muy poco sobre el objetivo del papiro; podría ser un documento pedagógico; aunque para nosotros representa una guía matemática del Antiguo Egipto, pues es el mejor texto escrito en el que se revelan los conocimientos matemáticos de la época, fuente de la cual han ido bebiendo culturas posteriores a la egipcia.

En este documento no se ve un procedimiento deductivo sino que únicamente nos muestra métodos propios egipcios, una especie de tablas o recetas para resolverlos, como por ejemplo la costumbre egipcia de expresar toda fracción en una suma de fracciones de numerador la unidad; por ejemplo, la fracción $\frac{2}{47}$ se descompone de la siguiente forma

$$\frac{2}{47} = \frac{1}{30} + \frac{1}{141} + \frac{1}{470}.$$

Algunas de las fórmulas que aparecen en este papiro son sólo aproximadas; se tienen en cuenta las formas de las figuras, rectilínea o circular, y las longitudes de las líneas que la limitan. Las figuras que podemos encontrar en dicho papiro limitadas por rectas son mayoritariamente

 ISSN 1988-5318

triángulos rectángulos, triángulos equiláteros y triángulos isósceles; una de las fórmulas que se dan para el triángulo isósceles de lado (altura para los egipcios) a y de base b es su área

$$S = \frac{ab}{2}.$$

Para la superficie del círculo los egipcios utilizaban la siguiente fórmula (no conocían el número π)

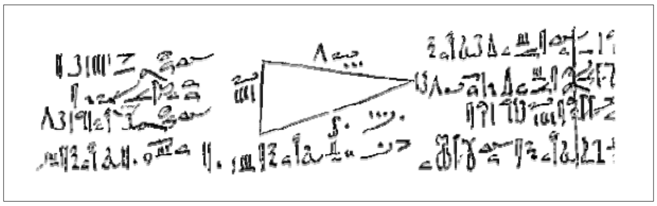
$$S = \left(\frac{8}{9}d\right)^2,$$

siendo d el diámetro. Si la comparamos, dándole valores a d, con la fórmula que utilizamos actualmente, se obtiene una buena aproximación.

También podemos ver en el documento cómo emplean la multiplicación y la división.

En el *papiro Rhind* se expone la solución de algunos problemas; uno de los cuales es el siguiente:

Problema 51. *¿Cuál es el área de un triángulo de lado (altura) 10 y base 4?*



***Extracto del problema** 51*

Según está resuelto el problema, parece que el triángulo es isósceles y queda dividido en 2 partes iguales por la altura, con las que forma un rectángulo.

El escriba lo resuelve así: toma la mitad de 4 para formar un rectángulo y multiplica 10 veces 2 y el resultado 20 es el área buscada.

El *papiro Rhind*, aquí brevemente expuesto, es una importantísima aunque pequeña prueba del gran avance matemático del momento y de la gran importancia y trascendencia que ha tenido éste al igual que otros documentos similares de la época como pudieron ser el *papiro de Moscú*, que contiene 25 problemas matemáticos o la tablilla de barro *Plimpton* 322, en la que aparece la primera relación de ternas pitagóricas de la que se tenga conocimiento, más antigua aún que el aquí expuesto *papiro Rhind*. ■

HISTORIA Y SUS PERSONAJES

Los números

Una necesidad inevitable del ser humano

Daniel López Gutiérrez
Estudiante del Grado en Matemáticas
(Universidad de Almería)

La respuesta más intuitiva a la pregunta ¿qué es un número? sería decir que es un símbolo que utilizamos para contar. Si buscamos en otras fuentes como la *Real Academia Española* (RAE) parece que tampoco lo tienen muy claro: *«un número es la expresión de una cantidad con relación a su unidad»*, pero, ¿qué es una cantidad? La definen como *«el número que resulta de una medida u operación»*.

Nos encontramos ante un claro ejemplo de definición circular: *«un número es una cantidad y una cantidad es un número»*. Estamos de acuerdo en que las matemáticas parten de las necesidades del ser humano de contar, medir y determinar la forma de todo aquello que le rodeaba. Partiendo de esas necesidades, los primeros números en aparecer son los números naturales, aunque no de la forma en la que los conocemos hoy en día.

Sin duda, los seres humanos primitivos podían diferenciar entre la unidad y la pluralidad, luego no les resultaría difícil distinguir entre un árbol o un grupo de árboles, o entre un lobo y una manada de lobos. Pero entonces, ¿cómo cuantificar lo que veían? Necesitaban una herramienta, algo que les permitiera numerar la cantidad de los objetos o cosas que observaban.

Ese fue el inicio de los números naturales, pero estaban muy limitados. Contar 1, 2, 3, 4, 5 y 6 no resultaba muy complicado pero a partir de ahí las cosas que excedían de esos números las cuantificaban como muchos.

