Boletín de la Titulación de Matemáticas de la UAL

Volumen III. Número 2 — 19 de enero de 2010

Almería Matemática

Las Matemáticas en Facebook

Varios estudiantes de la Titulación de Matemáticas de la UAL han tenido la iniciativa de crear un grupo en la red social *Facebook* denominado *Almería Matemática*.

Internet, mediante estas herramientas de comunicación, ofrece una capacidad de difusión sin límites. *Almería Matemática* pretende convertirse en un foro de participación activa de aquellas personas interesadas en las Matemáticas donde se aporten ideas, noticias, curiosidades, etc.

Esta comunidad ha sido creado recientemente y, en los pocos días que lleva funcionando, ya cuenta con numerosas suscripciones.

(Artículo completo en la página 22)

Concurso de resolución de problemas

Jorge Miras Archilla, alumno de primer curso de Bachillerato del *IES «Aguadulce»*, ha sido el ganador de esta edición del concurso de resolución de problemas. Queremos hacer una mención especial a la solución enviada por la alumna del mismo centro María del Carmen García Manzano.

El nuevo problema propuesto y la solución ganadora aparecen, respectivamente, en la páginas 12 y 15 de este número. Las bases del concurso se pueden consultar en la página web del Boletín. **¡Anímate y participa!**

Ganador del concurso

Editorial

En este número nos hacemos eco de un interesante artículo publicado el pasado mes en el prestigioso periódico francés *Le Monde* bajo el título *Las matemáticas buscan matemáticos*. En él se informa sobre una paradoja que afecta a Francia, y en realidad a otros muchos países europeos, incluido España: mientras que nuestra sociedad científica y tecnológica demanda cada vez más matemáticos, no son muchos los estudiantes que deciden cursar estos estudios. Su gran complejidad, la docencia como única salida profesional, salarios inferiores a los de otros profesionales con estudios similares en dificultad, etc. son todavía falsos tópicos con gran arraigo.

Las sociedades matemáticas dedican cada vez más esfuerzos a intentar cambiar esta situación de desinformación. La *Real Sociedad Matemática Española* realizó en 2007 un profuso estudio sobre las salidas profesionales en nuestro país de los estudios en matemáticas. De él hablamos en el número de abril de 2008. También los distintos gobiernos deberían darse cuenta de la enorme importancia de las matemáticas y seguir el ejemplo de EEUU en cuanto a inversión en esta ciencia. En ese país, según una noticia de otro famoso periódico, *The Wall Street Journal*, que también comentamos aquí, la profesión de matemático es la mejor valorada.

Resumen

ISSN 1988-5318

Noticias matemáticas

Entrega del premio del concurso de resolución de problemas

Alumnado del centro

El 26 de noviembre de 2009, en un acto celebrado en el *Centro Educativo «Agave»* de Huércal de Almería, se hizo entrega del premio como ganador del concurso de resolución de problemas convocado en el Boletín anterior a Carlos Guirado, alumno de cuarto de ESO.

El ganador con sus profesores

El acto fue organizado por el Departamento de Matemáticas de dicho centro y tres de los editores del Boletín entregaron los obsequios y el diploma. El profesor D. Juan Cuadra Díaz de la Universidad de Almería impartió una amena charla titulada *«Códigos detectores y correctores de errores»*.

El mejor expediente de ingreso este curso en la Facultad de Ciencias corresponde a una alumna de Matemáticas

El pasado 3 de diciembre tuvo lugar un acto de reconocimiento por parte de la Universidad de Almería a los estudiantes que han ingresado con los mejores expedientes académicos.

En este curso académico el mejor expediente de acceso en la Facultad de Ciencias Experimentales corresponde a María del Gádor Cabrera Padilla, alumna matriculada en la titulación de Matemáticas.

Acto de recepción

A este acto de reconocimiento asistieron el Rector de la Universidad, el Vicerrector de Estudiantes y Empleo, los Decanos y Directores de los Centros, así como profesorado de los centros de procedencia, a los que también se les reconoció la labor realizada.

Las matemáticas y los matemáticos en Le Monde

Es bien conocido que el periódico *Le Monde* está considerado como uno de los diarios de referencia mundial por su alta calidad de contenido. Además, se trata del diario francés con mayor presencia en el extranjero. Pues bien, en un artículo titulado *«Las matemáticas buscan matemáticos»*, publicado el pasado 5 de diciembre, el periodista Stéphane Foucart se hizo eco de una noticia relacionada con el estado actual de esta materia.

Se trata de las conclusiones más importantes obtenidas en el simposio titulado *«Matemáticas del futuro»*, celebrado en París por los matemáticos franceses los días 1 y 2 de diciembre en torno a una sorprendente paradoja: mientras que ellas son más necesarias que nunca, las matemáticas son cada vez más ignoradas por los estudiantes.

Las matemáticas se utilizan, por ejemplo, en: microelectrónica, simulaciones numéricas de sistemas complejos como las imágenes utilizadas por los climatólogos, software de tratamiento de las enormes cantidades de datos que viajan por la red, sistemas de obtención de imágenes médicas, funcionamiento de los mercados financieros, etc.

Etienne Ghys

Además, como indica *Etienne Ghys*, investigador en el *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) y profesor en l'Ecole Normale Supérieure (ENS) de Lyon, se trata de *«resultados matemáticos obtenidos en trabajos muy recientes»* y, por otra parte, *«tenemos una creciente necesidad de las matemáticas y disponemos cada vez de menos matemáticos»*.

La necesidad de matemáticos no se limita al mundo académico, ésta se extienden a una gran parte de las empresas.

Jean Pierre Bourguignon

Afirma *Jean-Pierre Bourguignon*, director del prestigioso *Institut des Hautes Études Scientifiques* (IHES) en este artículo: *«en Francia, existen alrededor de 6000 matemáticos y*

ISSN 1988-5318

aproximadamente un tercio de ellos trabajan en la empresa» y, puntualiza, *«en la actualidad existe una amplia variedad de ocupaciones reservadas a personas dotadas para las matemáticas»*.

Por último, cabe indicar que las matemáticas poseen la magia de transformar rápidamente lo que puede parecer una pura actuación de la mente en llave imprescindible para la resolución de nuevos problemas aplicados. En este sentido, Philippe Camus, matemático de formación y presidente de Alcatel-Lucent y del comité de los patrocinadores del simposio, menciona un par de ejemplos:

✰ Los trabajos sobre números primos que *«hasta hace poco nadie veía su utilidad y, sin embargo, hoy en día nos damos cuenta de que la teoría de números es imprescindible para elaborar los sistemas criptográficos»*.

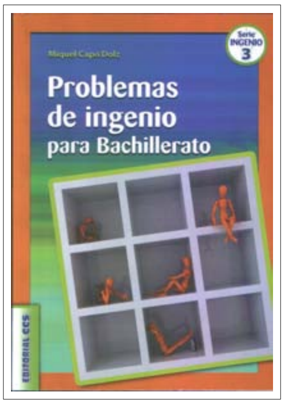
✰ Los fundadores de *Google*, Sergey Brin y Larry Page, que, aun habiendo comenzado su tesis en matemáticas en Stanford, se concentraron en fundar la más gigantesca empresa publicitaria en línea y el secreto de su logro ha sido la utilización de un algoritmo matemático (véase el artículo de Antonio Fernández Álvarez titulado *«Matemáticas y Google»*, en el *volumen II, número 1* de este Boletín).

Para más información, puede leer el artículo completo (en francés) en *Le Monde*.

Reseña de Pedro Martínez González
Universidad de Almería

Libros matemáticos

Se han publicado recientemente en la colección *«Serie Ingenio»* de la Editorial CCS los libros: *«Problemas de ingenio para Primaria»*, *«Problemas de ingenio para Primer Ciclo de Secundaria»* y *«Problemas de ingenio para Bachillerato»*. Estos libros, escritos por Miquel Capó, pueden ser utilizados en la educación preuniversitaria y sus problemas permitirán a los estudiantes activar conocimientos, capacidad de análisis y razonamiento, etc.



Portada de uno de los libros

Más información sobre ellos en la reseña publicada en la página web *www.divulgamat.net*.

Concursos de fotografía, vídeo y dibujo matemático de la SAEM Thales

Cartel anunciador

Se ha convocado la II edición del concurso de vídeo matemático y la III de los concursos de fotografía y dibujo matemático por parte de la delegación en Almería de la SAEM Thales.

El plazo para enviar trabajos comienza el 18 de enero y finaliza el 18 de marzo.

Las bases de estos concursos pueden consultarse en la página web de la sociedad: *thales.cica.es/almeria*.

Premio para GeoGebra

Logo de GeoGebra

GeoGebra, el software educativo matemático de libre distribución, ha sido distinguido con el prestigioso *Premio Tech*, en San José, California. Los premios Tech fueron instituidos hace siete años por empresas de Silicon Valley para recompensar las innovaciones en beneficio de la humanidad.

GeoGebra fue premiado por ofrecer un paquete de software fácil de usar en el que se unen de forma dinámica geometría, álgebra, cálculo y estadística, para ayudar a la innovación en la enseñanza de las matemáticas y el aprendizaje de todo el mundo.

En la actualidad, *GeoGebra* está disponible en 50 idiomas, es utilizado por millones de estudiantes y profesores en 190 países, y se descarga más de 300 000 veces por mes. Además, *GeoGebra* se está integrando en los libros de texto en muchos países e instalado en cientos de miles de portátiles, dentro de los proyectos escolares. Más información en:
www.geogebra.org.
www.techawards.org.
www.geogebra.org/IGI.

Fase local de la Olimpiada Matemática

Alumnado participante

El viernes 15 de enero tuvo lugar la fase local de la *XLVI Olimpiada Matemática* que organiza la *Real Sociedad Matemática Española*. En este concurso participa alumnado de Bachillerato y, excepcionalmente, y si son avalados por sus profesores, alumnado de 2.º ciclo de ESO.

En esta edición han participado alrededor de 150 alumnos y alumnas procedentes de centros educativos de la provincia de Almería. Los tres primeros clasificados, además de los correspondientes premios, participarán en la fase nacional que se celebrará en Valladolid entre los días 25 y 28 de marzo.

ISSN 1988-5318

Concurso de Proyectos Educativos

La Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO) convoca el *«V Concurso de Proyectos Educativos en Estadística e Investigación Operativa para profesores de Enseñanza Secundaria y Bachillerato»*.

El objetivo principal es la difusión de estas disciplinas en la sociedad fomentando la elaboración de materiales didácticos en estos ámbitos educativos.

La fecha límite para la recepción de los trabajos es el 15 de julio de 2010 y se otorgará un premio de 1000€ al mejor trabajo presentado.

Se pueden consultar las bases de este concurso en la web de la sociedad *www.seio.es*.

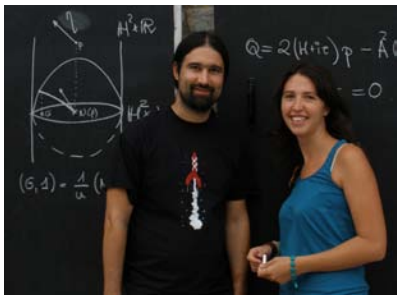
Concurso para la elaboración de unidades didácticas

La *SAEM Thales* y la División Didáctica CASIO han convocado un concurso para la elaboración de unidades didácticas correspondientes a los contenidos del área de matemáticas de los niveles educativos de ESO y Bachillerato. Podrá participar el profesorado en activo de centros docentes de Educación Secundaria o de Bachillerato tanto a nivel individual como de forma colectiva.

El plazo de presentación finaliza el 31 de marzo de 2010. Se establecen los siguientes premios: un primer premio dotado de 600€, dos calculadoras *Classpad 330* y emulador *Classpad Manager*; un segundo premio consistente en 300€, calculadora gráfica y calculadora retroproyectable, dos terceros premios de 150€ y dos calculadoras gráficas cada uno.

Una matemática y un matemático de nuestro país invitados al ICM

El próximo *Congreso Internacional de Matemáticas* (ICM), que se celebrará en Hyderabad (India) del 19 al 27 de agosto de 2010, tendrá entre sus ponentes invitados a los matemáticos españoles Isabel Fernández y Pablo Mira.



Isabel Fernández y Pablo Mira

Isabel Fernández, miembro del Departamento de Matemática Aplicada I de la Universidad de Sevilla, se convertirá en la primera mujer española que impartirá una conferencia invitada en este prestigioso congreso en el que, como hecho más popular, se otorga la medalla Field.

