



Eva A. Gallardo

## La educación es la mejor manera de transformar la Sociedad

Presentamos en este nuevo número del Boletín una interesante entrevista que nos ha concedido la recientemente elegida presidenta de la *Real Sociedad Matemática Española* (RSME), Eva A. Gallardo Gutiérrez.

En ella se abordan temas de interés relacionados con las Matemáticas y el papel que la RSME juega en este ámbito así como su proyecto de actuación al frente de la institución.

Una de las principales preocupaciones que actualmente existe en el mundo matemático es la situación de la formación matemática en las fases iniciales del proceso educativo. La presidenta trata este y otros temas en la entrevista.

(Artículo completo en la página 4)

## Miradas de geometra en ARCO



En este artículo, nuestro compañero José Luis Rodríguez Blancas nos plantea una excursión a través de la *Feria de Arte Contemporáneo de Madrid* (ARCO) desde una perspectiva matemática.

José Luis, desde su experiencia como especialista en Geometría, nos proporciona una visión diferente de algunas obras expuestas en este evento.

Arte y matemáticas unidos en una actividad referente en el mundo de la cultura de nuestro país.

(Artículo completo en la página 21)

Las matemáticas y el arte van, en multitud de ocasiones, de la mano. La relación entre el mundo de las matemáticas y el del arte es mucho más intensa de lo que muchas personas pueden llegar a pensar.

## Editorial: La sinrazón de la guerra

La *Facultad de Ciencias Experimentales* y el *Departamento de Matemáticas* de la *Universidad de Almería* han aprobado sendas declaraciones de condena a la invasión que está sufriendo Ucrania, por parte del gobierno de la Federación Rusa, y en apoyo al pueblo ucraniano en estos difíciles momentos. Asimismo, hacen un llamamiento a la recuperación de los cauces diplomáticos para que se restaure la paz.

Desde el Boletín nos unimos a estas declaraciones y lamentamos enormemente que se esté produciendo tanta devastación y muerte, como la de la joven matemática ucraniana Yuliia Zdanovska, que falleció en el bombardeo a la ciudad de Járkov.

En la sección de Noticias incluimos una breve necrología sobre esta joven matemática que decidió quedarse en su país para realizar labores humanitarias ayudando a los demás, y con ello encontró su muerte.

### Resumen

Actividad Matemática p. 4

Enseñanza Secundaria p. 10

Concurso de problemas p. 12

Divulgación Matemática p. 14

Territorio Estudiante p. 26

Correo electrónico:  
[bmaterma@ual.es](mailto:bmaterma@ual.es)

### EDITORES

Juan José Moreno Balcázar  
[balcazar@ual.es](mailto:balcazar@ual.es)

Isabel María Ortiz Rodríguez  
[iortiz@ual.es](mailto:iortiz@ual.es)

Fernando Reche Lorite  
[freche@ual.es](mailto:freche@ual.es)

ISSN 1988-5318  
Depósito Legal: AL 522-2011

## ENTREVISTA

# Eva A. Gallardo Gutiérrez

## Presidenta de la Real Sociedad Matemática Española

Juan José Moreno Balcázar  
 Universidad de Almería

La Dra. Eva A. Gallardo Gutiérrez es Catedrática de Análisis Matemático de la *Universidad Complutense* de Madrid y desde febrero de 2022 es presidenta de la *Real Sociedad Matemática Española* (RSME), siendo la segunda mujer en ocupar este cargo. Nos ha concedido amablemente esta entrevista.



Eva A. Gallardo, presidenta de la RSME

### En primer lugar, ¿nos podría contar su trayectoria académica e investigadora y qué le ha motivado para afrontar el reto de la presidencia de la RSME?

Yo obtuve mi licenciatura y doctorado en Matemáticas por la *Universidad de Sevilla*. He sido profesora de las universidades de Cádiz y Zaragoza, investigadora del *Instituto Universitario de Matemáticas y Aplicaciones* (IUMA) de la *Universidad de Zaragoza* y actualmente soy catedrática en la *Universidad Complutense* de Madrid e investigadora del *Instituto de Ciencias Matemáticas ICMAT* (CSIC-UAM-UC3-UCM).

Asimismo, he realizado estancias de investigación de larga duración en universidades extranjeras, como *Michigan State University*, *Purdue University*, *University of Michigan* (Ann Arbor) o *Indiana University* entre otras.

---

LA EDUCACIÓN ES LA MEJOR MANERA DE  
 TRANSFORMAR UNA SOCIEDAD

---

Soy socia de la RSME desde 2006, habiendo formado parte de comisiones de la misma. En mi etapa como vicepresidenta primera de la RSME desde 2019, he sido plenamente consciente de que la labor llevada a cabo por la RSME es muy relevante en la sociedad actual en la que vivimos, donde el conocimiento riguroso, con base científica, tiene cada vez más importancia y constituye, en muchas ocasiones, una pieza clave para disminuir o acrecentar desigualdades sociales. Quizás esta ha sido una de las motivaciones fundamentales para afrontar este reto.

**La RSME es la sociedad matemática española con más tradición. Sin embargo, como se comentó en el último congreso de la RSME en Ciudad Real, la incorporación de los matemáticos y matemáticas jóvenes a la RSME no es la deseada. ¿Por qué cree que ocurre esto? ¿Cómo se puede incentivar la vinculación de los jóvenes matemáticos a la RSME?**

Probablemente, hay una falta de información de todas las actividades que lleva a cabo la RSME implicando un gran trabajo por parte de miembros de la junta de gobierno y de algunos de sus socios y socias, que benefician especialmente a los jóvenes.

---

LA LABOR LLEVADA A CABO POR LA RSME ES MUY RELEVANTE EN LA SOCIEDAD ACTUAL EN LA QUE VIVIMOS, DONDE EL CONOCIMIENTO RIGUROSO, CON BASE CIENTÍFICA, TIENE CADA VEZ MÁS IMPORTANCIA

---

Por ejemplo, las ediciones anuales de los premios *Vicent Caselles* o *Rubio de Francia* que se lanzan en colaboración con la *Fundación BBVA*. La organización del «Congreso de Jóvenes Investigadores», bianual, cuya próxima edición se celebrará en la *Universidad de León*. O, por ejemplo, jornadas con la *Agencia Estatal de Investigación*, cuyo director ha accedido el próximo 25 de abril a tener un encuentro con los jóvenes investigadores para poner de relieve acciones y medidas que potencien la investigación en Matemáticas por parte de este colectivo, que es nuestro aval de futuro.

### A los pocos meses de su llegada a la presidencia de la RSME, ¿cuáles son las principales líneas de actuación que pretende llevar a cabo?

Como señalamos en las acciones que se presentaron en la candidatura, la RSME, como comunidad científica, ha de anticiparse a las necesidades de la sociedad en la que vivimos, aportando no sólo conocimiento riguroso sino también reflexión, ideas y por supuesto, soluciones innovadoras.

---

CREO ESENCIAL PROMOVER UNA MAYOR PRESENCIA DE LA RSME EN LOS ÁMBITOS EDUCATIVOS, TANTO UNIVERSITARIOS COMO PREUNIVERSITARIOS

---

En este sentido nos preocupa, fundamentalmente, apoyar a jóvenes investigadoras e investigadores, y esto enlaza con la cuestión anterior. Asimismo, creo esencial promover una mayor presencia de la RSME en los ámbitos educativos, tanto universitarios como preuniversitarios. Y, por supuesto, propiciar actividades que fomenten el despertar de vocaciones entre los más jóvenes y la incorporación de talento femenino a las Matemáticas.

**En enero de 2022, el Ministerio de Educación y Formación Profesional ha presentado el documento a debate «24 propuestas de reforma para la mejora de la profesión docente». Dos preocupaciones que existen actualmente son, por un lado, las materias que se imparten en los másteres de formación del profesorado, en concreto en la especialidad de Matemáticas, y por otro lado el acceso a esta especialidad, pues algunas universidades no priorizan a los egresados en Matemáticas. ¿Qué opina usted al respecto?**

Como bien sabemos, la educación es la mejor manera de transformar una sociedad. Y la RSME, como parte de la comunidad matemática de nuestro país, ha de ser partícipe en acciones educativas que impliquen la formación de personas libres capaces de tomar decisiones con criterios fundados.

---

ES IMPORTANTE QUE, EN NUESTRO PAÍS, LOS ESTUDIANTES ENCUENTREN DOCENTES EN MATEMÁTICAS BIEN FORMADOS Y MOTIVADOS

---

En este sentido, debemos ser especialmente activos en el cuidado y la potenciación de la enseñanza de las Matemáticas en todos los niveles educativos, informando a las autoridades de quiénes son los profesionales que tienen la formación y el conocimiento. Y esto último es fundamental, desde mi perspectiva, en lo que se refiere a su pregunta.



Hoy en día, tanto desde la *Comisión de Educación de RSME* como desde otros grupos de trabajo se están llevando a cabo acciones de información a las distintas entidades gubernamentales y fundaciones que permitan promover la innovación docente, mejoren la formación inicial y actualicen la formación continua del profesorado.