Hoy en día aún sigue existiendo ese problema; por ejemplo algunos nativos del estrecho de Torres (separa Australia de Nueva Guinea) utilizan el vocablo *«urapun»* para representar la unidad y *«okosa»* para representar la paridad (el dos); cuando quieren decir tres no tienen más que sumar y decir *«okosa-urapun»* y si lo que les preocupaba era 5 pescados les basta con decir *«okosa-okosa-urapun»*, pero este método como veis no es muy útil cuando tienes que contar un gran número de cosas, ¿os imagináis tener que contar hasta 100, 200 o incluso 1000? ¡Qué locura!

Otro problema al que se enfrentaban los seres humanos primitivos era a su limitada capacidad para recordar estas cantidades. Esa dificultad la solventaron mediante la asociación de un signo a cada objeto observado. Es decir, utilizando la *correspondencia biunívoca* para asociar a una colección de objetos observados un grupo de signos o de cosas.

Esta colección de signos puede ser muy variada: desde palitos y cortes, guijarros, conchas y cocos, incisiones o muescas sobre un palo, hasta los gestos de la mano o de la cabeza. Este hallazgo les permitió poder contar y medir un mayor número de objetos e incluso dejar constancia de un estímulo visual que ya no estaba (por ejemplo, el

ISSN 1988-5318

número exacto de una manada de lobos cazando).

Los primeros métodos cuantitativos de los que se tienen constancia van desde el uso de montañas de piedras hasta la incisión de huesos de animales. Pronto se aprendió que en vez de poner piedras a cada objeto a contar, era posible hacer señales en algún otro objeto, como un hueso de animal. Uno de los más importantes ejemplos es el *hueso de Ishango*.

Hueso de Ishango

Desde ahí, los números fueron evolucionando a pasos agigantados, así como el desarrollo que propiciaban. Pronto se pasa de números naturales a fraccionarios para designar repartos equitativos, nacen las deudas y con ellas los números negativos. Nos regocijamos con las posibilidades que nos ofrecían y pasamos de la necesidad a la concepción de número (y de lo que conlleva) como respuesta a las más ambiciosas inquietudes humanas, creando conjuntos numéricos que han hecho posibles los más inimaginables avances tecnológicos en la actualidad.

Creo que después de lo dicho, vemos que los números son algo más que simples símbolos que designan cosas, son un concepto que parte de la necesidad más profunda del ser humano de poner orden al caos de su alrededor. Actualmente, son tan importantes que todas las ciencias giran en torno a ellos como pilar básico y sin los que no serían posibles cosas tan básicas, en la actualidad, como la economía, la informática o incluso saber el día en el que vivimos.

En este número aparece en la sección *Lecturas recomendadas* una reseña del libro *El imperio de los números* de Denis Guedj (página 16). Se trata de una magnífica referencia que le permitirá ampliar con mucho más detalle cuestiones relacionadas con el tema tratado en este breve artículo. ■

MUJERES Y MATEMÁTICAS

¿Conoces a muchas mujeres científicas?

Marta Macho Stadler
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

¿Las conoces?

Probablemente si alguien te consulta sobre este tema, la pregunta sería más bien *¿Conoces a muchos científicos?* Desde mi punto de vista, esta pregunta está sesgada, porque —a pesar de que muchas personas dirían que se trata de un masculino genérico— parece indicar que los científicos son necesariamente varones. Incluso aunque la cuestión fuera *¿Conoces a muchos científicos y científicas?* la mayoría de las personas se acordarían probablemente de Marie Curie, pero les costaría recordar otros nombres femeninos. ¿Ha habido realmente pocas científicas?

El médico y psiquiatra P.J. Möbius escribió en 1900 el libro *Über den physiologischen Schwachsinn des Weibes (De la imbecilidad fisiológica de la mujer)* en el que defendía que la mujer es *«mentalmente inferior al hombre»*, basándose en estudios relacionados con el peso y las características del cerebro. Entre sus afirmaciones sostenía: *«La mujer no ha aportado nada al desarrollo de la ciencia y resulta inútil esperar algo de ella en el porvenir.»* ¡Qué equivocado estaba! El problema no es la cantidad de mujeres que ha habido —y hay— haciendo ciencia, el problema es su invisibilidad e incluso el considerarlas como menos capaces. ¿Crees que es una exageración?

El 2 de octubre de 2012, María R. Sahuquillo publicaba en *El País* el artículo *La ciencia es (aún) cosa de hombres*: comentaba en él un estudio realizado por la Universidad de Yale (EEUU). Se envió a 127 profesoras y profesores de seis universidades públicas y privadas de EEUU la candidatura para el puesto de jefa/e de laboratorio de un/a recién graduado/a. Estas personas debían evaluar

 ISSN 1988-5318

las competencias, las posibilidades de empleo y el sueldo que, a su juicio, merecía el o la candidata. Se les envío el mismo dosier —cartas de recomendación, nota media, actividades extracurriculares o experiencia previa—, pero en la mitad de los casos el candidato se llamaba John y en la otra mitad la candidata era Jennifer. En todas las competencias y habilidades evaluadas, Jennifer obtuvo menor puntuación que John —con el mismo curriculum— independientemente del sexo de la persona evaluadora. Aún hoy en día, la ciencia sigue siendo considerada como una actividad masculina.