Por su parte, Pablo Mira, profesor de la Universidad Politécnica de Cartagena, ha sido condecorado recientemente con el premio *José Luis Rubio de Francia* que concede la Real Sociedad Matemática Española.

El equipo que forman ambos investigadores ha recibido esta invitación a participar en el ICM por sus trabajos en el campo de la Análisis Geométrico [1].

Actividades matemáticas

La Ciencia y sus aplicaciones

Cartel anunciador

En el marco del *III Ciclo de Conferencias Científicas* organizado por las Universidades de Almería y Granada en Huércal–Overa del 27 al 29 de noviembre de 2009 y que llevó por título *«La ciencia y sus aplicaciones»*, el profesor Rafael Pérez Gómez impartió la interesante conferencia titulada *«Mirar y Ver. Matemática Aplicada a la Arquitectura»*.

Semana de la Ciencia

Celebrada del 9 al 13 de noviembre de 2009, ha escogido el eslogan *«Entre el cielo y la tierra»* debido a que en 2009 se celebra el segundo centenario del nacimiento de Darwin, los 150 años de su famosa publicación *«El Origen de las Especie»*, el año internacional de la Astronomía y el 40.º aniversario de la llegada del hombre a la Luna.

Objetos matemáticos

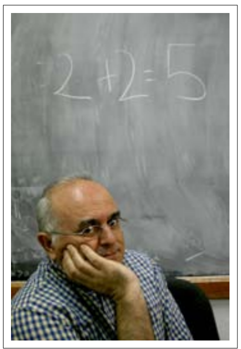
La Titulación de Matemáticas ha participado en la *«Semana de la Ciencia 2009»* con dos talleres diarios desarrollados en las aulas de informática. En ellos, el alumnado asistente ha experimentado y se ha divertido con las matemáticas. Además se han repartido diferentes obsequios. Os esperamos en la próxima edición.

[1] *weblogs.madrimasd.org/matematicas/archive/2009/10/08/126146.aspx*.

ISSN 1988-5318

Conferencia

El día 13 de noviembre de 2009, dentro de los actos organizados por la Facultad de Ciencias Experimentales en honor de su patrón San Alberto, se impartió la conferencia *«Pasiones, piojos, dioses... y Matemáticas»* a cargo del Dr. D. Antonio J. Durán, escritor y catedrático de Análisis Matemático de la Universidad de Sevilla.



Antonio J. Durán

Naturaleza humana y matemáticas fueron protagonistas de esta conferencia, que tuvo una numerosa y heterogénea audiencia, y en la que se relataron algunas historias que contraponen lo abstracto de las matemáticas con lo emocional de las circunstancias que rodean a las personas que las hacen y que arrojan muchas preguntas sobre la condición humana.

Estos temas son tratados de manera más profusa el libro homónimo del autor publicado en la Editorial Destino en 2009 donde *«confronta el universo abstracto y frío de los teoremas con el mundo vehemente y emocional que habitan quienes lo descubren»*, tal y como aparece en la contraportada del mismo.

EuroMath 2010

The European Student Conference in Mathematics (EuroMath 2010) es la próxima edición de la Conferencia para Estudiantes de Matemáticas que se celebrará en Bad Goisern (Austria) del 25 al 28 de febrero de 2010. En este congreso se admiten comunicaciones presentadas por estudiantes de entre doce y dieciocho años de edad. También es posible la realización de simposios que han de ser propuestos por los profesores interesados.

Tanto en las comunicaciones como en las sesiones se abordan diversos aspectos de las Matemáticas y sus aplicaciones a otras disciplinas de los ámbitos científico, social y económico.

Logo de EuroMath

Más información en la página web *www.euromath.org*.

Nos visitaron...

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

Tuvimos el honor de tener entre nosotros a: Dimitri Nikshych, de la Universidad de New Hampshire (EEUU); Constantin Năstăsescu, de la Universidad de Bucarest (Rumanía); Christian Kassel, de la Universidad de Estrasburgo (Francia); Joaquín Sánchez Lara, de la Universidad de Granada; Mirela Vanina de Mello y Vanessa Gonçalves Pereira Paschoa, de la UNEPS (Brasil); Alí Boubakri y Said Chneguir, del ISSAT de Gabès (Túnez); Hichem Ounaies, Mohamed Benrhouma; Sami Aouioui, de la Universidad de Monastir (Túnez); L'Moufadal Benyakoub de la Universidad de Tetúan (Marruecos) y Manuel Domínguez de la Iglesia, de la Universidad de Nueva York (EEUU).

EXPERIENCIA DOCENTE

Gymkhana andaluza

Trinidad Castillo Cara
IES Santo Domingo (El Ejido)

La actividad propuesta está dedicada a los alumnos de 2.º ciclo de ESO, aunque puede ampliarse a primer ciclo. Consiste en una Gymkhana Matemática, que hemos llevado a cabo en el *IES «Santo Domingo»* de El Ejido, en la que participa alumnado de ESO y cuyo objetivo principal es que aprendan a pensar, reflexionar y tomar decisiones, además de divertirse.

Se estructura como sigue:

1. Hemos conseguido, a través de las oficinas de información y turismo de cada provincia andaluza, pósteres y documentación sobre cada una de ellas.

   Se han creado ocho zonas (una por provincia) por todo el instituto. En cada una había tres alumnos para controlar los tiempos y la resolución de las actividades, alguna de las cuales aparece a modo de ejemplo en este trabajo (algunas de ellas son las propuestas en los libros del alumnado de 1.º y 2.º de ESO de la Editorial Anaya).

2. Se han hecho grupos de tres personas, identificados con un número, que deben pasar por todas las provincias resolviendo las actividades propuestas y aportando algún dato característico de cada una de ellas: gastronomía, monumentos, museos, personajes famosos, etc.

3. Cada provincia dispone de un cuadrante, como el mostrado más abajo, donde debe anotarse el número del grupo, si resuelven la actividad o no, el tiempo que tarda en resolverla (máximo 10 minutos) y el

 ISSN 1988-5318

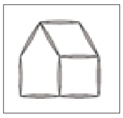
dato característico que aporta de cada provincia.

Nombre de la provincia		
Nº de grupo	Resuelto Si/No	Tiempo característica

4. Ganará el grupo que más actividades haya resuelto y en caso de empate, el que menos tiempo haya tardado en hacerlo.

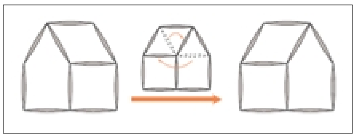
Actividades de algunas provincias

- **Almería:** Usando 10 palillos, se ha construido una casa con la fachada mirando hacia la izquierda, como muestra la figura.

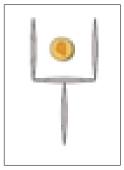


Cambiando de posición dos palillos, ¿podrías conseguir que la fachada quedara mirando a la derecha?

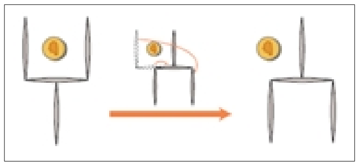
Solución:



- **Granada:** Moviendo sólo dos palillos, haz que la moneda quede fuera de la cuchara (la cuchara final tiene que tener la misma forma que la inicial).



Solución:



Realmente ha sido una actividad muy didáctica. Entre los alumnos participantes había algunos que generalmente consideran las matemáticas como algo tedioso donde sólo aparecen números y operaciones aritméticas. Gracias a este «juego» han pensado y reflexionado y, sobre todo, han descubierto que las matemáticas también pueden ser un medio de entretenimiento. ■

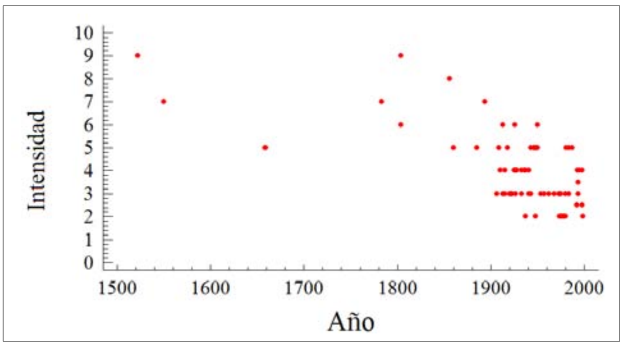
PROBLEMAS MATEMÁTICOS ALMERIENSES

Los terremotos en Almería

Ramón Morales Amate [2]
IES Las Norias (El Ejido)

La provincia de Almería está geográficamente situada en una zona de actividad sísmica, y así lo han constatado diversos terremotos a lo largo de la historia, que en algunas ocasiones han dejado un triste recuerdo.

Para hacer un poco de historia de lo que han sido los terremotos en Almería, podemos consultar el *informe Gérgal* en la web del *Instituto Geográfico Nacional* [3], cuyos datos nos sirven para construir un gráfico que represente la intensidad del terremoto en distintas fechas:



Afortunadamente, la mayor parte de ellos no han sido de gran intensidad, aunque sí que encontramos varios de intensidad *VI* y los dos peores conocidos: en 1804 con epicentro en Dalías y en 1522 con epicentro en Almería capital, ambos de intensidad *IX*.

Este último terremoto ocurrió el 22 de septiembre de 1522 y fue conocido en toda Europa. Movió la Almería de aquella época, destruyendo viviendas, edificios de culto y hasta la propia Alcazaba, que más tarde tendría que ser reconstruida. La ciudad quedó literalmente despoblada. Como ejemplo, el antiguo barrio de la Almedina tardó más de dos siglos en volver a habitarse. La población, no más de 500 habitantes, huyó a la vega y aunque se resistía a volver, parte de ella se estableció en la zona de la actual catedral y ayuntamiento, siendo éste desde entonces el nuevo centro de la ciudad.

La intensidad de un terremoto es una medida cualitativa de su severidad en un lugar y se basa en los daños que ocasiona en las personas, construcciones, etc. Ésta ha sido la referencia en la historia de Almería para medir los sismos hasta la llegada de los sismógrafos en el siglo XX, mediante los cuales se puede registrar la energía del terremoto y relacionarla con una medida cuantitativa llamada magnitud.

En 1902 el geólogo y sacerdote italiano Giussepe Mercalli (1850 − 1914), estableció una escala que lleva su nombre, para medir la intensidad de un terremoto. En 1935 el

[2] Agradezco los comentarios y sugerencias del profesor de la UAL Francisco Luzón que han ayudado a mejorar este artículo.
[3] *www.fomento.es/MFOM/Lang_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Geofisica/Informes/terremoto_gergal*.

 ISSN 1988-5318

sismólogo americano Charles Richter (1900 − 1985) creó una escala para medir los temblores que ocurrían en el sur de California, pero que un año después se extendió por todo el mundo, y hoy en día es la que escuchamos habitualmente en los medios de comunicación como la *escala de Richter*.

Guissepe Mercalli **Charles Richter**

La escala de Richter es de tipo logarítmica, asigna a un terremoto un número M, llamado *magnitud*, basándose en el incremento de tiempo Δt (medido en segundos), que transcurre desde la aparición de las ondas P (que hacen vibrar el medio en la dirección de desplazamiento de la onda del sismo) hasta las ondas S (que hacen vibrar el medio en dirección perpendicular al desplazamiento de la onda del sismo) y la *amplitud* A (medida en milímetros) de las ondas S, según la siguiente fórmula:

$$M = \log A + 3\log(8\Delta t) - 2{,}92$$

También es formulada la escala de Richter relacionando la magnitud del sismo M con la energía liberada E, medida en ergios, según la regla:

$$\log E = 11{,}8 + 1{,}5 \cdot M$$

Hemos de ser cautelosos en la interpretación de esta escala, ya que en nuestra vida cotidiana solemos usar escalas lineales de medida, en las que pasar de 2 a 4 es justo el doble que pasar de 2 a 3 y, sin embargo, en otras situaciones naturales tales como: los tamaños de los diferentes animales, la luminosidad de las estrellas del Universo, la sensación sonora, el carácter ácido, básico o neutro de las disoluciones (pH) o la intensidad de los terremotos aparecen medidas de órdenes muy diferentes, que hacen difícil su manejo numérico o las representaciones gráficas. Por ello se recurre a asignar a cada cantidad, su logaritmo decimal, construyendo así las escalas logarítmicas. Así, un terremoto de magnitud 4 en la escala de Richter no libera el doble de energía que otro de magnitud 2, ya que si denominamos a estas energías E_4 y E_2 respectivamente, tenemos que:

$$\log E_4 = 11{,}8 + 1{,}5 \cdot 4,$$
$$\log E_2 = 11{,}8 + 1{,}5 \cdot 2,$$

de donde $\log E_4 - \log E_2 = 3$ y, utilizando las propiedades de los logaritmos, obtenemos que

$$\log\left(\frac{E_4}{E_2}\right) = 3 \Rightarrow \frac{E_4}{E_2} = 10^3 \Rightarrow E_4 = 1000 \cdot E_2$$

Así pues, el terremoto de magnitud 4 no es dos, sino 1000 veces mayor que el de magnitud 2, en cuanto a energía liberada se refiere.