**Continuando con la cuestión anterior, en 2009 en una entrevista en esta revista, Olga Gil señalaba «Los actuales titulados de ingenierías y de ciencias no tienen formación suficiente para ser profesores de matemáticas». Trece años después el tema sigue de actualidad. ¿Qué opina sobre este tema?**

Personalmente pienso que «dar clases de Matemáticas» no es lo mismo que «enseñar Matemáticas». Y este hecho

puede llegar a ser un elemento diferencial. Es importante que, en nuestro país, los estudiantes encuentren docentes en matemáticas bien formados y motivados, que pongan en marcha y participen en actividades que estimulen el talento matemático y el fomento y despertar de vocaciones entre los más jóvenes. En este aspecto, las actividades de divulgación y de presencia en medios de comunicación y redes sociales son fundamentales, pues vivimos inmersos en la sociedad de la comunicación.

**Es la segunda matemática en ser presidenta de la RSME, ¿qué les diría a las recién egresadas y a las jóvenes investigadoras de cara a orientar su futuro?**

Es claro que, a pesar de los avances tecnológicos en la sociedad en la que vivimos, el número de mujeres en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y sobre todo en Matemáticas, es relativamente bajo.

---

LOS MATEMÁTICOS SOMOS PERSONAS VERSÁTILES PROFESIONALMENTE HABLANDO, CAPACES DE ANALIZAR CON RIGOR LAS SITUACIONES

---

Aunque es una cuestión que requiere un análisis detallado de las causas y factores asociados, a las recién egresadas y jóvenes investigadoras las animaría a seguir su vocación, y hacer aquello que realmente les apasione. Es claro que la diversidad genera riqueza de conocimiento, y evidentemente, el progreso social, la resolución de problemas en investigación o las aplicaciones de estos en el mundo empresarial corren el riesgo de estar sesgados si se prescinde del talento femenino.

**Entre nuestros lectores y lectoras contamos con estudiantes de bachillerato con gusto por las matemáticas, ¿qué motivos les daría para animarlos a estudiar un grado en matemáticas?**

Las matemáticas son el lenguaje de la ciencia, es un lenguaje universal que nos permite entender científicamente el mundo que nos rodea.

Pero, además, los matemáticos somos personas versátiles profesionalmente hablando, capaces de analizar con rigor las situaciones, con ese rigor que te aportan las matemáticas. De hecho, no sólo somos capaces de interpretar los datos, sino también los argumentos. Y ahí está la lógica, la estadística y por supuesto, la ciencia de datos.

Es claro que estos son valores en alza profesionalmente hablando.

**Muchas gracias por atendernos, ¿le gustaría añadir algo más?**

Gracias a vosotros por permitirme tener la ocasión de transmitir, una vez más, que las Matemáticas constituyen un elemento transversal que están presente en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. Y, personalmente, pienso que ahí radica su belleza y su genialidad. ■

## Actividades matemáticas

### Entrega del premio del Boletín y charla de divulgación



La ganadora del premio con su profesor

El pasado 29 de marzo, se hizo la entrega del premio del *Concurso de Problemas del Boletín* a Anjana García García, en el *IES Carlos III* de Aguadulce.

En dicho acto se impartió una charla sobre las matemáticas que podemos hallar en los embaldosados, con ejemplos cercanos al alumnado que despertaron su interés, lo que motivó un debate muy enriquecedor sobre el papel de las matemáticas en nuestra realidad diaria.

Además, dentro de las actividades de la *II Semana Cultural*, celebrada en el *SEK-Alborán* el 19 de abril, Juan J. Moreno Balcázar

y Fernando Reche Lorite impartieron la charla *Calendarios y conjeturas*.

### II Feria de la Ciencia



Los días 4 y 5 de mayo se celebrará en el Paseo de Almería la *II Feria de la Ciencia*, un espacio expositivo en el que se encuentran el mundo de la investigación, los centros educativos, las empresas, la universidad y la ciudadanía en general, que tiene como objetivo el intercambio, la divulgación y la comunicación de conocimientos científicos.

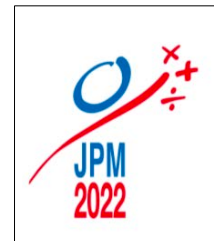
Estudiantes del *IES Azcona* de Almería, con su profesora Juani Núñez, y del *IES Gaviota* de Adra, con su profesor Rafael Villegas, presentarán sus resultados dentro del proyecto *Stat Wars (Episodio II): El Imperio de los Datos*, que ha sido propuesto por Isabel María Ortiz, investigadora del Departamento de Matemáticas.

Teatro, fichas de mujeres estadísticas, resultados de encuestas, juegos, sabías que... sobre la Estadística son algunas de las actividades de divulgación que los estudiantes han preparado para este evento. ¡No os lo podéis perder! <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Más información en [www.ualjoven.ual.es/index.php/actividades/75-feria-ciencia-almeria-2022](http://www.ualjoven.ual.es/index.php/actividades/75-feria-ciencia-almeria-2022).

### IV Jornada del Profesorado de Matemáticas de Almería

La *Facultad de Ciencias Experimentales* de la *Universidad de Almería* y los *Centros de Profesorado* de la provincia de Almería han organizado la cuarta edición de la *Jornada del Profesorado de Matemáticas de Almería*, la cual se celebrará el próximo 7 de mayo en el Auditorio y Aula-rio IV de la *Universidad de Almería*.



Logo

Con esta iniciativa se pretende establecer un marco de convivencia que permita el intercambio de conocimiento matemático y experiencias docentes entre el profesorado de Matemáticas de los diferentes ámbitos educativos en torno a temáticas muy diversas, tales como la divulgación matemática, metodologías de innovación docente, o el uso de nuevas tecnologías para la enseñanza de las matemáticas.

El ponente invitado será Antonio J. Durán Guardado, catedrático de Análisis Matemático de la *Universidad de Sevilla*, excelente escritor y divulgador. El programa consta además de cuatro talleres y exposición de pósters, con premios a los dos mejores.

Toda la información en [www2.ual.es/jpm2022](http://www2.ual.es/jpm2022).

### Exposición «Matemáticas para un mundo mejor»

Durante el mes de mayo de 2022, en el hall del Aula-rio IV, se expondrán los paneles de *Matemáticas para un mundo mejor*, creados por la *Red DIMA* de divulgación matemática y financiado por la *Fundación Española para la Ciencia y Tecnología* (FECyT).

La página web original de este proyecto se encuentra alojada en [marzomates.webs.ull.es/exposicion](http://marzomates.webs.ull.es/exposicion).

Esta exposición está auspiciada por la *Facultad de Ciencias Experimentales*.

### Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia



Como cada año, la *Universidad de Almería*, a través del *Vicerrectorado de Estudiantes, Igualdad e Inclusión*, organizó una programación muy especial con la que conmemorar el *11F-Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia*, una fecha que se celebra en todo el

mundo para reivindicar el papel de la mujer en la historia de la ciencia y estimular la participación y el progreso de las mujeres y las niñas en el ámbito científico.

Para hacer llegar la labor de las científicas de la UAL, multitud de ellas visitaron distintos centros de enseñanzas medias de toda la provincia. Por parte del *Departamento de Matemáticas* participaron Inmaculada López y Ana Belén Castaño. Inmaculada visitó el *Colegio Al-Bayyana*, de Roquetas de Mar, y Ana Belén el *IES El Palmeral*, de Vera. En sus charlas hablaron sobre su trayectoria personal y profesional en el mundo de las matemáticas, así como de la actividad investigadora que desempeñan como científicas.

Además de estas visitas, se organizaron varias conferencias y charlas con mujeres relevantes en el campo de la divulgación científica. En particular, en el ámbito matemático las protagonistas fueron Clara Grima, con la conferencia *El grafo perdido*, y Marta Macho, con la charla *Estereotipos en Disciplinas STEAM*.

El incesante trabajo realizado por Maribel Ramírez Álvarez, Vicerrectora de Estudiantes, Igualdad e Inclusión, y profesora del *Departamento de Matemáticas*, obtuvo el reconocimiento del *Ayuntamiento de Almería*, siendo una de las ocho mujeres galardonadas en la modalidad *lucha por la igualdad* con ocasión del *8M Día Internacional de la Mujer*.

¡Enhorabuena Maribel! Gracias por tu dedicación.

### Matemáticas en la empresa: más que números

El jueves 17 de marzo tuvo lugar la charla-coloquio *Matemáticas en la empresa: más que números*, impartida por Javier Suárez Quero, que trabaja como matemático en la empresa *Realtrack Systems*.



Un momento de la actividad

El ponente mostró con ejemplos de su propia experiencia qué puede aportar un matemático en una empresa. Trató concretamente del desarrollo de modelos matemáticos que resuelven problemas prácticos de la práctica deportiva de élite.

La charla estaba dirigida a estudiantes de los dos últimos cursos del grado en Matemáticas —aunque también acudieron algunos estudiantes de los primeros cursos, que pidieron asistir— y suscitó mucho interés entre los presentes, más de cincuenta estudiantes, que en el posterior

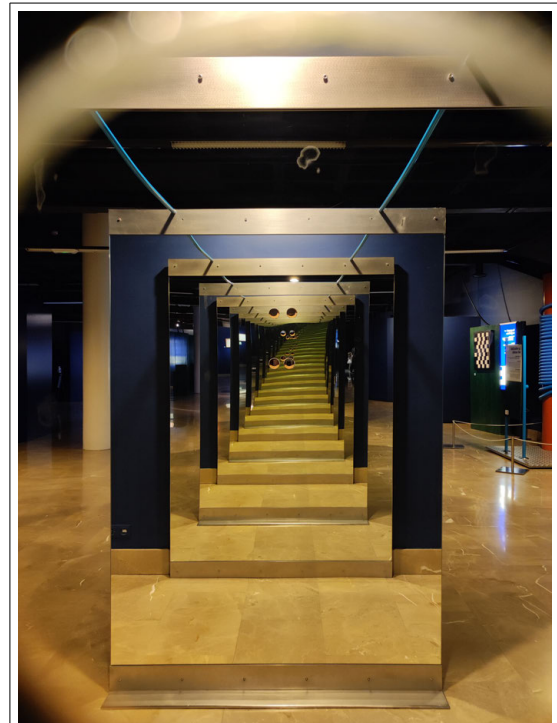
coloquio formularon bastantes preguntas al ponente sobre los modelos matemáticos presentados y sobre las salidas profesionales que los titulados en Matemáticas tienen en la empresa hoy día.