El 15 de octubre de 2013 se celebró el *Día de Ada Lovelace*: un día para compartir historias de mujeres —ingenieras, científicas, tecnólogas o matemáticas— que «te han inspirado»... una iniciativa para crear nuevos modelos para niñas y mujeres en estos campos tan masculinizados.

«¡Da a tu heroína el valor que se merece!»
Página web *Finding Ada* (findingada.com)

Más información: *Las matemáticas y sus matemáticas*. Curso de verano *«Los números en la sociedad»*, U. de Alicante, 2013.

■

CULTURA Y MATEMÁTICAS

Seúl 2014

Conjunción entre arte y matemáticas

José Luis Rodríguez Blancas
Universidad de Almería

Logo del ICM

En el próximo año, concurrirán por primera vez el *Congreso Internacional de Matemáticas* (*ICM* 2014), del 13 al 21 de agosto, y el congreso internacional de arte y matemáticas *BRIDGES* 2014, del 14 al 19 de agosto, en Seúl, Corea del Sur.

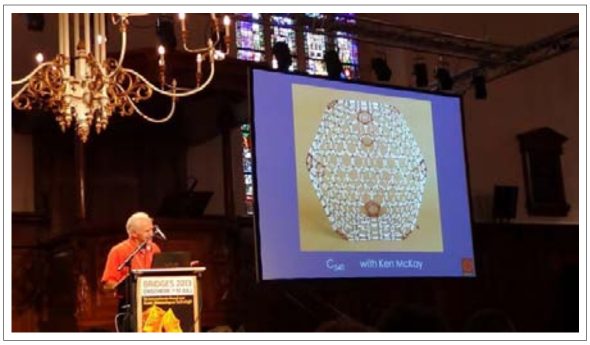
Los logos de ambos eventos están inspirados en la bandera de dicho país.

Logo de BRIDGES

El congreso *BRIDGES* comienza su andadura en Winfield, Kansas, USA, en 1998, con el fin de establecer conexiones matemáticas en arte, música, ciencia y arquitectura. En España se han celebrado ya dos ediciones: una en 2003 en Granada, y otra en 2007 en San Sebastián.

Tal y como lo describe el matemático iraní Reza Sarhangi y fundador de la serie, el *BRIDGES* congrega a matemáticos, músicos, arquitectos y artistas de todo el mundo que *«quieren desarrollar e intercambiar ideas innovadoras e integrar técnicas que promuevan trabajos interdisciplinares»*.

La última edición *BRIDGES 2013*, se celebró en Enshede (Países Bajos), del 27 al 31 de julio. El programa incluyó charlas de investigación, talleres, exposiciones, un festival de cortos, teatro, música y poesía, siempre relacionadas con las matemáticas. La inauguración corrió a cargo del famoso Harold Kroto, premio Nobel de química de 1996.



Harold Kroto en un momento de su conferencia

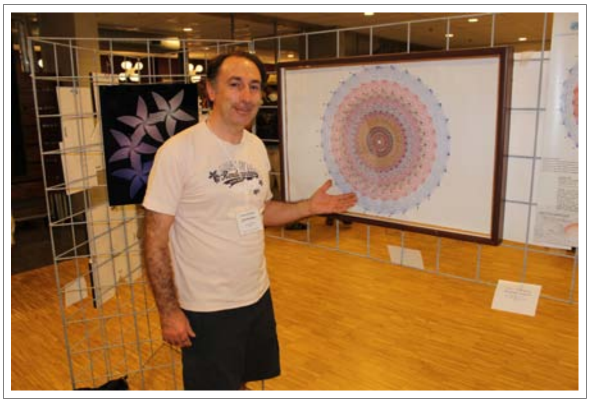
Durante el congreso se montó el *Pentidisc*, la mayor construcción de ZOME realizada hasta el momento.

Pentidisc

[6] Podéis ver más fotos y videos que tomamos en topologia.wordpress.com/2013/07/26/bridges-2013-in-enshede.

 ISSN 1988-5318

Desde la Universidad de Almería contribuimos con nuestro «E_8 *Polytope Stringy Art*» y el juego *3D Polyfelt* sobre los que hemos hablado en anteriores boletines [6].



Exposición de nuestra obra E_8 ***Polytope Stringy Art en el Bridges*** 2013

El video promocional del próximo *BRIDGES 2014* puede verse ya en la web [7]. Destaca la importante interacción entre las Matemáticas, la Ciencia, el Arte y la Arquitectura. Nos invita a participar mostrándonos algunas de las cosas que podemos hacer y visitar. Por ejemplo, el *Cheomseongdae*, que es el observatorio astronómico más antiguo de oriente, o el libro *Jikji*, el más antiguo impreso con letras móviles de metal de 1377 (unos 37 años antes de la invención de la imprenta de Güttenberg).