Veamos un ejemplo concreto de esto. Según el informe Gérgal, el 14 de mayo de 1980 se mide en Almería un terremoto de intensidad *II*, pero pocas personas se dieron cuenta, la prensa apenas hace mención del hecho. Como se ha comentado antes, el día 22 de septiembre de 1522 se produce un terremoto de intensidad *IX* que causó muchos muertos y grandes destrozos en toda la ciudad y del que se hizo eco toda Europa. ¿Cuán más severo fue el terremoto de 1522 que el de 1980 en términos energéticos?

Conocidas sus intensidades epicentrales I_0, podemos averiguar sus magnitudes M (véase [1]) usando la relación $M = 2{,}948 + 0{,}034 \cdot I_0^2$. Así, denotando por M_{1522} y M_{1980} a las magnitudes de los terremotos de 1522 y 1980, respectivamente, tenemos que, $M_{1522} = 5{,}702$ y $M_{1980} = 3{,}084$. Por tanto,

$$\log E_{1522} = 11{,}8 + 1{,}5 \cdot 5{,}702,$$
$$\log E_{1980} = 11{,}8 + 1{,}5 \cdot 3{,}084,$$

de donde, $\log E_{1522} - \log E_{1980} = 3{,}927$ y, de aquí,

$$\log\left(\frac{E_{1522}}{E_{1980}}\right) = 3{,}927 \Rightarrow \frac{E_{1522}}{E_{1980}} = 10^{3{,}927} \Rightarrow$$
$$E_{1522} = 8452{,}78 \cdot E_{1980}.$$

Como vemos, el terremoto de 1522 fue, en términos energéticos más, unas 8400 veces mayor que el de 1980, y esa es la razón de su trascendencia a nivel informativo. Debido a que la escala de Richter es una escala logarítmica, las diferencias pequeñas en sus valores de magnitud se traducen en diferencias enormes en la energía liberada de los terremotos.

Calculemos ahora la energía que se desprendió en el sismo de 1522. Se trata de resolver una ecuación logarítmica:

$$\log E_{1522} = 11{,}8 + 1{,}5 \cdot 5{,}702 \Rightarrow \log E_{1522} = 20{,}353 \Rightarrow$$
$$E_{1522} = 10^{20353} \simeq 2 \cdot 10^{20} \text{ ergios.}$$

Podemos encontrar otras reformulaciones de la expresión que estamos usando para la escala de Richter, pero se trata de la misma fórmula, solo que se hacen los cambios oportunos para que la energía quede expresada en otras unidades, principalmente en julios (J) o en kilovatios por hora ($kW \cdot h$). Veámoslas:

Para la primera, sabemos que el ergio, que es la unidad de energía en el sistema cegesimal de unidades (CGS), tiene una equivalencia con el julio, que es la unidad de energía del sistema internacional de unidades (SI) de 1 ergio $= 10^{-7}$J. Denotamos por E_J y E_e a la energía medida en

ISSN 1988-5318

julios y ergios, respectivamente. Entonces, $E_J = 10^{-7}E_e$, luego la ecuación de Richter queda de la forma,

$$\begin{aligned} \log(E_J \cdot 10^7) &= 11{,}8 + 1{,}5 \cdot M \Rightarrow \\ \log E_J + \log 10^7 &= 11{,}8 + 1{,}5 \cdot M \Rightarrow \\ \log E_J &= 11{,}8 - 7\log 10 + 1{,}5M \Rightarrow \\ \log E_J &= 4{,}8 + 1{,}5 \cdot M \end{aligned}$$

Para la segunda, sabiendo que $1J = 1W \cdot s$, y denotando por E_{kWh} a la energía expresada en kilovatio por hora ($kW \cdot h$) dejamos propuesto como ejercicio al lector comprobar que la siguiente fórmula

$$M = 0{,}67 \cdot \log(0{,}37 \cdot E_{kWh}) + 1{,}46$$

es equivalente a la que se ha dado antes para la escala de Richter.

Referencias

[1] López Casado, C.; Molina, S.; Giner, J.J. y Delgado, J. (2000). Magnitude-Intensity relationships in the Ibero-Magrebhian Region. *Natural Hazards*, **22**, 271 − 297. ■

ENSEÑANZA BILINGÜE EN MATEMÁTICAS

Interdisciplinary Teaching and Bilingualism–A Feasible Project

An example using the subjects of Mathematics and Social Science

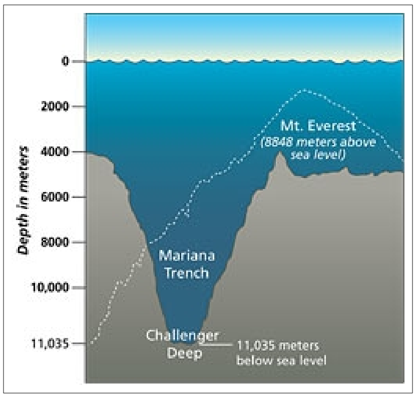
Rafael Godoy Alonso
IES Santo Domingo (El Ejido)
Johanna Walsh
Auxiliar lingüística, IES Alyanub (Vera)

One of the primary objectives in today's educational centres is interdisciplinary teaching and bilingualism in the classroom. However, this is only possible with a broad use of interdisciplinary coordination.

However, the task becomes even more challenging when trying to achieve the aforementioned interdisciplinary teaching in which we have had to coordinate the content, objectives and principal responsibilities of diverse educational fields such as Mathematics, Social Science and Music. The effort and application demanded from those involved in the project has been prolonged and intense.

After working with this project for three years we feel that we have achieved positive results.

An example could be some of the work we have done with the first year ESO pupils in the didactic unit 'Whole Numbers'. Numerous areas have been found in which this mathematical unit can be used to apply to aspects of both History and Geography.



Fuente: www.forounivision.com

As we all know, thermometers use negative numbers in very cold geographical zones. Hence, when explaining the unit on climatology, the Social Science teacher lays special emphasis on the various climates in which winters are outstandingly cold. Using a series of climatic changes and its graphic representation, the climate graph, the student can quickly grasp the concept of positive and negative numbers in visual form.

The same applies when we explain the depth of marine caverns and the altitude of the highest mountains. Again, here we use positive and negative numbers.

As regards History we find a similar situation when the Social Science teacher explains the transition of years from before to after Christ. We can consider the years before Christ to be (-X), thereby relating the two subjects and reinforcing the interdisciplinary aspect. Hence the pupil learns of the existence of the year zero and the preceding and subsequent years.

Thus said it only remains for us at *IES Santo Domingo* to encourage all those involved in the bilingual project and to recommend that they support the idea of interdisciplinary teaching. This method not only proves as entertaining and rewarding for the teacher as for the pupil but also demonstrates that the different areas of the curriculum are not quite as different as we might sometimes think. ■

DEPARTAMENTOS DE MATEMÁTICAS

IES Fuente Nueva

El Ejido (Almería)

El *IES «Fuente Nueva»* está situado en El Ejido, localidad del poniente de Almería con una actividad socioeconómica basada en la agricultura, reforzada con la industrialización y el comercio.

En nuestro centro se cursan estudios en régimen diurno y nocturno. En el régimen diurno se encuentran matricu-

 ISSN 1988-5318

lados 891 alumnos y alumnas, repartidos en los siguientes cursos: en Secundaria hay 19 grupos de ESO, (un 1.° y un 2.° son bilingües de inglés), un grupo de Educación Especial, cinco grupos de 1.° de Bachillerato y cuatro de 2.° y un CFGS de Comercio Internacional. En el nocturno se encuentran matriculados 340 alumnos y alumnas distribuidos en seis grupos: uno de 1.° y otro de 2.° de Educación Secundaria Semipresencial de Adultos; dos grupos de Educación Secundaria de Adultos y, finalmente, uno de 1.° y otro de 2.° de Bachillerato. El claustro está integrado por 82 profesores y profesoras.

En la actualidad tenemos implementados en el centro 5 proyectos educativos:

- El Deporte en la Escuela.
- El fomento del Plurilingüismo.
- Incorporación a las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- Escuela Espacio de Paz (proyecto intercentros).
- Plan de Igualdad Hombre–Mujer y Coeducación.

Nuestro departamento es bastante numeroso, en la actualidad lo formamos 13 profesores: María José Campos Martín, Juan Fernández Mesas, Julio Gutiérrez Fernández, Miguel Ángel Labella Lopera, Fermín López Sánchez, Eva Mª Martín Rodríguez, María José Navarro Muros, Miguel Francisco Pino Mejías, Ángel Rodríguez Fernández, María Dolores Rodríguez Martínez, Manuel Salvador Miras, Manuel Jesús Torres Navarro y José Francisco Villegas Alcántara. Todos y cada uno de nosotros, en mayor o menor medida, estamos implicados en los proyectos y actividades del centro, tratando de que las Matemáticas estén presentes en todos ellos.

Miembros del departamento

Tenemos en marcha el uso de la plataforma *Moodle* del instituto y gracias a que somos centro TIC poseemos 17 aulas con ordenadores fijos y 3 aulas portátiles para poder trabajar con el alumnado aplicando las nuevas tecnologías. Hemos incorporado material para la realización, consulta, desarrollo y comunicación de actividades, de material didáctico, calificaciones, foros de consultas, comunicación directa con los distintos profesores, etc. Utilizamos los distintos recursos informáticos a nuestro alcance, que ciertamente son numerosos, para el desarrollo de la asignatura de Matemáticas.

Plataforma Moodle del centro

Usamos los programas de aplicación de los instalados en los ordenadores de las aulas, como *GeoGebra*, *WxMaxima*, también páginas web interactivas como *«ematematicas.net»* (en cuya realización ha participado nuestro compañero Miguel), *Descartes*, otras páginas de consulta, actividades matemáticas de *Jclick*, etc.

Sitio web del centro

Tratamos de fomentar el interés ante la resolución de problemas, pues el día a día nos ha mostrado que nuestro alumnado presenta cierta desconfianza a la hora de abordar dichos problemas. Para el desarrollo de nuestra labor realizaremos durante este curso las siguientes actividades:

- Recorrido por El Ejido, con alumnos de ESO, reconociendo la presencia de elementos matemáticos en plazas, calles o construcciones, mediante una propuesta teórica. El objetivo de esta actividad es que el alumnado pueda observar en la vida real y en la naturaleza contenidos y resultados matemáticos.
- Participación en el concurso de *«Problemas de ingenio»* organizado por la sociedad *Thales* y dirigido al alumnado de 4.° de ESO.
- Participación en la Olimpiada Matemáticas de Thales para los alumnos de 2.° de ESO. Durante el curso

ISSN 1988-5318

se les proporciona distintos problemas de ingenio para que se animen a participar.

✱ Participación en la Olimpiada Matemática, que organiza la Real Sociedad Matemática Española para los alumnos de 2.º de Bachillerato en la Universidad de Almería. El curso pasado José Miguel Martín, alumno de nuestro centro, quedó el segundo de la provincia.

✱ Exposición mensual de paneles de matemáticas en el hall del centro, con juegos, curiosidades, notas históricas,...

✱ Colaboración con la ONG *Cooperación Internacional*, llevando a cabo el programa de *«Mates Solidarias»*, como en años anteriores.

✱ Preparación de guión de trabajo y proyección de películas en las que aparecen las matemáticas para alumnado de 4.º de ESO.

El profesorado de matemáticas debe ayudar a nuestro alumnado a que sean ciudadanos y ciudadanas capaces de participar de forma activa en los procesos colectivos, que adquieran la autonomía necesaria para afrontar todos los problemas relacionados con las matemáticas que se les puedan presentar. En definitiva, que mediante el lenguaje matemático, el modo de hacer conjeturas y razonamientos, puedan analizar la realidad, producir nuevas ideas y conocimientos, y que entiendan distintas situaciones e informaciones. ■

Problemas de las Pruebas de Acceso a la Universidad

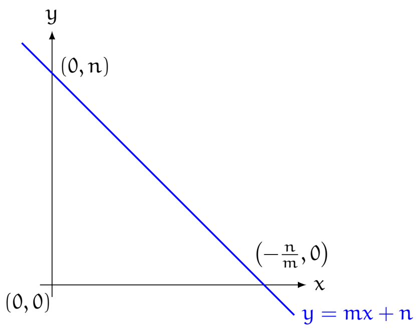
Problema propuesto en el número anterior

De entre todas las rectas del plano que pasan por el punto $(1,2)$, encuentra aquella que forma con las partes positivas de los ejes coordenados un triángulo de área mínima. Halla el área de dicho triángulo.