Esta charla se enmarca en la actividad *Charlas en el aula* organizada por el *Vicerrectorado de Postgrado, Empleabilidad y Relaciones con Empresas e Instituciones* de la *Universidad de Almería*. Se da la circunstancia de que el ponente fue hace unos años estudiante del grado —y luego del máster— en Matemáticas en la *Universidad de Almería*.

### Visita al Parque de las Ciencias

El viernes 4 de marzo los estudiantes de las asignaturas *Astronomía y Matemática Divulgativa*, de segundo curso del Grado en Matemáticas, hicieron una visita al *Parque de las Ciencias de Granada* para realizar varias actividades propias de esas asignaturas, descubrir las aplicaciones de las matemáticas en diversos campos de la ciencia e interesarse por la divulgación científica que se realiza en dicho Parque.

Particularmente interesantes fueron las visitas al Observatorio Astronómico, al Jardín de la Astronomía y al Planetario, así como la realización de fotografías matemáticas (como la que se muestra en la imagen).



Matemáticas a través del espejo, Foto de Natalia Bravo

En este, además de contemplar el cielo y viajar por el universo con la luz, pudieron presenciar el documental *El Universo de Escher* sobre la obra del famoso artista Maurits Cornelius Escher (1898-1972), tan interesante no solo por su calidad pictórica sino también desde el punto de vista matemático.

## Noche Europea de los Investigadores



La propuesta andaluza para celebrar *La Noche Europea de los Investigadores* (*European Researchers' Night*), liderada por la *Fundación Descubre*, ha recibido nuevamente el respaldo por parte de la Comisión Europea para los dos próximos años 2022-23.

Las actividades promovidas en las ocho provincias andaluzas tendrán como hilo conductor las *Misiones de Horizonte Europa* e incluirán como novedad *Researchers at School*, una iniciativa para apoyar al profesorado en el desarrollo de actividades de divulgación científica, con la colaboración de los investigadores, que interactuarán con los estudiantes durante toda la vida del proyecto.

Este año el evento se celebrará el 30 de septiembre y en la capital almeriense volverá a estar organizado por la *Universidad de Almería*, a través de la OTRI. Por undécimo año consecutivo, los investigadores de la UAL acercarán su trabajo e inquietudes a la ciudadanía de forma divertida, donde las actividades presenciales en el centro de la ciudad se combinarán con visitas, talleres y charlas virtuales para disfrutar también del evento desde casa.



*La Noche Europea de los Investigadores* es un proyecto de divulgación científica promovido por la Comisión Europea dentro de las acciones Marie Skłodowska-Curie del programa Horizonte Europa. Se celebra simultáneamente en más de 350 ciudades con el objetivo de propiciar el acercamiento entre el público y los investigadores de un modo informal y lúdico, así como destacar el impacto positivo de su trabajo en nuestra vida cotidiana y promover las carreras investigadoras. Más información en la dirección [lanochedelosinvestigadores.fundaciondescubre.es](http://lanochedelosinvestigadores.fundaciondescubre.es).

## 2.ª edición del Curso de Experto en Ciencia de Datos

El *Centro de Desarrollo y Transferencia de Investigación Matemática a la Empresa* (CDTIME), a través del *Centro de Formación Continua* de la *Universidad*

de Almería, ha organizado la segunda edición del *Curso de Experto en Ciencia de datos*, disciplina que tiene una gran demanda en la actualidad.

La actividad formativa consta de 25 créditos ECTS (187,5 horas) que serán impartidos íntegramente en formato online por investigadores de reconocido prestigio de la *Universidad de Almería* y de la *Universidad de Castilla La Mancha*, con los que se dotará de los conocimientos básicos necesarios para convertirse en profesionales de este sector. Más información en [www2.ual.es/cdtime/cursos-organizados](http://www2.ual.es/cdtime/cursos-organizados).

## XXIII Encuentro Nacional de Estudiantes de Matemáticas



La vigésimo tercera edición del *Encuentro Nacional de Estudiantes de Matemáticas* (ENEM) se celebrará del 25 al 30 julio en la ciudad de Valencia.

Se trata de un congreso organizado por la *Asociación Nacional de Estudiantes de Matemáticas* (ANEM) dirigido a estudiantes de matemáticas, estadística y ciencia de datos de cualquier universidad española que pretende ser un punto de encuentro para promover el intercambio de ideas y proyectos.

Bajo el tema principal *Interdisciplinariedad de las matemáticas* se han organizado distintas conferencias y talleres prácticos (workshops) relacionados con el mundo de las matemáticas y la estadística. El evento también contará con un foro de empresa y emprendimiento, un espacio donde empresas y estudiantes podrán darse a conocer y establecer vínculos entre ellos. Más información en [enem.anem.es/2022](http://enem.anem.es/2022).

## Actividades de la SAEM Thales

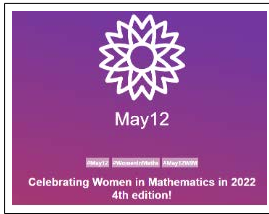
La SAEM Thales ha organizado las siguientes actividades:

- XXVII Edición de los Cursos Thales-Online destinados a la formación de profesorado de matemáticas de distintos niveles educativos.
- XXXVII Olimpiada Matemática Thales.
- Desafío Thales 2022 y IV Olimpiada Matemática regional para Primaria.
- XXIII Concurso de Problemas de Ingenio (CPI) 2022.

Más información en [thales.cica.es/almeria/](http://thales.cica.es/almeria/).

## Noticias matemáticas

### 12 de mayo, Día Internacional de la Mujer Matemática



El próximo 12 de mayo se celebra por cuarto año consecutivo el *Día Internacional de la Mujer Matemática*, una fecha para que la comunidad matemática y toda la sociedad reconozcan los logros de las mujeres matemáticas de todo el mundo e inspiren a nuevas mujeres a considerar la investigación matemática como opción de futuro.

La fecha elegida coincide con el natalicio de la matemática iraní Maryam Mirzakhani, la primera y única mujer hasta el momento en recibir la *Medalla Fields*.

Más información en [may12.womeninmaths.org](http://may12.womeninmaths.org).

### Olimpiada Matemática Española

Del 31 de marzo al 3 de abril tuvo lugar la fase final de la *Olimpiada Matemática Española*, organizada por la *Real Sociedad Matemática Española* (RSME).

La Olimpiada se celebró de forma presencial en la sede de la UNIA en La Rábida (Huelva), donde un total de 77 alumnos y alumnas procedentes de toda España midieron sus conocimientos y destrezas matemáticas en seis exigentes problemas de elevada complejidad matemática.



Ganadores de la Olimpiada Matemática Española

Entre los participantes con las mejores puntuaciones se repartieron 18 medallas de bronce, 12 de plata y 6 de oro. De los tres almerienses ganadores de la fase local, dos de ellos han podido participar en esta fase nacional. Se trata de Andrey Parrilla Prokopyev del *SEK Alborán* y de Iván García Harlouchet del *IES Alborán-Manuel Cáliz*, que quedaron en segunda y novena posición respectivamente en la clasificación de la fase Andaluza que se celebró del 4 al 6 de marzo en Málaga.

Los medallistas de oro en esta edición de 2022 han sido: Rubén Carpenter (Cataluña), ganador absoluto de la competición; Roger Lidón (Cataluña), segundo clasificado; Javier Badesa (Aragón), en tercera posición; Álvaro Gamboa (Comunidad de Madrid), que ha sido cuarto y Jordi

Ferré (Cataluña), empatado con Darío Martínez (Comunidad Valenciana), en quinta posición.

Los seis formarán el equipo olímpico español que competirá en la *Olimpiada Internacional de Matemáticas* (IMO), cuya celebración será del 6 al 12 de julio en Oslo (Noruega), así como en la *Olimpiada Iberoamericana de Matemáticas*, que se celebrará en el mes de septiembre.

Deseamos mucha suerte al equipo español en estas dos competiciones.

### European Girls' Mathematical Olympiad 2022

La *Olimpiada Europea Femenina de Matemáticas* se ha celebrado este año, de manera presencial, del 6 al 12 de abril en Eger (Hungría).

La organización dedicó el concurso en memoria a Yuliia Zdanovska, representante ucraniana en 2016 y 2017, quien falleció en marzo víctima de los bombardeos rusos contra Ucrania.

Las representantes del equipo español fueron Raquel Trull Bàguena (Girona), Marta Cano Cagigas (Madrid), Mencía Díaz de Cerio Ruiz de Lobera (Logroño) y Dominika Sobal (Alicante), tras ser seleccionadas en el *Tech Math Contest* de entre un total de 15 chicas de todo el país.