Con George Hart, cofundador del museo MoMath de Nueva York, en el Family Day del BRIDGES 2013

Es la primera vez que los miles de congresistas de un *ICM* podrán visitar la exposición de arte y matemáticas del *BRIDGES*, y viceversa. Sin duda, *ICM* 2014–*BRIDGES* 2014 será una conjunción sin precedentes a la que no podemos faltar. ■

MATEMÁTICAS APLICADAS A OTROS CAMPOS

Modelos matemáticos y control biológico

Tomás Cabello García
Universidad de Almería

Dada la complejidad actual de la lucha biológica en invernaderos, una herramienta que se considera puede ser de gran utilidad en su aplicación práctica son los modelos matemáticos.

En este sentido, hay que indicar que estos, aplicados a enemigos naturales (aquellos insectos y ácaros que matan a las especies plagas), han tenido un dilatado desarrollo en el tiempo (más de 90 años), desde los primeros trabajos, fundamentalmente teóricos, hasta los más recientes mucho más aplicados.

Por lo tanto, son muchos los modelos existentes con diferentes expresiones matemáticas. Dentro de ellos, hay dos grandes grupos, consecuencia de las diferentes características biológicas y/o ecológicas: aquellos que se aplican a especies depredadoras (que capturan y se alimentan de las especies plagas, que se denominan en este caso presa) o a especies de parasitoides (en las que los estados inmaduros se desarrollan sobre o dentro de las especies plagas, denominadas como huésped).

A modo de ejemplo, pero dentro de los más clásicos y también más sencillos, podemos citar el *modelo de Lotka-Volterra* para el sistema presa-depredador:

$$\frac{dN(t)}{dt} = r \cdot N(t) - a \cdot P(t) \cdot N(t),$$
$$\frac{dP(t)}{dt} = f \cdot a \cdot P(t) \cdot N(t) - m \cdot P(t),$$

donde N y P representan las densidades, dentro de una determinada área, de la presa (especie plaga) y del depredador respectivamente; a su vez, sus derivadas respecto al tiempo, denotan las velocidades de cambio en las poblaciones de cada uno de ellos; r es la tasa intrínseca de crecimiento de la presa o número de hijas descendientes por madre y unidad de tiempo; a, la eficacia del depredador (tasa de depredación); f la tasa de reproducción del depredador por cada presa consumida y m la tasa de mortalidad natural del depredador.

Para el caso de huésped-parasitoide uno de los modelos más clásicos y utilizados es el de *Nicholson y Bailey*:

$$\frac{dH(t)}{dt} = R_0 \cdot H(t) \cdot e^{-\alpha \cdot P(t)},$$
$$\frac{dP(t)}{dt} = H(t) \left(1 - e^{-\alpha \cdot P(t)}\right),$$

donde H y P son la densidad del huésped (plaga) y del enemigo natural (parasitoide), R_0 es la tasa de crecimiento de la población de la plaga, sin el efecto del parásito (es decir, el número de veces que las hembras adultas de la plaga se incrementan en cada generación) y α es la eficacia del parasitoide.

[7] *bridgesmathart.org/bridges-2014*.

 ISSN 1988-5318

Los modelos anteriores, por una parte, recogen las características biológicas (tiempos de desarrollo, longevidades y fecundidades de adultos, tanto de la especie plaga como del enemigo natural). Por otra parte, a partir de ellos, se pueden implementar los mismos, y por lo tanto hacerlos más completos y complejos, añadiendo a las características antes señaladas: los distintos métodos de lucha biológica que se aplican en cultivos en invernaderos, tiempos fisiológicos, estructura de edad de la plaga y enemigo natural, estados atacados por éste, régimen omnívoro del mismo, competencias entres enemigos naturales, etc.; para simular y representar de forma más precisa la realidad.

Como ilustración, podemos exponer parte de algunos resultados aportados por un modelo matemático. En la Figura 1, se muestran diferentes situaciones aportadas por un modelo con datos reales de la biología de un enemigo natural y de su plaga, que simula lo que sucede cuando se hacen dos sueltas del enemigo natural en diferentes momentos del tiempo, en relación con el momento de infestación de la plaga dentro del invernadero. Como se puede observar, manteniendo las mismas dosis del enemigo natural, pero en momentos distintos de liberación, los resultados son bastante diferentes. La mejor situación se da cuando se realizan dos sueltas, espaciadas en el tiempo una semana (Figura 1.C). Por tanto, a través de los modelos matemáticos, podemos determinar cuál es el mejor momento para la suelta del agente biológico de manera que el resultado sobre el control de la plaga sea más efectivo.