Presentamos la solución al problema propuesto en el número anterior. Os planteamos otro para que nos enviéis vuestras soluciones a *bmatema@ual.es*.

Solución:

La recta a calcular tendrá la forma $y = mx + n$ con $m \neq 0$ ya que si $m = 0$, la recta $y = n$ no forma un triángulo con los semiejes positivos. Sus puntos de corte con los ejes de coordenadas serán, por tanto, $(0,n)$ y $\left(-\frac{n}{m}, 0\right)$.



Hemos de tener en cuenta que al tratarse del triángulo formado con los semiejes positivos, la pendiente m de la recta sería negativa y, por tanto, $-\frac{n}{m}$ será un número positivo.

De este modo, el área de nuestro triángulo será la mitad del producto de la base por la altura, es decir,

$$S = -\frac{1}{2} \cdot \frac{n}{m} \cdot n \Rightarrow S = -\frac{n^2}{2m}.$$

Como la recta ha de pasar por el punto $(1,2)$, tenemos entonces que $m+n = 2$. Despejando, $n = 2-m$ y, sustituyendo en la fórmula para el área, obtenemos una función que depende de una variable, m, es decir,

$$S(m) = -\frac{(2-m)^2}{2m}.$$

Nuestro objetivo es optimizar esta función, para lo que calculamos la función derivada, que es

$$S'(m) = -\frac{m^2-4}{2m^2}.$$

Si hacemos $S'(m) = 0$, tenemos que $m^2 - 4 = 0$, de donde $m = -2$ y $m = 2$ son los valores críticos.

Sabemos de nuestro planteamiento que la pendiente m debe ser negativa así que descartamos $m = 2$ como posible solución del problema. Para poder afirmar que $m = -2$ es solución, tenemos que comprobar que en dicho valor la función alcanza su valor mínimo, tal y como se nos pide. Por tanto, calculamos la función segunda derivada de $S(m)$, que es

$$S''(m) = -\frac{4}{m^3}.$$

Sustituyendo el único valor crítico coherente con la semántica del problema $m = -2$ en $S''(m)$, tenemos que $S''(-2) > 0$, con lo que, efectivamente, en $m = -2$, la función $S(m)$ alcanza un mínimo relativo.

Sustituyendo ahora en la igualdad $m + n = 2$ se tiene que $n = 4$ y, de este modo, la recta buscada es $y = -2x+4$, mientras que el área que esta recta forma con los semiejes positivos es

$$S = -\frac{4^2}{2 \cdot (-2)} = 4 \text{ unidad}^2.$$

Nuevo problema propuesto

Determina la recta que no corta al plano $x-y+z = 7$ y cuyo punto más cercano al origen es $(1,2,3)$.

ISSN 1988-5318

LA HISTORIA Y SUS PERSONAJES

Emmy Noether

Una mujer con vocación matemática

Sergio Estrada Domínguez
Universidad de Murcia

Emmy Noether

La Teoría de Anillos Conmutativos creció alrededor de dos clases particulares de anillos: los anillos de polinomios en n variables sobre los números reales o complejos y los anillos de enteros asociados a un cuerpo de números algebraico.

David Hilbert (1862 – 1943) fue el primero en introducir el término «anillo» a partir de éste último ejemplo, pero la definición abstracta de anillo no apareció hasta la década de 1920. Concretamente fue en 1921, año en el que Emmy Noether publicó el artículo *«Teoría de Ideales en Anillos»* en el que se estableció la fundamentación axiomática de la Teoría de Anillos Conmutativos. Entre los conceptos fundamentales introducidos en este artículo, cabe destacar el de condición de cadena ascendente para ideales, que da lugar a la noción de *anillo noetheriano* (en honor de Noether).

En este trabajo, Noether probó que si un anillo es tal que toda cadena ascendente de ideales tiene un elemento maximal, entonces cada ideal es finitamente generado. Su contribución a la física de partículas también fue muy destacada.

Emmy Noether se doctoró en 1907 por la Universidad de Erlangen, Alemania. Realizó su tesis doctoral bajo la supervisión de Paul Gordan (1837–1912) y trató sobre teoría de invariantes. Sin embargo, su interés fue cambiando de la corriente constructiva al pensamiento axiomático conceptual.

En 1915 Hilbert y Klein la invitaron a trabajar en Gotinga, que en aquel momento era el principal centro matemático de Alemania, pero sus esfuerzos para conseguirle una plaza resultaron inútiles por tratarse de una mujer (el reglamento vigente de la Universidad de Gotinga indicaba de manera explícita que los candidatos debían ser hombres).

Hilbert se mostró molesto y en un consejo de facultad declaró: *«No entiendo por qué el sexo de un candidato debe ser un argumento en contra de su admisión. A fin de cuentas, somos una Universidad no un baño público»*.

Sin embargo, Hilbert encontró una manera para que ella pudiera impartir clases: las clases se anunciaban con el nombre de Hilbert y ella aparecía como ayudante. Posteriormente, a causa de los cambios políticos que se produjeron en Gotinga al finalizar la Primera Guerra Mundial, Noether pudo obtener una plaza en la universidad en 1923.

Durante la siguiente década, ejerció una gran influencia en el desarrollo de los conceptos básicos del álgebra moderna. Al igual que otros miembros judíos de la universidad, fue forzada a abandonar Gotinga en 1933.

Placa conmemorativa en su ciudad natal (Erlangen, Alemania)

Pasó los últimos dos años de su vida en la Universidad de Bryn Mawr cerca de Philadelphia y, al mismo tiempo, trabajó en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, donde coincidió con Albert Einstein. Con él trabajó sobre la teoría de la relatividad, donde contribuyó a dar el marco matemático para establecer los principios de conservación de la energía dentro de la relatividad general. Murió a consecuencia de una operación el 14 de abril de 1935. ■

GRANDES PROBLEMAS DE LA MATEMÁTICA

El buscaminas y su relación con el problema $\mathcal{P} = \mathcal{NP}$

Elisa Berenguel López
Estudiante de la UAL

Manuel Fernández Martínez
Becario de investigación de la UAL

¿Sabíais que el famoso juego del buscaminas, que podéis encontrar en cualquier ordenador, esconde en realidad uno de los problemas abiertos más apasionantes de las matemáticas y la informática? Pues así es, y de hecho esta cuestión es uno de los *Siete Problemas del Milenio*, seleccionados por el *Clay Mathematics Institute* de Cambridge (EEUU), que ofrece un millón de dólares a quien consiga resolver alguno de estos problemas.

ISSN 1988-5318

Como muchos de vosotros ya sabéis, el juego del buscaminas parte de un tablero formado por casillas, algunas de las cuales contienen minas, mientras que otras pueden informar del número de minas que se encuentran ocultas en sus celdas adyacentes. El objetivo es, partiendo de una casilla al azar, ser capaz de destapar todas las celdas que no contienen una mina. Por tanto, en cada paso, pueden ocurrir dos cosas: o bien la casilla elegida contiene una mina, o bien se descubre el número de minas que se encuentran escondidas en las casillas adyacentes a la seleccionada. Desde el punto de vista matemático, el interés de este juego radica en la posibilidad de averiguar si una configuración concreta para una partida de buscaminas se puede resolver.

Por ejemplo, en la siguiente figura se muestra una configuración posible para esta partida de buscaminas. Vamos a verlo. Denotemos por $c_{i,j}$ a la casilla ubicada en la fila i y en la columna j de este tablero. Entonces, observamos lo siguiente:

- $c_{1,1} = 1$, y la única casilla adyacente a ésta con una mina es la $c_{1,2}$.
- $c_{2,3} = 2$, siendo $c_{1,2}$ y $c_{3,4}$ sus dos únicas adyacentes que contienen una mina.
- $c_{2,5} = 2$, teniéndose que $c_{1,5}$ y $c_{3,4}$ son las únicas casillas que la rodean que tienen mina.
- $c_{3,2} = 2$, y $c_{3,1}$ y $c_{4,3}$ contienen mina únicamente.
- $c_{4,2} = 3$, con $c_{3,1}$, $c_{4,3}$ y $c_{5,2}$, las únicas adyacentes a ésta que poseen mina.
- $c_{4,4} = 3$, teniéndose que $c_{3,4}$, $c_{4,3}$ y $c_{4,5}$ son las únicas que tienen mina.
- $c_{5,1} = 1$, verificándose que $c_{5,2}$ es la única de sus adyacentes con mina.
- $c_{5,3} = 2$, obteniéndose que sus únicas casillas adyacentes con mina son $c_{5,2}$ y $c_{4,3}$.

1	*	X	X	*
X	X	2	X	2
*	2	X	*	X
X	3	*	3	*
1	*	2	X	X

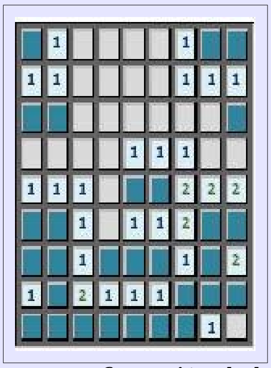
Ejemplo de configuración posible para una partida de buscaminas

Ahora bien, si por ejemplo la casilla $c_{1,1}$ de la partida anterior contuviese en su interior un 2, tendríamos una configuración imposible para esta partida de buscaminas, dado que la única casilla con mina que la rodea es la $c_{1,2}$.

Concurso de problemas

Problema propuesto

Seguro que después de ver el ejemplo que aparece en el artículo, os animáis a decirnos si la siguiente partida de buscaminas que os proponemos es posible.



¿Es posible esta configuración de buscaminas?

Envía tu solución a *bmatema@ual.es*

Si nos envías tu solución a este problema ***puedes obtener*** un regalo relacionado con las matemáticas valorado en unos 50€.

Para participar, sólo tienes que mandar tu solución a la dirección de correo electrónico *bmatema@ual.es*. Puedes escanear el papel en el que hayas elaborado la solución y enviárnosla a dicha dirección de correo electrónico.

Las bases de este concurso pueden consultarse en la página web del boletín: *boletinmatematico.ual.es*.

ISSN 1988-5318

A continuación, vamos a proporcionar algunos datos más sobre este interesante problema matemático, aunque esta información no es necesaria para abordar el problema propuesto.

En matemáticas, decimos que una configuración para una partida de buscaminas es *consistente*, si existe una distribución de minas en el tablero para las casillas ocultas, de manera que la numeración correspondiente a las celdas adyacentes a éstas sea coherente.

A principios de la década de los setenta, los matemáticos S. Cook y R. Karp introdujeron las clases de complejidad $\mathcal{P}$ y $\mathcal{NP}$. Un problema es de la clase $\mathcal{P}$, si puede resolverse mediante un algoritmo que utilice un número de pasos polinómico respecto de los datos de entrada, como por ejemplo, el cálculo del máximo común divisor de dos enteros, ordenar una lista de valores, o determinar si un número entero es primo. Desde el punto de vista computacional, este tipo de algoritmos resulta de gran utilidad, puesto que emplean menos tiempo de cálculo. Por su parte, la clase $\mathcal{NP}$ está compuesta por problemas tales como descomponer un número entero como producto de sus factores primos, o encontrar una clave de longitud n para abrir una caja fuerte, usando dígitos entre 0 y 9. Los algoritmos de la clase $\mathcal{NP}$ proponen una posible solución y comprueban posteriormente la validez de ésta. En la tabla adjunta podemos encontrar una comparativa referente al tiempo de cálculo utilizado por diversos algoritmos, en función del número de datos de entrada, y de la velocidad de éstos.