Raquel, Marta, Mencía y Dominika

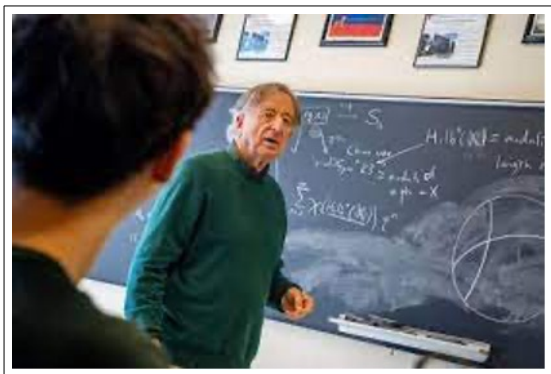
El equipo estuvo acompañado por Elisa Lorenzo y Celia Rubio, y ha obtenido la mejor puntuación total de equipo en los 7 años en los que España lleva participando.

Marta Cano obtuvo una medalla de bronce, a solo un punto del corte de medalla de plata, Raquel Trull y Mencía Díaz de Cerio Ruiz obtuvieron una mención de honor.

Más información en [egmo2022.hu](http://egmo2022.hu).

### Premio Abel 2022 para Dennis Sullivan

El matemático estadounidense Dennis Sullivan ha sido galardonado con el *Premio Abel 2022* «por sus contribuciones innovadoras a la topología en su sentido más amplio y, en particular, a sus aspectos algebraicos, geométricos y dinámicos».



Denis Sullivan

Entre sus resultados más significativos dentro del campo de la topología se encuentra su demostración de la conjetura de Adams y, en sistemas dinámicos, probó que los mapas racionales no tienen dominios errantes, resolviendo una conjetura de 60 años.

A lo largo de los años ha estado vinculado a numerosas universidades y durante su estancia en Francia hizo uno de sus avances más importantes: una nueva forma de comprender la teoría de la homotopía racional, un subcampo de topología algebraica.

El galardón, dotado con 7,5 millones de coronas noruegas (unos 750 000 euros), le será entregado en la ceremonia que se celebrará en Oslo el próximo 24 de mayo.

El Premio Abel, conocido como el «Nobel de las Matemáticas», es concedido desde el año 2003 de manera anual por la Academia Noruega de Ciencias y Letras y conmemora la figura del célebre matemático noruego Niels Henrik Abel.

### Jardín de $\iota\phi\varsigma$ Matemático $\phi\varsigma$

El 14 de marzo, coincidiendo con la celebración del Día Mundial de las Matemáticas, tuvo lugar la inauguración del «Jardín de  $\iota\phi\varsigma$  Matemático $\phi\varsigma$ », el primer jardín mundial que relaciona botánica con matemáticas a través de la explicación de estas relaciones en dos webs complementarias.



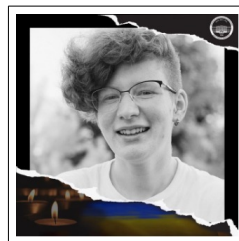
Algunos elementos del jardín

Se trata de un diseño interactivo en el que diferentes conceptos matemáticos están representados por plantas y una escultura arquitectónica. Cada planta cuenta con su correspondiente cartel con códigos QR que enlazan con

la explicación botánica y otra matemática, así como con diversas propuestas de juegos y pruebas matemáticas.

El jardín se encuentra ubicado alrededor del edificio CITE III de la Universidad de Almería y en su diseño han participado el Centro de Colecciones Científicas de la UAL (CECOAL), la Facultad de Ciencias Experimentales, el Departamento de Matemáticas y la EBT Bronce Arquitectónico.

### Fallecimiento de Yuliia Zdanovska



Yuliia Zdanovska

La matemática ucraniana Yuliia Zdanovska, de 21 años de edad, falleció el pasado 8 de marzo en los bombardeos de Rusia a la ciudad de Járkov.

Esta promesa científica, que ganó la medalla de plata en la Olimpiada Europea Femenina de Matemática de 2017 representando a su país, era licenciada en Informática por la Universidad Nacional de Kiev y una apasionada de las matemáticas y la enseñanza.

Además de una mente brillante, Yulia poseía un espíritu humanitario que la llevó a dedicar su talento a los demás. Como voluntaria de la organización *Teach for Ukraine*, Yuliia iba a pequeños pueblos y aldeas para enseñar matemáticas a niños y niñas que no tenían el privilegio de recibir una educación de calidad.

Cuando comenzó la guerra, Yuliia decidió permanecer en su ciudad natal para ayudar con labores humanitarias. «Nos quedaremos en Kharkiv hasta que ganemos», fueron sus últimas palabras.

### Nuevo Doble grado en Economía y Matemáticas

El próximo curso la Universidad de Almería contará con un nuevo doble grado único en Andalucía. En 5 años se podrán obtener los títulos de graduado en Economía y en Matemáticas. Toda la información se encuentra en la web [www.ual.es/estudios/grados/presentacion/0463](http://www.ual.es/estudios/grados/presentacion/0463).

### Renovación del Convenio UAL-RSME

Con fecha 20 de abril se ha renovado el convenio entre la Universidad de Almería y la Real Sociedad Matemática Española. Esta colaboración se inició en 2017 y es una apuesta decidida por el fortalecimiento de las relaciones entre ambas instituciones en la búsqueda del fomento de las matemáticas.

Entre estas colaboraciones nos gustaría destacar el Premio al mejor Trabajo Fin del Grado del Grado en Matemáticas 2022 <sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Toda la información en [www.ual.es/application/files/4016/3457/9466/85340PremioTFGUALRSME.pdf](http://www.ual.es/application/files/4016/3457/9466/85340PremioTFGUALRSME.pdf).



## Nos visitaron. . .

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

Tuvimos el honor de tener entre nosotros a: Oumaima Achour, de la Universidad de Sousse (Túnez); Houda Amzil, de la Universidad Mohammed V de Rabat (Marruecos); David Arcoya, de la Universidad de Granada; Driss Bennis, de la Universidad Mohammed V de Rabat (Marruecos); Delia Garijo Royo, de la Universidad de Sevilla; Alberto Márquez Pérez, de la Universidad de Sevilla; Alex

Martsinkovsky, de la Universidad Northeasten de Boston, Massachusetts (Estados Unidos); Elisabetta Masut, de la Universidad de Padua (Italia); Mercè Mora Giné, de la Universidad Politécnica de Cataluña; Hanane Ouberka, de la Universidad Mohammed V de Rabat (Marruecos); Ignacio Manuel Pelayo Melero, de la Universidad Politécnica de Cataluña; Antonio Miguel Peralta Pereira, de la Universidad de Granada; Joaquín Francisco Sánchez Lara, de la Universidad de Granada; Rodrigo Ignacio Silveira Iso-ba, de la Universidad Politécnica de Cataluña; y Caterina Sportelli, de la Universidad de Bari Aldo Moro (Italia).

## Preguntas frecuentes

### Si me interesan tanto las Matemáticas como las Finanzas, ¿qué estudios puedo cursar?

El título de Grado en Matemáticas en la *Universidad de Almería* desde 2019 se distingue respecto a otras titulaciones de Matemáticas de otras universidades en que según la optatividad que se escoja durante el mismo tiene establecidas tres menciones (no obligatorias): «Ingeniería matemática», «Matemáticas fundamentales» y «Matemáticas y Finanzas». Además, la incorporación al mercado laboral de los egresados en Matemáticas es rápida.

Por otra parte, dado que aparte de la docencia y la investigación, una de las salidas profesionales de los graduados y graduadas en Matemáticas es el sector económico y de las finanzas, el próximo curso académico comienza una nueva titulación en la UAL, el Doble Grado en Economía y Matemáticas, que actualmente no se puede cursar en ninguna otra universidad andaluza. Consta de 348 créditos ECTS repartidos en 5 cursos. Durante el último curso (60 créditos ECTS) están previstas asignaturas como Prácticas en Empresas (12 ECTS), un Trabajo Fin de Grado en Matemáticas de 12 créditos ECTS y un Trabajo Fin de Grado en Economía de 6 créditos ECTS, entre otras asignaturas.

### ¿Cómo se puede acceder al Doble Grado en Economía y Matemáticas?

Este doble grado está especialmente indicado para los estudiantes provenientes del Bachillerato de Ciencias, indistintamente Tecnológico o de Ciencias de la Salud, pues

to que es necesaria una amplia formación en Matemáticas. Se trata de un título conjunto de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales y la Facultad de Ciencias Experimentales, aunque a efectos administrativos está adscrito a esta última facultad.

La implantación de este doble grado comenzará en el curso 2022/23, para el que se ofertará un total de 20 plazas. El ingreso en esta titulación se hará conforme a lo previsto en el Distrito Único Andaluz como una plaza de nuevo ingreso. La implantación del título se realizará progresivamente curso a curso, de manera que durante el curso 2026/27 se estará llevando a cabo la implantación del quinto curso de este doble grado.