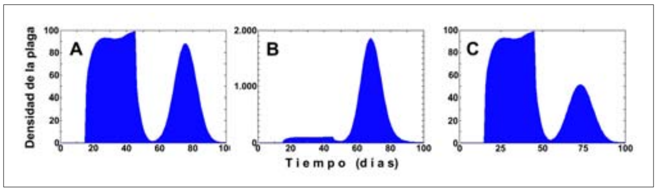


Figura 1: Simulación, mediante modelos matemáticos, de la evolución de la población de la plaga cuando se realiza las liberaciones del enemigo natural: (A) pronto (dos sueltas en la primera semana y al inicio de la infestación por la plaga), (B) tarde (dos sueltas espaciadas en la segunda semana de infestación) o (C) adecuadamente espaciadas (una suelta en la primera y otra en la segunda semana de infestación) (Nota: téngase en cuenta las diferentes escalas de las figuras A y C respeto a B).

■

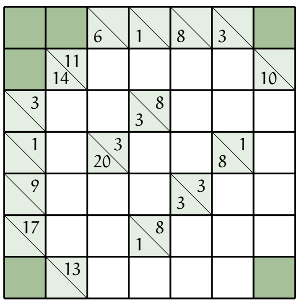
PASATIEMPOS Y CURIOSIDADES

El Hitori y el Kakuro

Otras innovaciones japonesas

Carolina Fernández Moreno
María del Carmen García Manzano
Alumnas del Grado en Matemáticas
(Universidad de Almería)

Todos conocemos o hemos jugado alguna vez al famoso juego japonés *Sudoku*. Pero, aunque sea el más conocido y solicitado, la imaginación de los japoneses no cesa ahí; otros juegos como el *Kakuro* y el *Hitori*, aunque menos conocidos, son tanto o más interesantes y pueden ser bastante formativos. Son, al igual que el *Sudoku*, juegos de entretenimiento y agilidad mental.



Kakuro

4	8	1	6	3	2	5	7
3	6	7	2	1	6	5	4
2	3	4	8	2	8	6	1
4	1	6	5	7	7	3	5
7	2	3	1	8	5	1	2
3	5	6	7	3	1	8	4
6	4	2	3	5	4	7	8
8	7	1	4	2	3	5	6

Hitori

La mayoría de los juegos de esta categoría consisten en usar como herramientas los números del 1 al n en una cuadrícula $n \times n$ (aunque normalmente suelen aparecer para $n = 9$). Hay una regla común: no puede repetirse el mismo número ni por fila ni por columna. En el *Sudoku* tanto por fila como por columna tienen que encontrarse todos los números naturales del 1 al n, mientras que en el *Kakuro* y el *Hitori* no es necesario. En las imágenes anteriores se aprecian algunas de las diferencias de presentación entre los juegos.

A continuación explicaremos su procedencia y las reglas de cada uno de ellos.

Nikoli es una compañía editora japonesa especializada en revistas de juegos, muchos de ellos puzles o rompecabezas lógicos. *Nikoli* logró un éxito mundial con la popularidad alcanzada por el *Sudoku*, del que fue su principal difusora. Esta editorial japonesa también publica material en inglés, y desarrolla puzles para cerca de 70 periódicos en Japón, compañías de juegos, sitios web y juegos vía teléfonos móviles.

Una de las revistas publicadas por *Nikoli* es *Puzzle Communication Nikoli*. Publicada trimestralmente desde 1980, presenta juegos, variedades y artículos relacionados con temas numéricos y de lógica. Dicha revista inventó el juego del *Hitori* en 1990 y desde 1980 ha difundido el juego –originalmente americano– conocido hoy como *Kakuro*.

El *Hitori* parte de una cuadrícula $n \times n$ donde encontraremos números del 1 al n. El objetivo será tachar las celdas que sean necesarias para que no se repita ningún número ni por fila ni por columna (sólo pueden tacharse los números que estén repetidos). Hay que tener en cuenta la forma de tachar, es decir, las casillas que estén tachadas no pueden estar conectadas ni horizontal ni verticalmente (tener un lado común). Y, con respecto a las casillas que están sin tachar, es totalmente al contrario, puesto que

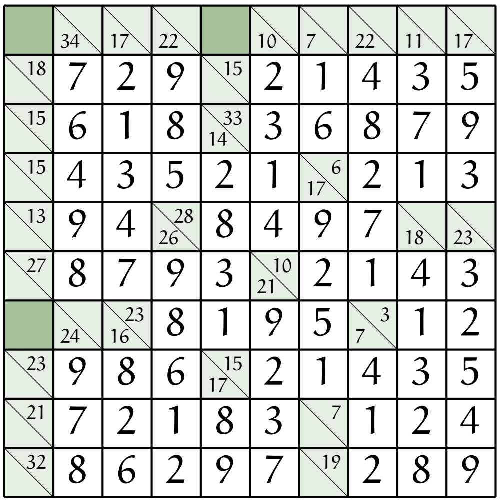
 ISSN 1988-5318

deben estar todas conectadas horizontal o verticalmente formando un solo grupo: no puede quedar una casilla aislada. La solución del *Hitori* de la imagen anterior es:

	8		6	3	2		7
3	6	7	2	1		5	4
	3	4		2	8	6	1
4	1		5	7		3	
7		3		8	5	1	2
	5	6	7		1	8	
6		2	3	5	4	7	8
8	7	1	4		3		6

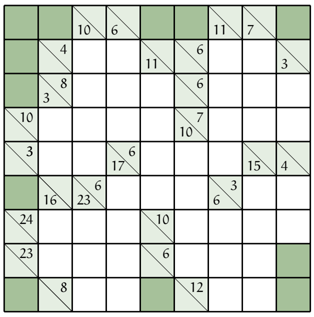
Por otro lado, el *Kakuro* es uno de los juegos de sensación en Japón (sólo por debajo del Sudoku).

El objetivo del juego consiste en rellenar las casillas vacías de la cuadrícula $n \times n$ con números del 1 al n. Estas casillas se encuentran distribuidas en filas y columnas. Cada fila y columna contiene uno o varios números, llamados números clave. Este número indica la suma de la fila (o de parte de ella), si se encuentra a la izquierda de la cuadrícula, o la suma de la columna (o de parte de ella), si se encuentra en la parte superior de esta. Los números en una misma suma no deben repetirse. Por ejemplo si la suma de dos casillas es 16 en una casilla irá el 9 y en la otra irá el 7. Un ejemplo resuelto sería:



Como ya hemos comentado, a diferencia del *Sudoku*, tanto en el *Hitori* como en el *Kakuro* no es necesario que en cada fila y columna se encuentren todos los números del 1 al n; simplemente hay que evitar que estos se repitan.

Por último, os dejamos un par de cuadrículas de cada uno de los juegos para que os divirtáis resolviéndolos:



Kakuro

7	5	1	3	2	4	8	6	8
8	8	5	9	1	6	7	5	6
2	3	6	1	9	8	4	1	9
5	9	3	5	4	4	8	1	2
6	4	4	2	7	9	5	4	1
5	7	9	5	2	3	3	4	5
9	1	7	8	2	5	3	8	4
3	9	3	6	5	7	6	3	4
8	2	5	5	6	3	9	7	3

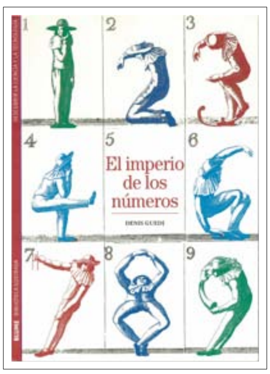
Hitori

■

Lecturas recomendadas sobre divulgación matemática

El imperio de los números.

Denis Guedj.



Ficha Técnica
Editorial: Blume.
Biblioteca ilustrada.
Descubrir la Ciencia y la Tecnología, 9.
177 páginas.
ISBN: 978-84-8076-928-0.
Año: 2013.

En el n.º 3 del volumen I de este Boletín, allá por la primavera de 2008, podíamos disfrutar de la recensión de *El Teorema del Loro* que hizo el profesor Antonio Morales. Ahora, en este número, volvemos a presentar una más de las muchas obras que Denis Guedj (1940–2010) nos dejó. En *El Imperio de los números* (*L'empire des nombres*) nos invita a un recorrido por la Historia de la Humanidad tan apasionante como económico en su exposición: se pone de manifiesto que la precisión suele acompañar a la persona que sabe muy bien de qué está hablando y qué es lo que quiere decir.

Estamos ante un trabajo organizado en dos partes muy bien diferenciadas. Ello ayudará, sin ningún género de dudas, al disfrute visual de una ingente cantidad de material que queda sorprendentemente contenido (las imágenes son de una calidad extraordinaria... ¡no se puede imaginar a priori!) en este ejemplar de dimensiones tan reducidas. Por otro lado, nos hallamos junto a un auténtico arsenal de material —a base de testimonios y documentos— que se provee en la segunda parte del libro. Sería una tarea inabordable por parte de cualquier lector, al menos así se me antoja a mí, el trabajo detallado de cada uno de estos materiales que aquí podemos encontrar.

 ISSN 1988-5318

Cómo se conforma la idea de número en nuestras cabezas a través de la historia personal de cada uno, cómo el sistema de numeración posicional indio terminó acuñándose como arábigo y por qué es el que ha triunfado en nuestras civilizaciones actuales, cómo en el infinito la parte es igual al todo... o no. En definitiva, esta obra nos anima a sumergirnos en el mundo de las cifras y de los números —debatiendo también sobre el porqué llamarlos de una manera o de otra— como una actividad radicalmente humana y una expresión concreta de su caminar evolutivo en la Historia.