Richard Kaye, de la Universidad de Birmingham, demostró que el problema de determinar si una configuración de buscaminas es consistente, es equivalente al problema de la consistencia de un circuito lógico, y dado que se sabe que éste último pertenece a la clase $\mathcal{NP}$, se pudo demostrar que el problema subyacente al juego del buscaminas también estaba en la clase $\mathcal{NP}$. Por consiguiente, si fuese posible encontrar un algoritmo polinomial que permitiese determinar si una configuración dada para una partida de buscaminas es consistente, sería posible probar la conjetura $\mathcal{P} = \mathcal{NP}$, resolviéndose de esta forma uno de los famosos problemas del milenio. Actualmente, la mayoría de investigadores que trabajan en teoría de algoritmos sospechan que la respuesta al problema $\mathcal{P} = \mathcal{NP}$ es negativa. No obstante, dado que el funcionamiento de diversos sistemas de cifrado y descifrado de mensajes está basado en problemas pertenecientes a la clase $\mathcal{NP}$, una hipotética resolución del problema $\mathcal{P} = \mathcal{NP}$ en sentido positivo, podría comprometer seriamente la seguridad de dichos sistemas.

nº datos	n	n^2	2^n	10^n
10	10^{-8} s	10^{-7} s	$1{,}024 \cdot 10^{-6}$ s	10 s
10^2	10^{-7} s	10^{-5} s	$4{,}08 \cdot 10^{11}$ siglos	$3{,}22 \cdot 10^{81}$ siglos
10^3	10^{-6} s	10^{-3} s	$3{,}44 \cdot 10^{282}$ siglos	$3{,}22 \cdot 10^{981}$ siglos

Para tener algunos ejemplos en mente, recordemos que si n es el número de datos de entrada, el algoritmo para calcular el máximo común divisor de dos enteros necesita n pasos, el problema de multiplicar dos números puede hacer uso de n^2 pasos, el algoritmo de *fuerza bruta* para una partida de buscaminas emplea 2^n pasos, y el problema de averiguar una clave de longitud n de una caja fuerte, usando dígitos entre 0 y 9, utiliza 10^n pasos. Aquí, estamos suponiendo que el tiempo necesario para ejecutar el número de instrucciones indicado en cada columna de la tabla, se mide en nanosegundos (1 segundo $=10^9$ nanosegundos).

Aunque el problema del buscaminas pertenezca a la clase $\mathcal{NP}$, es posible proponer un método para intentar resolverlo. En efecto, un posible algoritmo basado en la *fuerza bruta* para determinar la consistencia de una configuración propuesta para una partida de buscaminas, consistiría en obtener las 2^n posibles combinaciones a comprobar, siendo n el número de casillas ocultas. Sin embargo, este algoritmo tarda demasiado tiempo dado que su orden es exponencial, y en consecuencia, no pertenece a la clase $\mathcal{P}$.

De este modo, observamos que las matemáticas se encuentran con frecuencia en nuestra vida cotidiana; en este caso, la solución de uno de los *Siete Problemas del Milenio* se encuentra implícita en un conocido juego de ordenador como es el buscaminas, que en definitiva, constituye un profundo problema de lógica matemática.

Podéis encontrar más información sobre este problema matemático en las siguientes direcciones web:

- *www.claymath.org/millennium/*.
- *www.claymath.org/millennium/P_vs_NP*.
- *web.mat.bham.ac.uk/R.W.Kaye/minesw/minesw.htm*.
- *www.claymath.org/Popular_Lectures/Minesweeper*.

■

MATEMÁTICAS Y CULTURA

Toboganes y el transbordador espacial

Alberto José Marín Fernández de Capel
Matemático licenciado en la UAL

De niños (y no tan de niños) hemos disfrutado deslizándonos por los toboganes de los parques infantiles. Estos toboganes consisten en una superficie deslizante que une dos puntos a diferentes alturas en línea recta y con una determinada inclinación. Pero, ¿por qué son siempre superficies planas? ¿Simplemente porque es más sencillo de construirlos o hay alguna otra razón?

Supongamos que queremos construir un tobogán que

 ISSN 1988-5318

nos permita llegar al suelo en el menor tiempo posible, recorriendo la misma distancia horizontal y sin necesidad de impulsarnos. Es decir, simplemente dejándonos caer, ¿cómo sería la forma de ese tobogán?

Un problema semejante de optimización, conocido como el problema de la *braquistócrona* (del griego, βραχίστος = braquistos = más breve, χρόνος = cronos = tiempo) o curva de mínimo tiempo (Figura 1), fue resuelto por los hermanos Bernoulli, que lo propusieron como un reto para los matemáticos de la época.

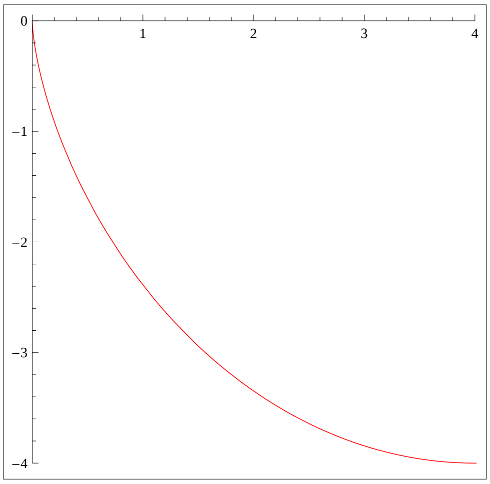


Figura 1: Braquistócrona

Isaac Newton resolvió el problema y lo envió anónimamente. Cuando John Bernoulli revisó la solución, exclamó: *«Reconozco al león por su garra»*, refiriéndose a Newton. La solución que Newton halló brillantemente, resultó ser un arco de una curva ya conocida, la cicloide (Figura 2). La cicloide es la trayectoria (rojo) que describe un punto de una circunferencia (azul) cuando ésta está rodando.

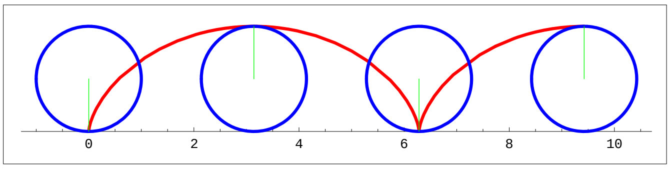


Figura 2: Ciclode

Cuando se lanza un vehículo espacial hacia una órbita terrestre (Figuras 4 y 5), siempre se optimiza la trayectoria para alcanzar dicha órbita en el menor tiempo posible, minimizando así el gasto de combustible y contribuyendo de ese modo a maximizar la carga útil que puede transportar. Como este problema es el caso inverso al del tobogán, la solución resulta ser una curva que, en esencia, tiene la forma de una braquistócrona invertida (Figura 3).

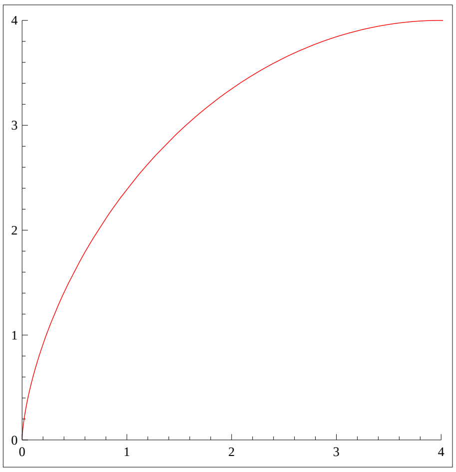


Figura 3: Braquistócrona invertida

Figura 4: Lanzamiento del Transbordador Espacial Atlantis. *NASA*

Figura 5: Lanzamiento del Transbordador Espacial Discovery. La sensación de trayectoria descendente es un efecto óptico debido a la curvatura de la Tierra. *NASA/Ben Cooper*

Referencias:

[1] Tom Logsdon, *Orbital Mechanics*, John Wiley & Sons, Inc. 1998, pp 158-164.

[2] William E. Wiesel, *Spaceflight Dynamics*, McGraw Hill International Editions 1997.

[3] *curvebank.calstatela.edu/brach/brach.htm*. ■

 ISSN 1988-5318

Resultado del concurso del número anterior

Problema propuesto en el número anterior

Prueba la siguiente igualdad:

$$\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}=1.$$

Nota: la raíz cúbica denota la raíz cúbica *real*.

En primer lugar, queremos agradecer a todas las personas que nos han enviado sus soluciones su interés en participar en el concurso y les animamos a que continúen haciéndolo. Tienen una buena oportunidad con el problema que acabamos de plantear.

De entre todas las soluciones correctas recibidas, la ganadora ha sido enviada por Jorge Miras Archilla, alumno de 1.º de Bachillerato del *IES «Aguadulce»*.

Queremos hacer una mención especial a la solución enviada por la alumna del mismo centro María del Carmen García Manzano.

¡Enhorabuena!

Jorge Miras

Solución enviada por el ganador:

Denominemos x al primer miembro de la igualdad, es decir,

$$x=\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}. \tag{1}$$

Como se trata de demostrar una igualdad, trabajaremos sobre ese primer término. Al tratarse de raíces cúbicas intentaremos desarrollarlo mediante el *binomio de Newton*:

$$x^3=\left(\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)^3+3\left(\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)^2\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+$$
$$+3\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\left(\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)^2+\left(\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)^3.$$

Al elevar al cubo dos de las raíces, éstas se eliminan, así como $+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}$ y $-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}$ por lo que

$$x^3=2+3\left(\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)^2\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+$$
$$+3\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\left(\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)^2.$$

Si ordenamos convenientemente extrayendo factor común obtenemos que:

$$x^3=2+3\underbrace{\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}}_{\text{suma por diferencia}}\left(\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right),$$

por lo tanto,

$$\begin{aligned}x^3&=2+3\sqrt[3]{1-\frac{4}{9}\cdot\frac{7}{3}}\left(\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)\\&=2+3\sqrt[3]{1-\frac{28}{27}}\left(\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right)\\&=2+3\sqrt[3]{-\frac{1}{27}}\left(\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}+\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}\right).\end{aligned}$$

Convertimos 27 a potencias de 3 y obtenemos 3^3 y, junto al -1 lo sacamos de la raíz como $-\frac{1}{3}$, que se simplifica con el 3, con lo que nos queda que:

$$x^3=2-\sqrt[3]{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}-\sqrt[3]{1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{7}{3}}}.$$

Aplicando la ecuación (1) obtenemos que

$$x^3=2-x.$$

Si ordenamos los términos tenemos la ecuación de tercer grado

$$x^3+x-2=0,$$

en la que utilizaremos el *método de Ruffini* para encontrar sus raíces:

$$\begin{array}{c|cccc} & 1 & 0 & 1 & -2\\ 1 & & 1 & 1 & 2\\ \hline & 1 & 1 & 2 & \boxed{0}\end{array}$$

por lo que $x=1$ es una raíz de dicho polinomio y quedaría comprobada la igualdad si vemos que no quedan más soluciones. Busquemos, entonces, las raíces de $x^2+x+2=0$ que vienen dadas por

$$x=\frac{1\pm\sqrt{1-8}}{2}=\frac{1\pm\sqrt{-7}}{2}\notin\mathbb{R}.$$

Como ya no hay más soluciones reales, la igualdad quedaría probada.

ISSN 1988-5318

MATEMÁTICAS Y OTRAS CIENCIAS

Aplicación de los modelos de regresión lineal y no lineal a la geología

Adela Carretero López
IES Celia Viñas (Almería)

Que ciencias tales como la Física o la Química están muy relacionadas con las Matemáticas es algo que nadie discutiría a la luz de teorías como la Relatividad o la Química Cuántica por ejemplo. Sin embargo son muchas las ciencias experimentales que emplean las matemáticas para resolver sus problemas. Por ejemplo, la determinación de las constantes en las dependencias funcionales de los modelos teóricos es uno de los problemas más importantes de dichas ciencias experimentales. Así, para la obtención de estas constantes se suele proceder al ajuste de dicho modelo a los datos experimentales existentes del fenómeno que se intenta parametrizar.

En la explicación de este procedimiento es muy usual emplear modelos lineales, en los que a los datos experimentales se les ajusta una línea recta, de modo que mediante el estudio de la pendiente o la ordenada en el origen se pueden obtener características importantes del sistema estudiado, como por ejemplo la *constante de Hooke* si se estudia la elongación de un muelle, o la resistencia de un determinado circuito si se estudia la *ley de Ohm*.

En general, para los ajustes lineales puede emplearse una calculadora convencional que tenga las funciones estadísticas básicas, aunque desde hace ya bastante tiempo puede encontrarse un gran número de programas comerciales como *Mathematica*, *Derive*, *Matlab* o software libre como *Gnuplot* (tanto en su versión *Windows* como *Linux*) u *Octave*.

En la mayoría de los casos, dichos programas además de incluir los algoritmos para realizar ajustes lineales, permiten también realizar ajustes de funciones con un comportamiento no lineal, aunque, este tipo de tratamiento tiene la dificultad añadida, de que en general hay que proponer el tipo de funciones que pueden modelizar el fenómeno estudiado.