### ¿Cuáles son las salidas profesionales del Doble Grado en Economía y Matemáticas?

Este título tiene múltiples salidas profesionales, tales como analista y asesor técnico en empresas públicas y privadas en organismos nacionales e internacionales, técnico superior de las administraciones públicas y organismos reguladores y supervisores, analista en servicios de estudios económicos, analista financiero, auditoría y consultoría, empresas del sector bancario, de prospección de mercados y análisis de riesgos, de informática y telecomunicaciones, docencia e investigación, estadística oficial, control de calidad, industria, gestión de proyectos y trabajos técnicos, cuerpos de la administración pública: Inspección de Hacienda, Técnico Comercial y Economista del Estado, Agencias Tributarias Autonómicas. . . <sup>3</sup>

<sup>3</sup>Más información en [www.ual.es/application/files/7916/4639/4775/8534DobleGradoEcoMat.pdf](http://www.ual.es/application/files/7916/4639/4775/8534DobleGradoEcoMat.pdf)

ENSEÑANZA SECUNDARIA

# La enésima Ley de Educación

David Crespo Casteleiro  
 IES Santa María del Águila (El Ejido, Almería)

Cuenten conmigo: LOECE (1980), LODE (1985), LOGSE (1990), LOPEG (1995), LOCE (2002), LOE (2006), LOMCE (2013) y LOMLOE (2020). Este galimatías de acrónimos corresponde a las ocho Leyes Educativas aprobadas durante la Democracia, y que han organizado los currículos y el funcionamiento de los centros educativos. La vertiginosa duración media, arroja unos eximios cinco años.

Desgranando las siglas de la última, estaríamos ante la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación, que evoca la genial actuación de Groucho Marx en *Una noche en la ópera*. Este preámbulo viene motivado por la reciente aparición del Real Decreto 217/2022 de 29 de marzo, que establece las enseñanzas mínimas en la Educación Secundaria. *Grosso modo*, volvemos a la extinta Diversificación en 3.º y 4.º, así como a la optatividad de Matemáticas en el 4.º curso, con las mismas letras A y B.

En este cambiar para que nada cambie, se introducen *nuevos* conceptos como las competencias específicas, que en el caso de Matemáticas se articulan en dos pilares: la resolución de problemas y las **destrezas socioafectivas**. Por aquello de la perplejidad, una lectura detallada del Real Decreto nos remite a la perseverancia, asumir los errores o el respeto por las opiniones de los iguales, pero también trata de *«fomentar las actividades no competitivas dentro del aula»*. No tengo muy claro si este último concepto casa bien con las Olimpiadas de Matemáticas, aunque cuando menos está en contraposición con él. ¿Debemos fomentar los concursos? Salvo que todos los presentados sean ganadores, parece que no.

A falta del desarrollo de las Órdenes que afinen más el tiro de los *saberes básicos* en el cuarto curso de Secundaria, y aunque se habla de manera expresa de los números reales y los intervalos, no hay referencia a los radicales o logaritmos, mientras que en los cursos anteriores sí se contemplan los enteros, racionales y *decimales*.

Hablar de números reales sin profundizar en los irracionales, es como degustar un dulce a través del cristal del expositor de una pastelería. El carácter propedéutico de las Matemáticas A debería sentar las bases de un conocimiento amplio que permita al alumnado afrontar con garantías su natural paso por el Bachillerato, y una transición continua a los estudios universitarios. El acervo en Matemáticas, no sólo nos sirve para el disfrute de la materia, sino que es la herramienta indispensable para lograr con éxito la empresa que se proponga cualquiera de las profesiones STEM.

La Geometría no parece haber salido tan mal parada, pero aún seguimos a cuestas con el *best seller* de Euclides, sin que se aprecie otra realidad que no sea la del alejandrino. Y de aquellos polvos vienen estos lodos que les presento en la imagen adjunta.



Estadio de los Juegos del Mediterráneo (Almería)

Tratando de desdramatizar la situación, la sonrisa le asalta a quien admire con ojo matemático la cobertura que se está llevando a cabo en el *Estadio de los Juegos del Mediterráneo*. Una superficie que aspira a ser un toro, se ha postulado como paramento que resguarde a los espectadores y en sintonía con los colores del club, se está recubriendo con unos sutiles rectángulos que pretenden ser pirámides.

Realmente un *recubrimiento* con rectángulos es compatible con su característica de Euler  $\chi$ , pues si  $C$ ,  $V$  y  $A$  son, respectivamente, el número de caras, vértices y aristas, por tener un agujero ( $g = 1$ ) ocurre:

$$\chi = C + V - A = 2 - 2g = 0.$$

Si empleamos  $n$  rectángulos obviamente  $C = n$  y dado que cada rectángulo aporta  $4n$  vértices, teniendo en cuenta que en cada vértice concurren 4 rectángulos,  $V = \frac{4n}{4} = n$ . Finalmente cada arista es compartida por dos rectángulos con lo que  $A = \frac{4n}{2} = 2n$  y, por lo tanto:

$$\chi = n + n - 2n = 0.$$

En cambio, los afanados obreros no consiguen evitar los huecos entre las planchas. La geometría euclidiana les sirve para la zona con curvatura nula, porque ahí recuerdan de la escuela que la suma de los ángulos de un triángulo (en el plano) es  $\pi$  radianes. Pero el toro es tan caprichoso que tiene también zonas con curvatura positiva y negativa, con lo que los rectángulos no sirven para recubrirlo. Necesariamente van a quedar espacios vacíos en la zona exterior, y que se solaparían en la interior.

Nada que una buena y generosa capa de pintura no arregle. Parches y más parches. ■

ENSEÑANZA BILINGÜE EN MATEMÁTICAS

# Bilingual maths at the (insti) insta

Alejandro Baca Lara  
 IES Marqués de Comares (Lucena, Córdoba)  
 Miembro del Equipo de Trabajo de Plurilingüismo  
 Consejería de Educación

One of the most important challenges we have to face daily as secondary school teachers is **our students'** lack of attention. But it is also true that we know they have some weak points we can **improve** to engage them and bring them back to the classroom. For example, if you tell them a (brief) personal story or you speak about their topics of interest (like social networks: TikTok, Instagram, Twitch... ) they will be all ears.



In addition, we all know that mathematics is everywhere and it can be used to explain many daily tasks. So, we could use the previous strategy to get their attention and, at the same time, provide them with some maths skills.

This is what I try to achieve with my Instagram account (@ymellevouna), where I share some pictures of my daily life and explain how they are related to different branches of Maths (not only Geometry, which is the typical topic we all think about when we have to do a *math photography*). And I think it somehow works because, from time to time, when I'm explaining a mathematical topic during class, some of them say:

*"Oh, it sounds like the post you uploaded on to Insta last week!"*



On the other hand, since we use English in our bilingual classes, why not using English also on social networks? As I tell **my students** many times, they can speak English better than they think, and they should use it outside of the classroom.



For example, they can use it on their social networks. This way, they can spread their posts to many more people, get more followers, more likes, more comments, etc. from all around the world. That's why I use English (and

Spanish) on my posts explanations, which helps me to get some of the following objectives:

- To engage the students.
- To share some mathematical skills in non-academic environment.
- To use social networks as meeting points with many ■

other teachers who also exchange their best practices by using them.

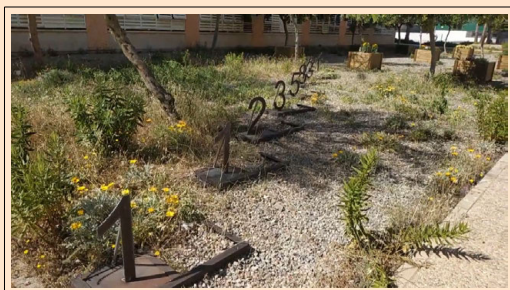
- To make students realise that English can be useful with their communication skills in their daily life and it is not restricted to their classes.

I hope this practice may be useful for other colleagues.

## Concurso de problemas

### Problema propuesto

El pasado 14 de marzo, *Día Internacional de las Matemáticas*, hemos inaugurado el «Jardín de las Matemáticas».



## Resultado del concurso del número anterior

En esta edición el premio ha quedado desierto al no recibirse ninguna solución correcta.

### Problema propuesto en el número anterior

En EE. UU. se ha puesto de moda el movimiento FIRE (*Financial Independence Retire Early*) cuya idea principal es trabajar en un trabajo con buen sueldo durante unos años y «jubilarse» joven (por ejemplo, a los 35 o 40 años).

Veamos si es posible, asumiendo muchas simplificaciones.

Supongamos que un matemático en EE. UU. puede conseguir un trabajo donde gane un sueldo neto de 70 000 dólares al año y es capaz de ahorrar (tal y como propone el movimiento FIRE) un 70 % de su sueldo. Supongamos que el estilo de vida que lleva, gastando 21 000 dólares al año, es satisfactorio y quiere seguir con ese estilo de vida una vez que deje de trabajar. Supongamos que invierte todo lo ahorrado en un fondo que replica al índice de la bolsa americana S&P500 (por ejemplo, puede usar el ETF SPY) y que la rentabilidad anual compuesta del S&P500 durante los próximos años es similar a la que ha tenido desde 1871 hasta hoy, es decir, de un 8,78 % descontando la inflación.

1. ¿Cuántos años necesita trabajar para poder vivir sin trabajar y vivir de sus ahorros/inversiones durante tantos años como viva? Ten en cuenta que necesita 21 000 dólares al año que tiene que sacar de sus inversiones y, como no sabe cuánto va a vivir, lo plantea de forma que pueda vivir eternamente.
2. ¿Cuántos años necesitaría si se quiere «jubilarse» con un sueldo de 40 000 dólares?
3. ¿Cuántos años necesitaría trabajar un europeo que pueda conseguir un sueldo neto de 40 000 euros al año, pueda ahorrar un 50 % de su sueldo y se quiera jubilar con 20 000 euros de pensión?