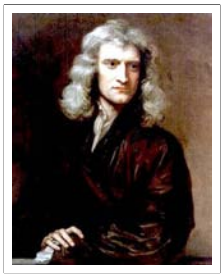
Enrique de Amo Artero
Universidad de Almería

Citas Matemáticas

«La lógica es la higiene que practica el matemático para mantener sus ideas sanas y fuertes.»

Hermann Weyl (1885–1955), matemático alemán.

«La unidad es la variedad, y la variedad en la unidad es la ley suprema del universo.»



Isaac Newton (1806–1871), matemático, físico y astrónomo inglés.

Páginas web de interés

Matemáticas experimentales

www.experiencingmaths.org

Recuperamos en este número una web con cierta tradición *Maths Experiencing*. Como se recoge en la propia web, se trata de una exposición virtual donde es posible encontrar más de 200 situaciones matemáticas y que está dirigida sobre todo a docentes y alumnos de matemáticas de secundaria.

Esta exposición fue concebida a partir de la exposición interactiva *«¿Por qué las matemáticas?»* y realizada por iniciativa de la *Unesco*, el Centro de cultura científica, *Centre-Sciences*, y la asociación para el desarrollo de la cultura matemática, *Adecum*. Está disponible en cuatro idiomas: inglés, francés, español (traducción de Marta Macho Stadler) y portugués.

Se proponen experimentos fáciles de realizar con materiales sencillos, divididos en varias secciones:

- Leer la naturaleza: espirales de la naturaleza, un mundo fractal, cónicas en el espacio.
- Pavimentar un suelo: el arte del embaldosado, caleidoscopios, ¿dónde estoy?
- Llenar el espacio: amontonar naranjas, poliedros, problemas complejos.
- Conectarse: de un único trazo, ¡cuatro colores bastan!, ¿dígame?
- Calcular: con la cabeza y las manos, números primos, imágenes digitales.
- Construir: curvas y velocidad, curvas y volúmenes, curvas suaves.
- Estimar-Prever: ¿dos bolas rojas?, ¡bingo!, ¿y el ganador es?
- Optimizar: pompas de jabón, el camino más corto, la mejor forma.
- Demostrar: Pitágoras, números figurativos, ¿es cierto?
- Concluir: experimente, formule hipótesis, ¡demuestre!

 ISSN 1988-5318

En cada apartado de cada sección se realiza una breve una introducción, se explican los materiales necesarios y el experimento paso a paso. Posteriormente aparece una conclusión y posibles aplicaciones, incluyendo palabras clave para realizar búsquedas en sitios web. Además de la versión interactiva, es posible descargar el archivo pdf con todas las actividades e instrucciones.

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

Acertijos

Un planeta extrasolar con posibilidad de vida

El 5 de diciembre de 2011 se hizo público el descubrimiento, por medio del telescopio espacial *Kepler*, del primer exoplaneta que orbita en la llamada zona habitable de su estrella. Se trata del planeta *Kepler-22b*, situado a 600 años luz de la Tierra.

Aún se desconoce su masa pero su radio es aproximadamente 2,4 veces el radio terrestre. ¿Podrías calcular la relación existente entre la masa de *Kepler-22b* y la masa de nuestro planeta suponiendo que ambos cuerpos tienen la misma densidad?
(En el próximo número aparecerá la solución).

Solución al acertijo del número anterior

Consistía en determinar los números que faltan en la siguiente división:

$$\begin{array}{ccccc|ccc} * & 6 & 4 & * & * & * & * & 9 \\ \cline{6-8} 0 & 0 & * & 7 & 9 & 1 & * & * \\ & & 0 & 6 & * & & & \end{array}$$

Para facilitar la exposición sustituiremos los asteriscos por letras:

$$\begin{array}{ccccc|ccc} a & 6 & 4 & b & c & d & f & 9 \\ \cline{6-8} 0 & 0 & g & 7 & 9 & 1 & h & i \\ & & 0 & 6 & j & & & \end{array}$$

Puesto que el cociente consta de tres dígitos el número $a64$ es mayor o igual que el divisor (pues en caso contrario el cociente sería un número de dos cifras). Es claro que

$$a64 = df9 + g.$$

Por tanto $g = 5$, $f + 1 = 6$ y $a = d$.

Los siguientes pasos de la división consisten en bajar b, poner un cero en el cociente y bajar c. En consecuencia, $b = 7$, $h = 0$ y $c = 9$.

Finalmente, 579 entre $d59$ nos da i como cociente y $6j$ como resto. Esto implica que $i \geq 2$ (en caso contrario el resto no sería $6j$ sino 579 o 20 según que fuese cero o uno). Por lo tanto $d \leq 2$, pero no puede ser cero ni uno pues, en el primer caso, el resto sería 48 y, en el segundo, 102.