Los alumnos de los últimos cursos de bachillerato tienen un nivel suficiente de matemáticas para abordar problemas con un comportamiento lineal y realizar ajustes por mínimos cuadrados lineales, sin embargo tienden de manera natural a considerar que todos los ajustes son de este estilo linealizando cualquier tipo de comportamiento experimental.

A continuación presentamos un problema típico de geología que demuestra a los alumnos que no es siempre posible linealizar los problemas, de modo que es necesario proponer otro tipo de comportamientos para describir correctamente la experiencia.

Enunciado del problema:

A partir de la realización de una campaña de prospección en un perfil de dirección N-S, con sentido hacia el sur con el objeto de obtener la gravedad relativa (Γ) o *Anomalía de Bouguer* se han obtenido los datos que se muestran en la tabla que aparece más abajo donde N es el número de estación (0 es la base), D es la distancia a la base, A la altitud, Γ es la variación de la gravedad respecto a la base y C es la corrección observada en cada estación.

Analícese si la *Anomalía de Bouguer* obtenida depende linealmente de las distancias relativas respecto a la situación de la base. La base, situada en el hemisferio sur, tiene una latitud de $\phi = 30$ grados S y la densidad media del terreno ρ es de 2 g/cm^3.

N	D(m)	A(m)	Γ	C
0	0	40	0	0,1
1	20	50	−2,48	0,35
2	40	55	−3,584	0,35
3	80	40	0,252	0,02
4	100	35	1,299	0,2
5	120	25	3,728	0,05
6	140	32	2,125	0,1

En primer lugar deben hacerse una serie de correcciones debidas a la variación de la altitud, latitud y topografía, de modo que la anomalía final para la estación i-ésima $\Gamma_f(i)$ viene dada por la ecuación:

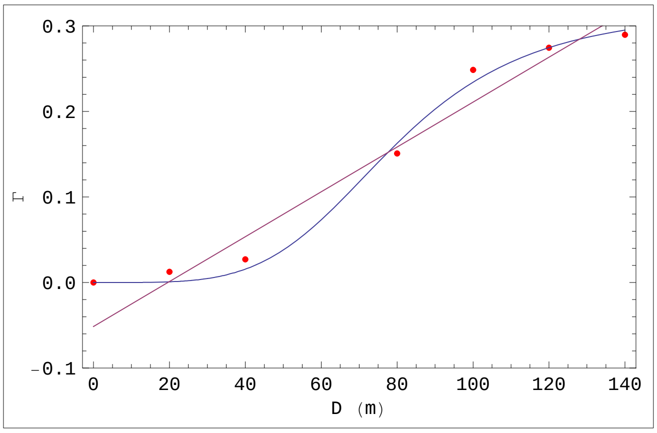
$$\Gamma_f(i) = \Gamma(i) - 0,0081 Sen(2\phi)\frac{D(i)}{10} + (0,3086 - 0,04191\rho)(A(i) - A(0)) + (C(i) - C(0))$$

obteniéndose finalmente que los datos a analizar son:

N	D(m)	Γ_f
0	0	0
1	20	0,0124994
2	40	0,0270989
3	80	0,150798
4	100	0,248597
5	120	0,274497
6	140	0,289656

En la figura siguiente se representa la anomalía final corregida en función de la distancia de cada estación a la base. Como puede observarse los puntos experimentales (mostrados en color rojo) presentan una clara tendencia no lineal, por lo que el ajuste lineal de los datos (recta de color azul), presenta un coeficiente de regresión inferior a 0,96.

 ISSN 1988-5318



Modelizando adecuadamente el problema presentado, es posible proponer un comportamiento de la curva experimental dado por la función de saturación:

$$\Gamma_f = \frac{a_1}{1 + \exp(a_2 + a_3\,D) + \exp(a_4 + a_5\,D)}$$

donde los coeficientes a_i serían parámetros por determinar. Utilizando el programa *Mathematica*, con el paquete `Nonlinearegression`, es fácil programar dicho ajuste mediante el código que se muestra a continuación:

```
Needs["NonlinearRegression`"];
datos = {{0, 0.}, {20, 0,0124994}, {40, 0,0270989}, {80, 0,150798},
{100, 0,248597}, {120, 0,274497}, {140, 0,289656}};
modelo1 = a1/(1 + E^(a2+a3*Log[D]) + E^(a4+a5*Log[D]));
modelo2 = a1 + a2*D;
ajuste1 = NonlinearRegress[datos, modelo1, a1, a2,
a3, a4, a5, x];
ajuste2 = NonlinearRegress[datos, modelo2, a1, a2, x]
```

Cuando se ejecutan las órdenes ajuste1 y ajuste2, el programa procede a realizar los ajustes no lineal y lineal respectivamente empleando los modelos 1 y 2. La salida permite obtener los parámetros que mejor ajustan los datos experimentales, y otras informaciones, entre las que se incluyen una tabla ANOVA, que puede utilizarse para calcular los coeficientes de regresión que en el caso del ajuste no lineal es próximo a 0,99.

Puede concluirse, que existen muchas disciplinas científicas como la Geología, que también emplean las matemáticas para modelizar los datos experimentales que se obtienen en sus observaciones. Es importante señalar que el uso de nuevas herramientas informáticas, permite analizar casos que por su complejidad son difícilmente abordables con los medios de cálculo tradicionales. ■

MUJERES Y MATEMÁTICAS

Jocelyn Bell Burnell

Historia de una excepcional astrónoma que participó en uno de los momentos más fascinantes de la astronomía actual: el descubrimiento de los púlsares, estrellas de neutrones

Maribel Ramírez Álvarez
Universidad de Almería

Jocelyn Bell

Para despedir el Año Internacional de la Astronomía (2009), qué mejor manera de hacerlo que con un merecido homenaje a una de las astrónomas más relevantes del siglo XX, desconocida para muchas personas: Jocelyn Bell Burnell, una astrofísica nacida en Belfast, el 15 de julio 1943, cuya aportación ha sido fundamental para el avance de la astrofísica, y a la que a nuestro parecer, la historia le ha tratado de manera injusta.

Jocelyn Bell Burnell es un buen ejemplo de mujer dedicada a la astronomía y que además ha sido nexo de unión entre dos épocas: una, dominada por los hombres y donde ser mujer y astrónoma era algo peculiar, y la época actual.

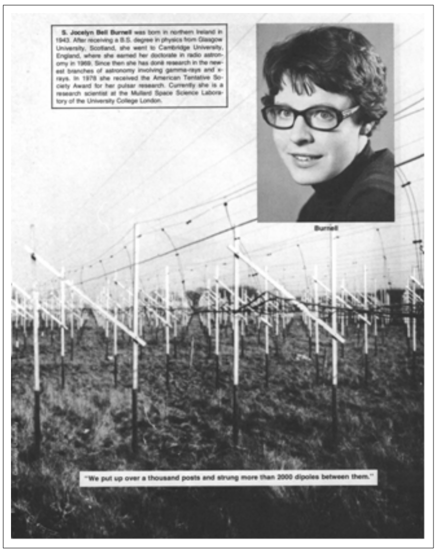
Como asegura Josefa Masegosa [1], Jocelyn es la prueba viva de una científica de este siglo que ha superado todos los obstáculos. Jocelyn Bell proviene de una familia cuáquera de Irlanda. Desde muy pequeña leía cualquier libro de astronomía que hubiese en la librería de su padre. Su favorito era *Fronteras de la Astronomía*, de Fred Holey.

Masegosa cuenta que su carrera profesional comenzó a la edad de once años, cuando no superó el examen que determinaba las aptitudes para realizar una carrera superior universitaria, y sus padres la enviaron a la Mount School, en la ciudad inglesa de York, un colegio religioso para chicas. Pero Jocelyn tenía muy claro qué quería ser en el futuro. Así, en 1961 escribe al astrónomo inglés Bernard Lovell, para que le aconseje qué debe hacer para ser radioastrónoma. Lovell le sugiere que estudie Físicas o Electrónica.

En 1961 se matricula en Ciencias Físicas por la Universidad de Glasgow, en contra de todas las recomendaciones de su entorno, que le aconsejaban que abandonase, ya que era la única mujer en la licenciatura de Físicas. No sólo no abandonó, sino que después ingresa en Cambridge para realizar el doctorado. Apenas meses después, con escasos veintidós años, entra a formar parte del equipo de Anthony Hewish como estudiante de doctorado.

Como parte de su tesis doctoral utiliza un nuevo radiotelescopio, que ella ayudó a construir. Dicho radiotelescopio le permitió entrar en la historia de la ciencia, ya que gracias a él pudo estudiar por qué las ondas de radio procedentes de estrellas lejanas presentaban grandes variaciones.

Pero mientras que la investigación marchaba bien, una inexplicable interferencia aparecía en sus gráficos... *«una mañana de agosto de 1967, en su análisis rutinario, Jocelyn observa un extraño pico en la señal que se repite periódicamente cada pocos segundos como un pulso. Una señal así, parece típicamente de procedencia humana, pero había algo de extraño en ella...»* [2].



Al principio, Bell y su director de tesis, Anthony Hewish, pensaron que la señal debía ser una especie de interferencia terrestre. Parece ser que éstas son normales en radioastronomía. Pero a pesar de intentarlo de todas las maneras posibles, Bell y Hewish no podían eliminar la señal. Provenía de algún lugar de la galaxia. Tras un detallado análisis se encontraron con que la señal tenía pulsos a intervalos regulares (se apagaba y se encendía tan rápidamente como el tictac de un reloj gigante) y en 1967 nadie sabía qué fuente de radio natural en la galaxia podría enviar una señal con una precisión tan alta, y los investigadores comenzaron a sospechar la posibilidad de que el origen no fuera natural. En un principio parecía que la única explicación posible podría ser las «criaturas verdes con antenas» del espacio y medio en broma, empezaron a referirse a la fuente como LGM (little green men).

Un poco después se formuló una teoría más seria. La señal LGM al final no tenía relación con civilizaciones alienígenas. En menos de un año se detectaron varios objetos pulsantes similares. Su origen, se aceptó ampliamente, eran estrellas de neutrones rotando velozmente, y fueron acertadamente denominadas *«púlsares»*.

Púlsar de la Nebulosa del Cangrejo. NASA y ESA

¡Qué emocionante debió de ser para Jocelyn cuando se dio cuenta de que había descubierto algo nuevo en el Universo! El trabajo que anunciaba este descubrimiento contenía cinco nombres, el de Hewish el primero, el de Bell el segundo, y el de tres colaboradores que eran bien conocidos por toda la comunidad científica. Esto le valió a Hewish y a Ryle para la concesión del Premio Nobel de Física en 1974, sin la inclusión de Bell, a pesar de que era bien conocida su participación activa en este acontecimiento, lo que fue muy controvertido.

Algunos argumentan, sin embargo, que el premio fue concedido a Ryle y Hewish por su trabajo en el campo de la radioastronomía general. Lo que cabe destacar es el hecho de que Jocelyn siguió trabajando de manera constante y con el mismo empeño de seguir adelante, e incluso se sintió muy orgullosa del honor recibido por Hewish. Educadamente, Jocelyn dijo de sí misma: *«Creo que la "notoriedad" que he alcanzado descubriendo púlsares me ha ayudado enormemente a encontrar trabajo»*.

Cuando terminó su tesis en Cambridge en 1968, continuó con una carrera muy activa en Astronomía en distintos centros: en la Universidad Southampton (donde ingresó como investigadora en 1969); en el Mullard Space Science Laboratory; en el University College de Londres y en el Observatorio Real de Edimburgo, además de ser profesora de la Open University entre los años 1973 y 1987, y catedrática desde 1991.

Por último hay que resaltar que en los últimos años de carrera profesional, entre 2001 y 2004, fue presidenta de la Royal Astronomical Society y Decana de Ciencias en la Universidad de Bath.

Actualmente, es profesora visitante en la Universidad de Princeton. A pesar de no haber obtenido el Premio Nobel junto a Hewish por su descubrimiento, sí ha sido galardonada en numerosas ocasiones y ha recibido numerosos títulos honoríficos [4].

A lo largo de toda su vida, Jocelyn ha sido una gran promotora del trabajo de las mujeres. Aún lo sigue siendo. Terminamos con una frase suya [Science 304, p. 489, 2004]: *«Las mujeres y las minorías no deberían hacer todo el esfuerzo de adaptación. Es momento de que la sociedad se movilice hacia las mujeres, y no las mujeres hacia la sociedad»*.

Referencias

[1] Josefa Masegosa: Mujeres en la Astronomía. Astronomía, ISSN 1699-7751, Nº. 107, 2008 , págs. 34-41.