### Solución:

Supondremos las simplificaciones que se establecen en el enunciado. No tendremos en cuenta los impuestos que habrá que pagar y supondremos, para simplificar, que obtenemos un 8,78 % cada año (en realidad, esa es la rentabilidad anualizada, con lo que unos años se obtendrá más y otros años menos).

1. En primer lugar, calculemos cuánto necesita ahorrar ( $A$ ) para obtener 21 000 dólares al año si tiene una rentabilidad del 8,78 %:  $A \cdot 0,0878 = 21\,000$ , con lo que  $A \approx 239\,180$  dólares.

Si cada año ahorra 49 000 dólares, al finalizar el primer año tendrá 49 000 dólares. Al finalizar el segundo año tendrá 49 000 dólares ahorrados el segundo año, más lo que han producido los 49 000 dólares que ha invertido el primer año, que será  $49\,000 \cdot 1,0878$ , es decir, aproximadamente 53 302 dólares, por lo que en total tendrá aproximadamente 102 302 dólares. En la siguiente tabla se muestra la evolución del dinero ahorrado cada año.

Año	Ahorrado ( $a_n$ )
1	49 000
2	102 302
3	160 284
4	223 357
5	291 968

La tabla se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$a_1 = 49\,000,$$

$$a_{n+1} = a_n \cdot 1,0878 + 49\,000,$$

que se puede calcular utilizando la suma de una progresión geométrica como

$$\begin{aligned} a_n &= a_1 (1 + r + \dots + r^{n-1}) \\ &= a_1 \frac{r^n - 1}{r - 1}, \end{aligned}$$

donde  $r = 1,0878$ .

Como se puede observar en la tabla, al finalizar el quinto año ya obtendrá de las inversiones más de los 21 000 dólares que gasta, ya que  $a_5 > A$ .

Matemáticamente también lo podemos hacer de la siguiente forma:  $a_n = A$ , de donde

$$a_1 \cdot \frac{r^n - 1}{r - 1} = A,$$

y así

$$r^n = 1 + (r - 1) \cdot \frac{A}{a_1}.$$

Tomando logaritmos, tenemos que

$$n \log(r) = \log \left( 1 + (r - 1) \cdot \frac{A}{a_1} \right),$$

de donde

$$n = \frac{\log \left( 1 + (r - 1) \cdot \frac{A}{a_1} \right)}{\log(r)} \approx 4,24,$$

con lo que necesita 5 años para que  $a_5 > A$  y así la rentabilidad que obtenga cada año sea mayor que los 21 000 dólares que necesita para vivir sin que se agote lo ahorrado, ya que los ahorros seguirán creciendo aunque saquemos 21 000 dólares cada año.

2. En este caso  $A \cdot 0,0878 = 40\,000$ , con lo que  $A \approx 455\,580$  dólares. Y utilizando la fórmula anterior para  $n$  tenemos que  $n \approx 7,09$  años, con lo que necesitará trabajar durante 8 años.
3. En este caso, cada año ahorrará 20 000 euros, con

lo que  $a_1 = 20\,000$  euros y se quiere jubilar con 20 000 euros, así que  $A \cdot 0,0878 = 20\,000$ , con lo que  $A \approx 227\,790$  euros. Utilizando la fórmula anterior para  $n$  tendríamos  $n \approx 8,23$ , con lo que necesitará trabajar 9 años.

HISTORIA Y SUS PERSONAJES

# Gaspard Monge

## Un geómetra francés comprometido con la Revolución

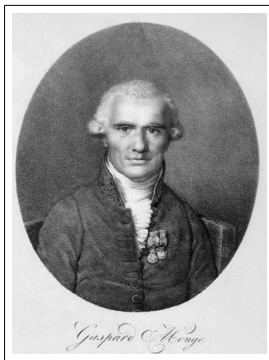
Florencio Castaño Iglesias  
Universidad de Almería



La plaza Monge en París

París cuenta en su callejero con una plaza y una calle con el nombre «Monge», además de una estación de metro (Línea 7) llamada «Place Monge». Este topónimo hace referencia a Gaspard Monge en reconocimiento a sus aportaciones a la Ciencia y al compromiso político con su país durante la Revolución francesa.

Me parece justo homenajear aquí a uno de los científicos que ha dejado huella en la Historia como resultado de sus diferentes actividades.



Litografía de Gaspard

Nace en 1746 en Beaune (Francia), comarca de Borgoña, en una familia donde su padre comercializaba con el famoso vino de la zona. Con tan solo 16 años realizó un plano a gran escala de su ciudad natal, con tanto cuidado y precisión, que impresionó a profesores y mandos militares. Este plano se conserva actualmente en la Biblioteca Municipal «Gaspard Monge» de

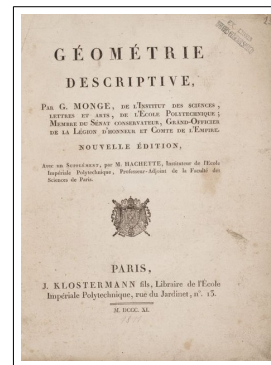
Beaune.

En 1764 ingresará en la *Ecole Royale du Génie* (Escuela Real de Ingeniería) en la ciudad de Mézières, donde recibirá formación en ingeniería militar, diseñando, proyectando y ejecutando obras de fortificaciones. En 1769 pasaría a ser profesor de la Escuela, impartiendo Matemáticas y Física hasta el año 1784, momento en el que se traslada a París.

Durante sus años en Mézières, empezaría a desarrollar sistemas de representación de objetos tridimensionales mediante su proyección sobre dos planos, constituyendo estos trabajos los inicios de la *Geometría Descriptiva*. Uno de los sistemas de representación que sirven para este fin es el *sistema diédrico* o *sistema Monge*, tan importante en Dibujo Técnico.

Su gran labor desarrollada en Mézières junto a sus publicaciones en la *Académie des Sciences* de París, le ha-

cen merecedor del título de «geómetra adjunto» en la *Académie* donde participaría en proyectos de investigación sobre matemática, física y química, además de impartir algunos cursos sobre hidrodinámica.



Ya en París, Monge viviría los comienzos de la Revolución (14 de julio de 1789), significándose como un gran entusiasta de sus principios e ideales.

Cuando el 21 de septiembre de 1792 es abolida la Monarquía y se declara la República, Gaspard Monge es nombrado **ministro de Marina** por la Asamblea Legislativa. Durante su cargo firmó el acta de ejecución de

Luís XVI y vio cómo era abolida la *Académie des Sciences*, donde muchos de sus miembros acabaron sobre la guillotina, entre ellos, Lavoisier. Quizá esto último fue lo que le llevó a presentar la dimisión en abril de 1793, con tan solo ocho meses en el cargo.

En 1794 intervino de manera decisiva en la creación de la *Ecole Polytechnique* de París, la institución de ingeniería y matemática científica más prestigiosa de la época. Formó parte de la Comisión encargada de elaborar los criterios de educación científica en cuanto a contenidos y elección del profesorado.



Gaspard Monge como Ministro de Marina

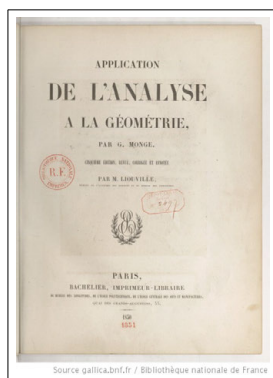
El proyecto docente incluía que los alumnos, además de recibir clases magistrales, deberían realizar prácticas de laboratorio y proyectos dirigidos. Explicó Geometría en dicha Escuela y, años más tarde, fue su Director.

El último periodo de la vida de Monge, empieza en el año 1796 con su vuelta a la política y su participación en las campañas napoleónicas de Italia y Egipto. Llegó a ser Consejero de Napoleón quien, al regreso de Egipto, le nombra *Conde de Péluse* en 1808.

En 1816, iniciada la Segunda Restauración en Francia, Monge es destituido de todos los cargos como medida de represalia, falleciendo en París en 1818. Con motivo del bicentenario de la Revolución Francesa, sus restos fueron trasladados al *Panteón de Hombres Ilustres* de Francia, en París.

Gaspard Monge es considerado también uno de los padres de la Geometría Diferencial por su obra *Application de l'Analyse a la Géométrie* (publicada en 1807) en la que introduce el concepto de líneas de curvatura de una superficie en un espacio tridimensional. Aquí, aplica el cálculo diferencial y las ecuaciones en derivadas parciales al estudio analítico de superficies.

Se puede decir que el progreso máximo de la Geometría



corresponde a final del siglo XVIII y principios del XIX, liderado por tres franceses, hijos de la Revolución: Gaspard Monge, que da al mundo la Geometría Descriptiva; Lázaro Carnot, funda la Geometría de la Posición y Victor Poncelet, creador de la Geometría Proyectiva.

En las últimas décadas, el nombre de Monge se ha relacionado con problemas de control óptimo. Dio su nombre a un problema genérico de la teoría del transporte, conocido hoy como **Monge-Kantorovich Problem** por ser L. Kantorovich (matemático, economista e ingeniero) el que terminó por resolverlo, obteniendo el premio Nobel de Economía en 1975.

Con objeto de buscar talentos entre los jóvenes de secundaria de toda Francia, la *École Polytechnique* lanzó en 2021 la «Operación Monge» a través de intervenciones informativas e incentivadoras en los cursos de las clases preparatorias para ingresar en la Escuela.