Concluimos que $d = 2$, $i = 2$ y $j = 1$. Las cifras buscadas son, por tanto, $a = 2$, $b = 7$, $c = 9$, $d = 2$, $f = 5$, $g = 5$, $h = 0$, $i = 2$ y $j = 1$.

ENTREVISTA

ENEM y Novos Talentos

Un foro para la participación de los estudiantes de matemáticas

Alicia Cabrerizo Lamarca
José Gálvez Rodríguez
Laura Martín Valverde
Beatriz Navarro Vicente
Paula Pérez López
Estudiantes de Matemáticas de la UAL

Irene Morales Martín, María Dolores Sánchez García y María de Gádor Cabrera Padilla van a contarnos su experiencia en el ENEM a través de una minientrevista para que todos podamos conocer de qué se trata y cómo acceder al mismo.

¿En qué consiste el ENEM?

El ENEM es el *Encuentro Nacional de Estudiantes de Matemáticas*. Está organizado por la ANEM (Asociación Nacional de Estudiantes de Matemáticas).

En este encuentro, estudiantes de matemáticas de toda España se reúnen para compartir sus experiencias en la carrera. Cada año se celebra en una ciudad distinta y en ella se realizan conferencias, además de visitar la ciudad y realizar actividades de ocio.

María Dolores Sánchez, Irene Morales y María de Gádor Cabrera junto a otros asistentes al ENEM

 ISSN 1988-5318

¿Cómo conocisteis el ENEM?

Lo conocimos gracias a un correo que nos envió un profesor de la Universidad de Almería, Pedro Martínez.

¿Cómo ha sido vuestra experiencia?

Ha sido una experiencia muy interesante y divertida. El verano de 2012 estuvimos en Murcia, donde se celebró el XIII ENEM. Este año se ha celebrado el XIV ENEM en Mallorca. En el ENEM hemos conocido lugares y gente nueva, además hemos asistido a conferencias interesantes sobre diferentes temas, como estadística, álgebra, aplicaciones matemáticas...

Se puede ver más información en la página web de la actividad *enem2013.uib.es*.

La asistencia a los últimos ENEM ha sido subvencionada parcialmente por la *Facultad de Ciencias Experimentales* de la *Universidad de Almería*.

Presentamos a continuación a Laura Martín Valverde, compañera del último curso de la Licenciatura de Matemáticas, la cual ha asistido este verano a unas jornadas muy interesantes en Lisboa. De nuevo, a través de una minientrevista, va a contarnos su experiencia y cómo podemos tener acceso a los *«Novos Talentos»*.

¿En qué consiste la escuela de verano *«Novos Talentos em Matemática»*?

La escuela de verano está destinada a estudiantes de cursos intermedios de Matemáticas. La realizan todos los veranos durante una semana (este año del 15 al 19 de julio) y tiene lugar en Lisboa. Cada año trata sobre un tema distinto; este año ha sido sobre *teoría de representación* y las clases han sido impartidas por Eric Sommers (University of Masachusetts and NSF), Pavel Etingof (MIT) y Peter Trapa (University of Utah).

En el centro Laura Martín, junto con otros compañeros

¿Cómo conociste este programa y qué tuviste que hacer para asistir?

Lo conocí a través del profesor Juan Cuadra. Él me mandó el enlace donde estaba toda la información. Para los estudiantes no portugueses ofrecen becas de 500€ con el objeto de ayudarte con el desplazamiento y el alojamiento. Para solicitar la beca envié un email junto con una carta de recomendación del profesor. En caso de no recibir la beca también se puede asistir; la asistencia a la escuela es gratuita y puede ir todo el mundo con sólo enviar un correo electrónico para inscribirse.

¿Cómo fue tu experiencia?

Fue muy bien. Teníamos 3 horas de clase al día y hora y media de ejercicios. A las 5 acababa todo y el resto del día lo teníamos libre. Asistimos muchos estudiantes españoles, por lo que estábamos todo el día juntos, tanto para estudiar como durante nuestro tiempo libre. Visitamos la ciudad de Lisboa, fuimos a Belem y un día estuvimos en la playa. El viernes organizaron una cena y después de cenar salimos todos juntos y tuvimos oportunidad de conocer a los estudiantes de otros países y hablar con ellos [8]. ■

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 Gracia Sánchez-Lirola (mgsanche@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*: María del Carmen Castro (mccastroalferez@gmail.com).
- **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).

[8] Para más información se puede consultar *www.gulbenkian.pt/talentosmatematica* y *www.math.ist.utl.pt/~ggranja/Talentos/school2013*.

ISSN 1988-5318

- *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).
- *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: Alicia Cabrerizo (aliciacl92@gmail.com), José Gálvez (josegal-2@hotmail.com), Laura Martín (lmartinvalverde@gmail.com), Beatriz Navarro (beatriznavic@gmail.com) y Paula Pérez (perezlopezpau@gmail.com).

ISSN 1988-5318