[2] *www.iaa.es/revista/pdf/n23.pdf*.

■

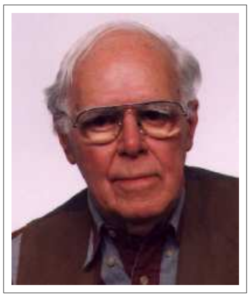
[4] *es.wikipedia.org/wiki/Jocelyn_Bell_Burnell*.

Citas Matemáticas

«La generación de números aleatorios es un asunto demasiado importante como para dejarlo al azar.»

Donald E. Knuth (EEUU, 1938–) padre del análisis de algoritmos y creador, entre otros, del sistema de escritura científica TEX.

«Siempre he creído que el mejor camino para hacer las Matemáticas interesantes a los alumnos y profanos es acercarse a ellos en son de juego.»



Martin Gardner (EEUU, 1914–), divulgador científico, responsable entre 1956 y 1981 de la columna *«Mathematical Games»* de la famosa revista de divulgación científica *«Scientific American»* (editada en español bajo el nombre *«Investigación y Ciencia»*).

Páginas web de interés

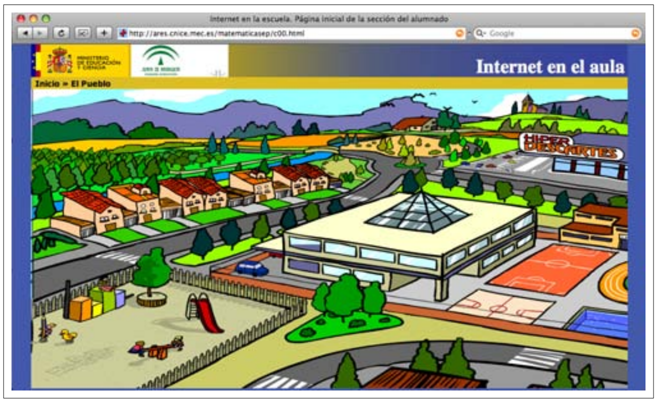
Proyecto Cifras

ares.cnice.mec.es/matematicasep

Se trata de un recurso de matemáticas para la educación primaria con unas actividades interactivas y un entorno gráfico especialmente diseñadas para el público al que se dirige.

La página de inicio se divide en tres partes, profesores, alumnos y público en general. El alumno comienza visualizando una animación donde se presentan los personajes y su entorno, dividido en cuatro zonas. En el parque Tales (primer ciclo), el polideportivo Pitágoras (segundo ciclo) y el hiper Descartes (tercer ciclo) se desarrollan determinados contenidos enlazados a través de elementos gráficos. En cada uno de ellos se presentan distintas actividades de numeración, medida, geometría y representación de la información. En el colegio Eratóstenes se desarrollan otros aspectos históricos, lúdicos o artísticos de las matemáticas.

El público en general y el profesorado en particular dispone de guiones de las actividades con sus objetivos, contenidos y criterios de evaluación, clasificados por bloques de contenidos y ciclos. Aún más relevante es la guía de cada actividad, con su justificación, aprovechamiento y funcionamiento. Los recursos en la web vienen clasificados por numeración y operaciones, la medida, geometría, tratamiento de la información, profesores, familias, juegos, historia, comunidades autónomas y otros.



Cabe destacar finalmente la bibliografía, donde además de los bloques fundamentales, encontramos referencias de historia, literatura, revistas, materiales curriculares, matemáticas recreativas y vídeos.

Reseña de José Carmona Tapia
Universidad de Almería

Lecturas recomendadas sobre divulgación matemática

¿Es Dios un matemático?

Mario Livio.

Ficha Técnica
Editorial Ariel
301 páginas
ISBN: 978-84-344-8798-7
Año 2009

Mario Livio es un astrónomo que ya ha escrito algunos libros dedicados a la divulgación matemática (*La proporción áurea*, *La ecuación jamás resuelta*,...). El llamativo título del libro está motivado por «la aparente omnipresencia y omnipotencia de la Matemáticas» en las diversas ramas del conocimiento humano. Una de las primeras cuestiones planteadas por el autor es si las Matemáticas son una invención del hombre o de si, por el contrario, existen de forma independiente de la mente humana. En este segundo caso, el papel de los investigadores sería el de meros descubridores de las verdades matemáticas, al igual que los astrónomos descubren galaxias desconocidas hasta el momento. La opinión de la comunidad científica al respecto no es unánime. Por eso se incluyen en este libro argumentos y opiniones a favor y en contra de ambas opciones.

Otro aspecto interesante de las Matemáticas es su sorprendente eficacia a la hora de describir y explicar el mundo que nos rodea. Esta eficacia es mucho más sorprendente en los casos en los que es consecuencia del interés de los matemáticos por explorar conceptos y relaciones de manera abstracta, sin que medie ninguna motivación práctica. Como ejemplo se cita la teoría de nudos. Esta teoría fue iniciada por Vandermonde en el siglo XVIII, pero fue en el siglo XIX cuando recibió un gran impulso al ser utilizada por Lord Kelvin para proporcionar su modelo de átomo. Aunque este modelo fue descartado, los matemáticos siguieron avanzando en la teoría de nudos. Este desarrollo permitió posteriormente su uso a la hora de entender el funcionamiento del ADN o de intentar compatibilizar la teoría de la relatividad general con la mecánica cuántica, por citar algunas de sus aplicaciones más importantes.

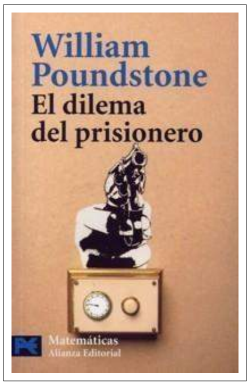
Para arrojar luz sobre las anteriores cuestiones y otras planteadas en el libro, el autor hace un recorrido por la historia desde la antigua Grecia hasta la actualidad, comentando algunas de las aportaciones más interesantes realizadas a la ciencia por matemáticos de talla de Arquímedes, Galileo, Descartes y Newton, entre otros.

Reseña de Antonio Morales Campoy
Universidad de Almería

El dilema del prisionero.

John von Neumann, la teoría de juegos y la bomba.

William Poundstone.



Ficha Técnica
Alianza Editorial
422 páginas
ISBN: 978-84-206-5840-9
Año 2004

Este magnífico libro narra el comienzo y desarrollo, durante las décadas posteriores al fin de la Segunda Guerra Mundial, de una importante teoría matemática, la Teoría de Juegos, que analiza situaciones de conflicto de intereses en busca de una estrategia óptima para cada participante. Su curioso nombre deriva de los primeros análisis que se hicieron de juegos como el póquer y que posteriormente se extenderían a situaciones mucho más complicadas de la vida real, como las que aparecen en la Economía. Dicha teoría tuvo una enorme trascendencia en las mencionadas décadas debido al gran conflicto en que se hallaba inmerso el mundo: la Guerra Fría, con intereses encontrados de las grandes superpotencias EEUU y URSS, tras los que acechaba continuamente el estallido de una guerra nuclear. También incluye esta obra una biografía del padre de la Teoría de Juegos, el extraordinario matemático húngaro John von Neumann.

El autor explica de manera excelente los aspectos básicos de esta teoría matemática ilustrándolos con numerosos ejemplos y experimentos reales e incluyendo varios dilemas a los que se ha prestado mucha atención por los interesantes problemas que plantean. La exposición matemática va intercalándose a lo largo del libro con una exposición histórica de los episodios más destacados en la carrera armamentística nuclear EEUU-URSS durante aquellas décadas y con la interesante biografía de von Neumann, que encaja perfectamente en ambas, pues además de creador de esta teoría, participó en la fabricación de la primera bomba nuclear y fue miembro de la Comisión de Energía Atómica. En esta biografía encontramos numerosas anécdotas que corroboran su calificación de mejor cerebro del s. XX.

Terminamos esta breve reseña con el dilema que da título al libro para hacer pensar al lector. *«Dos hombres, acusados de cometer juntos un grave delito, están encerrados en dos celdas separados y no pueden comunicarse de ningún modo. La policía está convencida de que son culpables pero no tiene las pruebas suficientes para condenarlos por este delito. Pretenden condenarlos a los dos a un año de cárcel bajo un cargo menor*

ISSN 1988-5318

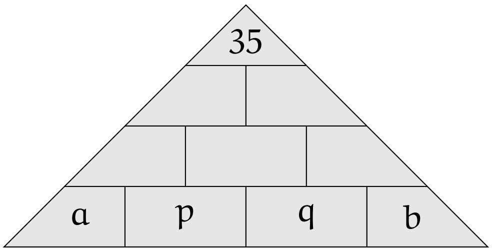
pero no renuncian a que uno pague por este delito. Así que se les dice a cada uno que: si uno se confiesa culpable, pero el otro no, el primero saldrá en libertad y el otro será condenado a tres años de cárcel; si los dos testifican el uno contra el otro ambos serán condenados a dos años de prisión». ¿Qué decisión deben tomar?

Reseña de Juan Cuadra Díaz
Universidad de Almería

Acertijos

El enigma de la pirámide

Completa la pirámide colocando un número natural en cada bloque. Cada uno de los números de las tres últimas filas debe coincidir con la suma de los números situados en los dos bloques que tiene debajo.



Pistas:

- ✶ Los números a y b son primos consecutivos.
- ✶ $a < b$.
- ✶ a es un número par.
- ✶ p y q son primos.
- ✶ $p < q$.

APLICACIONES DE LAS MATEMÁTICAS

Las Matemáticas que mueven nuestro dinero

Juan Carlos Luengo López
Matemático licenciado en la UAL

Una de las aplicaciones más comunes de las matemáticas hoy en día se da en el mundo de las finanzas. Seguro que todos hemos oído hablar de ellas, pero ¿qué son en realidad las finanzas? En resumen, no son más que actividades relacionadas con el intercambio de dinero y otros bienes, entre empresas o particulares, a través de un mercado que establece las condiciones de esos intercambios.

En dicho mercado, nos encontramos multitud de productos conocidos por todos tales como acciones de empresas que cotizan en bolsa, materias primas (oro, petróleo...) o divisas, que se llaman activos básicos. Pero, aparte de éstos, hay otros productos que se denominan activos derivados y que están basados en los anteriores.

Uno de los activos derivados más comunes son las opciones. Por ejemplo, una opción de compra sobre una acción de una empresa, nos da derecho (no obligación) a comprar dicha acción dentro de un tiempo acordado a un precio fijado hoy. Así, en el mundo del fútbol son muy comunes las opciones de compra sobre jugadores para la próxima temporada. Hay muchos más activos, pero las opciones son las más sencillas.

Estos productos tienen numerosas utilidades, aunque la más utilizada por bancos, empresas multinacionales o inversores es la de cubrir el riesgo. Veámoslo con un ejemplo. Supongamos que hemos comprado un artículo en EEUU por valor de 150$ (que a día de hoy son unos 100€) y hemos acordado pagarlo dentro de 1 año. Pasado este tiempo, puede ocurrir que 150$ no sean 100€, porque la divisa haya cambiado, y que sean 120€ lo cual nos obligaría a pagar 20€ más de lo que hemos acordado. También es posible que sean 90€ y entonces paguemos menos. Entonces, ¿qué hacemos para evitar este riesgo? Una buena solución será comprar una opción sobre la divisa que nos dé 150$ a cambio de 100€ dentro de un año. Con esta compra eliminamos el riesgo de tener que pagar más dentro de un año con el inconveniente de que tenemos que pagar la opción, que podría costarnos unos 5 ó 10€.

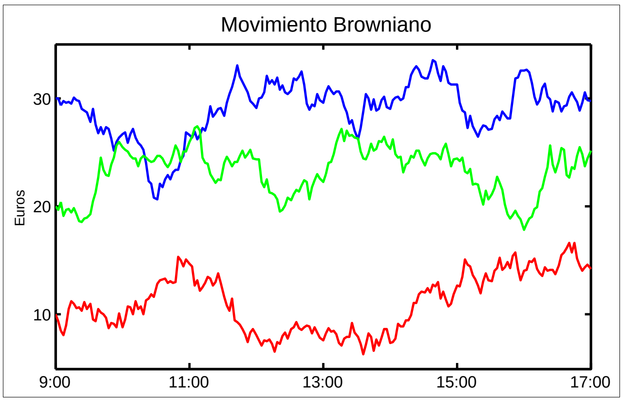
La pregunta que nos hacemos ahora es, ¿cuánto deben valer estos productos? En este momento es cuando entran en juego las matemáticas. La premisa de la que se parte es lo que se conoce como «ausencia de arbitraje», es decir, no se puede ganar dinero sin que haya riesgo. Tras esta sencilla hipótesis se ha desarrollado una rama de las matemáticas conocida como Matemática Financiera.