## Referencias

- [1] MacTutor History of Mathematics Archive <sup>4</sup>.
- [2] Schreck, Kristen R., *Monge's Legacy of Descriptive and Differential Geometry*, Docent Press, 2016. ■

## MATEMÁTICAS Y OTRAS CIENCIAS

# Matemática médica

## La importancia de las matemáticas en medicina

Gracia Castro de Luna  
Oftalmóloga y profesora de la UAL

Ante la inminente puesta en marcha del grado de medicina en la *Universidad de Almería* cabe destacar la importancia actual de la matemática en la medicina. Las reflexiones se basan en la experiencia personal como médico e investigadora cuyos principales resultados han sido soluciones a problemas oftalmológicos desde una perspectiva matemática.

La denominada *matemática médica*, que incluye especialidades matemáticas tan dispares como el cálculo, la lógica, la estadística o la reconstrucción de imágenes, es esencial en los avances médicos del siglo XXI.

La mayoría de los artículos científicos publicados en revistas de alto impacto en JCR de las diferentes especialidades médicas recogen modelos predictivos y aplicaciones de *machine/deep learning* a diferentes diagnósticos o tratamientos de patologías cardiovasculares, neurológicas, infecciosas (recientemente todos los modelos predictivos de expansión de la COVID-19), ya sean modelos de regresión multivariantes, árboles de decisión más o menos sofisticados o redes neuronales complejas, de tal manera que como primera aplicación de la matemática médica, la

inteligencia artificial ocupa los primeros puestos en publicaciones científicas en medicina.

Esto se ha debido en parte a la toma de conciencia por parte de los gestores de hospitales de la importancia del acceso anonimizado a las enormes bases de datos médicos que tiene los hospitales.

Cabe pensar que en un futuro próximo muchas de las decisiones terapéuticas y diagnósticas que toman los médicos basadas en la experiencia serán tomadas por algoritmos de decisión de inteligencia artificial (cabría preguntarse si la experiencia acumulada de un médico durante años de revisiones clínicas y quirúrgicas no se basa precisamente en algoritmos de decisión complejos de múltiples casos vistos en largo de su vida que le hacen plantear árboles de decisión más o menos complejos) con lo cual la inteligencia artificial, sobre todo en sus facetas de algoritmos de decisión, ha llegado para quedarse y probablemente sustituya parte de las decisiones diagnósticas y terapéuticas que actualmente tomamos basados en algoritmos mucho más simples.

Algunas especialidades como en radiodiagnóstico la inteligencia artificial conseguirá sustituir muchas de las interpretaciones de radioimagen (Figura 1).

<sup>4</sup><https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Monge>.





En este libro se incide en el papel esencial de las matemáticas en una creciente variedad de áreas de investigación en biología, medicina, ciencias sociales, negocios, diseño avanzado, clima, finanzas, materiales avanzados, etc. Para ello se precisa de la integración de las matemáticas, la estadística y la computación entre sí y la interacción de estas áreas con otras de potencial aplicación. Resalta, además, la oportunidad de las matemáticas en *«consolidar su papel como cimiento de la investigación y la tecnología del siglo XXI a la vez que mantienen la fuerza de su núcleo, elemento vital para el ecosistema de las ciencias matemáticas y esencial para su futuro. Esto es cualitativamente diferente de la visión predominante el siglo pasado, y emerge un modelo diferente, el de una disciplina con mucho más alcance e impacto potencial. [...]»* (sic).

*«La distinción entre matemáticas puras y aplicadas parece cada vez más artificial; en particular, es difícil hoy en día encontrar un área de las matemáticas que no tenga aplicaciones relevantes. Es cierto que algunos matemáticos se dedican sobre todo a demostrar teoremas, mientras que otros fundamentalmente crean y resuelven modelos, y los sistemas de promoción y recompensas profesionales deberían tener esto en cuenta.»* (sic)

## MUJERES Y MATEMÁTICAS

# Gertrude Blanch

## La mujer que amó los números

Juan José Moreno Balcázar  
Universidad de Almería



Gertrude Blanch

exterminada por los nazis.

De pequeña ya muestra su talento para las matemáticas y su padre le anima a su estudio. La penuria económica le hace emigrar a Estados Unidos en 1907, en concreto a Nueva York y al barrio de Brooklyn. Allí cambió su nombre a Gertrude y se gradúa en el *Brooklyn's Eastern District High School* en 1914. Sin embargo, al morir su padre ese mismo año, las necesidades económicas hacen que ella no pueda estudiar su gran pasión: las matemáticas.

De 1914 a 1928 trabaja como secretaria encargada de

Como reflexión final aplicado al ámbito universitario y en concreto a la Universidad a la que pertenecemos, la coyuntura actual con el inicio del grado de Medicina y la colaboración incondicional de los hospitales universitarios es perfecta para ser pioneros en la puesta en marcha de equipos interdisciplinares de investigación médico-matemáticos que nos sitúe de manera pionera en el ámbito internacional de la matemática médica.

Universidades tan prestigiosas como Harvard (*HST core courses*) y Stanford (*Biomedical data science*) lo han entendido antes y priorizan la enseñanza de las matemáticas en sus grados de Ciencias de la Salud.

Para terminar, sirva un ejemplo para ilustrar las diferentes iniciativas: recientemente una *start up* creada por médicos y matemáticos entre sus socios está consiguiendo que los hospitales pongan sus bases de datos al servicio de un software de inteligencia artificial con búsqueda de palabras clave sobre bases de datos no estructuradas como son actualmente las bases de datos clínicas a cambio de facilitar el tratamiento estadístico y la publicación de resultados basados en miles de datos clínicos (Savanamed). Este tipo de experiencias puede ser extrapolable desde la Universidad y articular este tipo de colaboraciones en un futuro. El objetivo será animar a los futuros estudiantes de ambos grados a establecer estos vínculos. ■

los libros de cuentas en empresas y a la vez cuida de su madre enferma, pero sigue con la intención de ser matemática y ahorra parte de su salario para en algún momento volver a estudiar.

Tras el fallecimiento de su madre, está lista para ir a la universidad. Sin embargo, los estudios cuestan mucho dinero. Su jefe en aquel momento, Jacob Marks, que la valora mucho por sus habilidades matemáticas, poco usuales entre sus empleados, le propone que le paga los estudios si no abandona el trabajo.

De esta manera, Gertrude empieza sus clases nocturnas en el *Washington Square College* de la *New York University*. Cuatro años después obtiene un *Bachelor in Science*, principal en matemáticas y secundario en física, con la calificación de *summa cum laude*.

Su deseo por profundizar en las matemáticas, le lleva a querer hacer un doctorado. Se plantea dos opciones: la *University of Chicago* o la *Cornell University*. Sin embargo, a la primera ha de renunciar pues no ofrece becas a mujeres.

El desarrollo profesional de las mujeres no era nada sencillo durante gran parte del siglo XX, ni en Estados Unidos. Tampoco lo era el ser judía y, aunque tenía la nacionalidad estadounidense desde 1921, decide en 1932

cambiar su apellido usando la versión americanizada del apellido materno. A partir de este momento, la niña polaca Gittel Kaimowitz se convierte en la mujer Gertrude Blanch.

Obtiene el doctorado en la *Cornell University* en 1935. Realiza su tesis, titulada *Properties of the Veneroni transformation in  $S_4$* , bajo la dirección de Virgil Snyder (1869–1950) en el campo de la geometría algebraica. Sus resultados, y generalizaciones, fueron publicados en la prestigiosa revista *American Journal of Mathematics*.

A pesar de su doctorado no consigue un puesto en la universidad y empieza a trabajar como gerente en unas oficinas en Manhattan. Sin embargo, su interés por formarse continúa y acude a clases nocturnas sobre la teoría de la relatividad impartidas por el profesor de física Arnold Noah Lowan (1898–1962). Ese curso daría un vuelco a su situación. Ella misma en una entrevista realizada por Henry Tropp y que se encuentra en los archivos del *Smithsonian National Museum of American History*:

«Lowan solía tomar el mismo autobús a casa que yo tomaba, y un día en el autobús me dijo que estaba muy satisfecho con el material que le entregaba, incluso aunque yo no acudía todas las noches. Le dije que tenía un doctorado en matemáticas. Así fue cómo él supo que yo era matemática y la noche siguiente en el autobús me dijo que había sido seleccionado para liderar el Proyecto de Tablas Matemáticas (*Mathematical Tables Project*) y me preguntó si me uniría a este proyecto»

En 1938 entró a formar parte del *Mathematical Tables Project* como directora técnica. Iba a ser su primer contacto con una rama fundamental de las matemáticas: el Análisis Numérico. Pero, ¿qué es el Análisis Numérico? Podemos dar la siguiente definición

*Análisis Numérico es la ciencia que se encarga de construir, analizar y aplicar (vía ordenadores) métodos conducentes a solución numérica o aproximada de un determinado problema.*

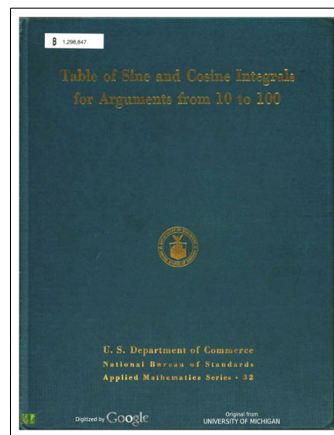
Hoy en día, con el uso de los ordenadores, el Análisis Numérico lo impregna todo. Es impensable el desarrollo tecnológico y de la ingeniería actual, los viajes espaciales, entre ellos haber llegado a la Luna, los videojuegos, la realidad virtual, la medicina (tomografía, escáner, PET, cirugía oftalmológica, etc) y cualquier tipo de simulación sin los algoritmos numéricos que se implementan en los ordenadores. Muchas veces se piensa, de forma equivocada, que es una simple tarea que hacen los ordenadores, nada más alejado de la realidad.