La forma más utilizada hoy en día para calcular el valor justo para opciones, futuros y demás productos derivados es el modelo de *Black–Scholes–Merton* publicado en 1973 y que les valió el Premio Nobel de Economía de 1997 a Myron Scholes, Robert Merton y Fisher Black (a éste último se lo concedieron a título póstumo, ya que murió dos años antes).

A pesar de lo sencillo del problema, las matemáticas empleadas para resolverlo son muy complejas y la fórmula que se suele utilizar para valorar las opciones es bastante

ISSN 1988-5318

complicada. No obstante, diremos que en este modelo se supone que el precio de una acción sigue un *movimiento geométrico browniano*.



Gráfica de la cotización de las acciones de tres empresas a lo largo de un día, simulada según el movimiento browniano

Una de las principales características de este movimiento es que no depende de lo sucedido anteriormente; es decir, que el precio de una acción lleve un tiempo bajando, no quiere decir que, en el futuro, la probabilidad de bajar sea mayor que la de subir.

Éste fue el primer modelo que consiguió tratar el riesgo usando matemáticas, operar con él y decidir qué estrategia es la más conveniente para eliminarlo, así como estimar el riesgo de impago. A partir del modelo mencionado, se han desarrollado otros modelos para valorar activos más complejos.

Las finanzas suelen ser un mundo desconocido para muchos, pero de vital importancia en nuestra sociedad, y a través de las matemáticas, podemos conocerlo un poco mejor. El crecimiento que ha sufrido en los últimos años ha sido espectacular y podemos decir que, en parte, ha sido gracias a la inclusión de las matemáticas. Desde que se creó el modelo de *Black–Scholes–Merton*, han tenido un papel muy importante en la mayoría de decisiones sobre inversiones, compra de acciones... en cualquier empresa.

Puedes obtener más información acerca del modelo Black-Scholes pinchando *aquí* [5]. ■

REDES SOCIALES

Almería Matemática

Un nuevo grupo en Facebook

Manuel Fernández Martínez
Becario de investigación de la UAL

Almería Matemática en Facebook

Hoy día, Internet se ha convertido en una de las herramientas de comunicación más utilizadas en el mundo, permitiendo la aparición de las denominadas *redes sociales*, que favorecen el contacto entre usuarios localizados en diferentes zonas geográficas. Una de las ventajas que la vertiginosa evolución de la red experimenta, consiste en la disponibilidad casi inmediata de todo tipo de información, y en particular, de aquélla de carácter científico, no permaneciendo las matemáticas ajenas a ello. De este modo, podemos acceder a una gran variedad y diversidad de contenidos matemáticos, tanto divulgativos como orientados a la investigación. Así pues, ha surgido de manera natural la creación de una red social para divulgar las matemáticas y poner en contacto a los diferentes colectivos de nuestro entorno relacionados con ésta.

En este sentido, un grupo de estudiantes de la titulación de matemáticas de la Universidad de Almería, hemos reparado en la idea anteriormente expuesta, observando las múltiples oportunidades que la red nos ofrece para divulgar temas relacionados con esta ciencia, así como la posibilidad de aumentar el contacto existente entre los centros de educación secundaria y el ambiente universitario, pues consideramos que de esta forma podemos llegar a un espectro más amplio de alumnos que se pueden interesar por las matemáticas. En definitiva, pensamos que se pueden explotar las posibilidades de Internet para hacer llegar a los estudiantes una información de mayor calidad relacionada con nuestra titulación, permitiendo de esta manera una comunicación más fluida con el mundo matemático.

Con este objetivo, hemos creado un grupo en *Facebook*, que hemos acordado en denominar *Almería Matemática*. En dicho espacio, pretendemos ofrecer todo tipo de información relacionada con el mundo de las matemáticas en nuestra provincia: vídeos matemáticos, construcciones geométricas curiosas (como los fractales), publicaciones interesantes, noticias, ofertas de empleo para estudiantes de nuestra titulación, información de la carrera, dudas que nos plantéen los estudiantes, etc. También pretendemos que nuestros visitantes sean protagonistas en dicho grupo, planteando cuestiones, mostrándonos sus inquietudes, enviándonos sus trabajos, o incluso, proponiendo problemas o juegos matemáticos.

Para poder participar en el mismo, sólo es necesario disponer de una cuenta de usuario de *Facebook*, y unirse como nuevo miembro de Almería Matemática. Esperamos que esta idea sea de vuestro agrado y tenga éxito, tanto en los centros de educación secundaria, como en el ambiente universitario. Venga, ¡apúntate ya! ¿A qué esperas? ■

[5] *www.monografias.com/trabajos21/modelo-black-scholes-merton/modelo-black-scholes-merton.shtml.*

 ISSN 1988-5318

PROFESIONALES FORMADOS EN LA UAL

Rafael Rumí Rodríguez

Entrevista a un antiguo alumno de la UAL

Elisa Berenguel López
Manuel Fernández Martínez
Carmen Gádor Garzón Escamilla
Darío Ramos López
Estudiantes de la UAL

Rafael Rumí

Rafael Rumí terminó sus estudios en Matemáticas en la Universidad de Almería en el año 1998. Tras finalizarlos trabajó en Sevilla, en el *Instituto de Estadística de Andalucía* (IEA), y en Madrid, en la empresa *CORITEL* como programador informático. En el año 2000 se incorporó al Departamento de Estadística y Matemática Aplicada de la UAL como profesor asociado, y en el 2003 obtuvo el título de doctor. En la actualidad sigue ligado al mismo departamento como profesor Contratado Doctor.

Cuéntanos tu experiencia en la carrera de Matemáticas en la Universidad de Almería, así como tus perspectivas al acabar ésta. ¿Qué opciones te planteaste al finalizar tus estudios?

La carrera de Matemáticas al principio me sorprendió un poco, pero me acabó conquistando, no sólo por los contenidos, sino por la forma de impartirlos y por los compañeros que tuve. Sinceramente, superó mis expectativas. Al terminar la carrera comencé con los cursos de doctorado y busqué una beca, siempre con la idea de volver a la UAL, para hacer la tesis doctoral e incorporarme al departamento como docente e investigador.

Explícanos un poco en qué consistía tu labor como programador en Madrid. ¿Qué conocimientos matemáticos de los adquiridos en la carrera te fueron de mayor utilidad? ¿Cómo describirías la importancia de las matemáticas para el desarrollo de la informática?

Estuve programando en HTML y en JAVA para dos portales inmobiliarios en Internet. Los conocimientos matemáticos me fueron útiles, pero sin duda la forma de razonar y la resolución de problemas fueron las habilidades que más apliqué en esos trabajos. De hecho, los matemáticos son profesionales muy bien considerados en la empresa privada, no sólo en el sector de la informática, sino también en otros como el de la banca, auditoría o seguros. Matemáticas e informática son dos disciplinas que van cogidas de la mano y así es como obtienen ambas los mejores resultados. Se complementan a la perfección.

Antes de ser profesor contratado doctor en la Universidad de Almería, ¿obtuviste alguna beca de investigación?

Obtuve una beca de formación en el Instituto de Estadística de Andalucía, en la que aprendí cómo se realizan las estadísticas que publica el IEA. No era una beca de investigación, pero me permitía financiar mis estudios de doctorado que compaginaba en la UAL.

¿Cómo escogiste el tema para la tesis doctoral?

Una de las asignaturas que más me gustaron de la carrera fue Estadística Computacional, así que me puse en contacto con Antonio Salmerón, que era el profesor, y me propuso un tema del mismo estilo, que mezcla estadística y probabilidad con programación: las Redes Bayesianas.

De tus trabajos de investigación, ¿cuál consideras más interesante? ¿Podrías comentar en qué consiste el proyecto Elvira?

Quizás el trabajo más interesante sea uno de los últimos, que se publicará próximamente en colaboración con dos profesores de Dinamarca y Noruega, en el que comparamos los estimadores máximo verosímiles, con los estimadores mínimo cuadráticos de los parámetros del modelo desarrollado por nosotros en mi tesis doctoral, para trabajar con variables discretas y continuas simultáneamente en una Red Bayesiana. El proyecto Elvira es un software de libre distribución creado por investigadores de diferentes universidades españolas, en el que se han implementado la mayoría de los métodos existentes en modelos gráficos probabilísticos, y los más innovadores, puesto que ha sido el banco de pruebas de numerosas investigaciones y tesis doctorales, como la mía.

¿Cuál ha sido el momento de mayor satisfacción durante tu carrera profesional?

En el plano profesional el día de la defensa de mi tesis doctoral, al ser el momento en el que se ve recompensado el esfuerzo que supone la realización de una tesis, sobre todo al compaginarlo con la docencia a tiempo completo.

¿Cuáles son las posibilidades reales de trabajar en la universidad hoy día? ¿Es un reto factible, o por el contrario se puede considerar como utópico?

Trabajar en la universidad como docente hoy día es bastante complicado, puesto que apenas hay contrataciones. Sin embargo, es bastante más fácil obtener una beca de investigación, de colaboración, o incluso un contrato en un proyecto de investigación ahora, que cuando terminé mis estudios. En ese aspecto, si es más fácil incorporarse a la universidad para al menos, completar la tesis doctoral.

Entre docencia, investigación y empresa privada, ¿cuál recomendarías?

Eso depende de los gustos de cada uno. Yo evidentemente recomiendo la investigación y la docencia, puesto que dejé mi trabajo en la empresa para incorporarme a la UAL, incluso no interesando económicamente, aunque sabía que era una apuesta de futuro. ■

ISSN 1988-5318

Blog de juegos topológicos

Elisa Berenguel López (***Alumna de la UAL***)

En el blog *«Juegos Topológicos»*, al que puedes acceder en la dirección (*topologia.wordpress.com*) y que está dedicado a la divulgación de diversas curiosidades de la Topología y la Geometría Diferencial, se explican conceptos topológicos que pueden entenderse fácilmente, con ayuda de imágenes, vídeos y otros materiales didácticos, especialmente manipulables. Este blog está administrado por el profesor de Geometría y Topología de la Universidad de Almería José Luis Rodríguez Blancas, y cuenta con la colaboración del profesor Miguel Ángel Sánchez Granero y de alumnos y alumnas de la Titulación de Matemáticas.

Como muestra de su lugar destacado dentro del mundo de los blogs matemáticos, señalamos que fue web de la semana en el boletín electrónico de la RSME número 183 (mayo de 2009).

topologia.wordpress.com

Responsables de las secciones

➼ Actividad Matemática en la UAL

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

➼ De la Enseñanza Media a la Enseñanza Universitaria:

- *Experiencias docentes*: Manuel Gámez (*mgamez@ual.es*), Juan Guirado (*jfguirado@gmail.com*) y Miguel Pino (*mpinomej@gmail.com*).
- *Enseñanza bilingüe en Matemáticas*: Eva Acosta (*evagavilan1@yahoo.es*) y Cándida Hernández (*candihernandez@hotmail.com*).

➼ Divulgación Matemática

- *La Historia y sus personajes*: Florencio Castaño (*fci@ual.es*) y Blas Torrecillas (*btorreci@ual.es*).
- *Problemas de interés*: Juan Guirado (*jfguirado@gmail.com*), Alicia Juan (*ajuan@ual.es*) y Miguel Ángel Sánchez (*misanche@ual.es*).
- *Las Matemáticas aplicadas en otros campos*: Juan Antonio López (*jlopez@ual.es*), Francisco Luzón (*fluzon@ual.es*) y Antonio Salmerón (*asalmero@ual.es*).
- *Mujeres y matemáticas*: Maribel Ramírez (*mramirez@ual.es*).
- *Cultura y Matemáticas*: José Cáceres (*jcaceres@ual.es*) y José Luis Rodríguez (*jlrodri@ual.es*).
- *Lecturas recomendadas sobre divulgación matemática*: Juan Cuadra (*jcdiaz@ual.es*) y Antonio Morales (*amorales@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: Elisa Berenguel (*elisaberenguel@hotmail.com*), Manuel Fernández (*fmm124@ual.es*), Carmen Gádor Garzón (*cgge19@hotmail.com*), Diego José Montoya (*chachidiego@hotmail.com*), María José Pérez (*mariajose1987_@hotmail.com*) y Darío Ramos (*dariorl@gmail.com*).