Pero ¿cuál era el objetivo del *Mathematical Tables Project*? Es conveniente situarse en aquella época, donde los ordenadores no habían hecho su aparición. Veamos

un ejemplo, una de las tablas consistía en calcular  $a^x$  con 15 decimales de precisión donde  $x$  sólo puede tener dos decimales. Como experiencia, calcula  $3^{0,29}$  si usar ni calculadora ni ordenador. Así, en aquella época aparecieron las denominadas *calculadoras humanas*, pero eso es otra historia.

Volviendo a nuestra protagonista, el período hasta el final de la Segunda Guerra Mundial fue muy intenso científicamente, con colaboraciones con Hans Albrecht Bethe (1906–2005), premio Nobel de Física en 1967, o Richard P. Feynman (1918–1988), premio Nobel de Física en 1965, entre otros.

En la posguerra pasó algunas dificultades debido a la denominada *caza de brujas* promovida por el senador McCarthy con el objetivo de encontrar comunistas infiltrados en los órganos de poder estadounidenses, y ella tenía una hermana comunista. Fue totalmente exonerada en 1952.



Portada de uno de los libros del proyecto *Mathematical Tables Project*

En 1948 fue nombrada subdirectora de computación en el *Institute for Numerical Analysis* en la *University of California* en Los Angeles y en 1954 se unió a la *Mathematics Unit of the Aerospace Research Laboratories* en la Base de la Fuerza Área *Wright-Patterson* en Dayton, estado de Ohio. Fue contratada como matemática profesional para que desarrolle métodos numéricos para problemas de turbulencias, vuelos supersónicos, etc. Permaneció en este laboratorio hasta su jubilación en marzo de 1967.

Una de sus grandes aportaciones, y que fue el motivo de mi interés en conocer su historia, fue el estudio de las funciones de Mathieu. Dados dos números  $a$  y  $q$  la ecuación diferencial de Mathieu viene dada por

$$y''(x) + (a - q \cos(2x))y(x) = 0.$$

Las soluciones a esta ecuación diferencial se llaman funciones de Mathieu y son unas funciones especiales que tienen interesantes propiedades y para su tratamiento es esencial el análisis numérico.

Esta época en Ohio fue muy satisfactoria para Gertrude, recibió el premio a la productividad de la *Air Force* en 1958 y en 1962 fue la primera mujer en ser científico senior del gobierno americano. En 1963 la *Air Force* le concedió el premio por servicios excepcionales y en 1964 el presidente de los Estados Unidos, Lyndon Baines Johnson, le entregó el *Federal Womans's Award*.

Tal fue la relevancia de Gertrude en la base militar de *Wright-Patterson* que una vez jubilada la mantuvieron como consultora externa a través de la *Ohio State University* hasta el año 1970. Finalmente, se fue a California

donde falleció el 1 de enero de 1996.

Gertrude Blanch fue una brillante matemática y una mujer tenaz que se enfrentó con determinación a los problemas de la época en la que vivió.

## Referencias

[1] Grier, David Alan. *Gertrude Blanch of the Mathematical Tables Project*, IEEE Annals of the History

of Computing, 19(4), 1997.

[2] Moreno Balcázar, Juan J. Capítulo 7 en *Mujeres Matemáticas. Trece matemáticas, trece espejos*. Coord. Marta Macho. Ed. SM-RSME, 2019.

[3] Tropp, Henry. *Interview to Gertrude Blanch. May 16, 1973*, Smithsonian National Museum of American History.

■

## PASATIEMPOS Y CURIOSIDADES

# Alicia en el país de las Matemáticas

Lara Delgado Ruiz  
Ángeles Ruiz Molina

Estudiantes del Grado en Matemáticas de la UAL

*«La madriguera del conejo era como un túnel muy largo, que, de repente, caía en vertical... Tan de repente que Alicia no tuvo ni tiempo de pensar en frenar su caída, y, así, la niña se precipitó por lo que parecían ser las paredes de un pozo muy profundo... ¿Era el pozo realmente tan profundo o era que la niña caía muy despacio?»*



Charles Lutwidge Dodgson (1832-1898), más conocido como Lewis Carroll

¿Os suena? Como os habréis dado cuenta, este fragmento pertenece al libro de *Alicia en el país de las maravillas*. Pensad en el concepto de límite. El concepto de límite es la idea intuitiva de la aproximación hacia un punto concreto de una sucesión o una función. Ahora que sabéis esto, volved a leer el fragmento.

Si nos paramos a analizarlo, el pozo representaría la sucesión o función convergente; el largo recorrido de Alicia cayendo a través de este, serían los valores que van aproximándose al límite de la sucesión o las imágenes que iría tomando la función; y este límite sería el final del pozo. Por tanto, si no existiese el límite, Alicia nunca terminaría de caer.

*«Y seguía cayendo, cayendo y cayendo... ¿Es que no acabaría nunca aquella caída?»*

Dicha pregunta, la cual se expone en las primeras páginas del libro, insiste en que los valores que va tomando la función o sucesión se van acercando al valor del límite, pero en realidad nunca llegan a coincidir con él.

Esta parte no es el único guiño que el matemático Lewis Carroll escondió en su libro *Alicia en el país de las maravillas*.

A continuación, si os sabéis la historia, hay una escena en la que se encuentran Alicia y el Sombrero Loco

hablando sobre el extraño reloj que el Sombrero tenía; este no funcionaba bien, iba con dos días de retraso. Exactamente, esto hace referencia a una de las paradojas más famosas de Carroll, «Los dos relojes de Lewis Carroll».

Dicha paradoja se basa en una pregunta: ¿Qué prefieres, un reloj que se retrasa un minuto al día o un reloj que no funciona en absoluto, que está parado? Como es lógico todos elegiríamos la primera opción. La paradoja está en que, si un reloj se atrasa un minuto cada día, se necesitarían 720 días para que el reloj volviese a dar la hora correcta, es decir, casi dos años, mientras que el reloj parado daría la hora exacta dos veces al día. Así, nos daríamos cuenta de que el reloj parado es el que más veces acierta la hora.

Un dato curioso es que a Carroll le apasionaba la geometría, aunque también escribió sobre otros temas como la lógica y el álgebra. Por eso en algunas partes del libro podemos observar que hace ciertas referencias a ellas, como por ejemplo en esta parte:

*— ¡Un lado te hará crecer y el otro menguar!  
— «Un lado... ¿de qué?», se preguntaba a sí misma Alicia, desconcertada.  
— ¡De la seta!, dijo la oruga, como si le leyera el pensamiento...*

Aquí intentó dar una pincelada a la imposibilidad de solucionar el problema de la cuadratura del círculo, que se basa en dibujar con regla y compás un cuadrado de igual área a la de un círculo predeterminado. Por ello, Alicia se quedó unos instantes mirando pensativa la gran seta, intentando averiguar cuáles eran sus lados, de forma que puso de manifiesto las ideas del escritor.

En su cabeza buscaba los lados del círculo, pero nadie había conseguido darle forma cuadrada a uno hasta la fecha. Tengamos en cuenta que el libro se publicó en 1865 y entonces se desconocía una prueba rigurosa de la imposibilidad de la cuadratura del círculo. No sería hasta 1882 cuando el matemático Carl Louis von Lindemann lo demostró probando que  $\pi$  es trascendente.

Lo que también se asemeja al tema de la circunferencia sin fin, es una carrera que hacen algunos personajes del cuento cuando Alicia llora y todo queda inundado. Todos

dan vueltas en círculos, pero nadie dio la orden de salida, sino que cada uno empezó a correr a su aire y se retiró cuando le vino en gana, no había manera de saber cuándo acababa la carrera. Podríamos decir que estamos hablando del tema de que una circunferencia, no tiene principio ni fin, una de las tantas propiedades curiosas de esta figura que quiere hacer destacar.



Dejando un poco de lado los aspectos geométricos, como hemos comentado antes, la lógica también era uno de sus temas recurrentes, apareciendo en muchos capítulos, como en el 5, *Los consejos de una oruga*. En este Alicia se encuentra con una paloma que la acusa de ser una víbora, aunque la niña dice no ser ningún tipo de serpiente, la paloma utiliza la lógica diciéndole:

la paloma utiliza la lógica diciéndole:

— *¡A mí no me engañas! ¡Tú eres una serpiente y no te servirá de nada negarlo! ¡Supongo que ahora me dirás que nunca en tu vida has comido un huevo!*

— *¡Claro que he comido huevos! —Exclamó Alicia—. ¡Pero es que las niñas comen tantos huevos como las serpientes!*

— *No me creo ni una palabra de lo que dices, pero, en cualquier caso, eso demuestra que las niñas son igual que las serpientes... ¡yo peores!*

La lógica que viene a usar se basa en decir que, si eres serpiente (p) entonces comes huevos (q), la paloma afirma erróneamente que la implicación contraria también es cierta, y como Alicia come huevos (q), entonces Alicia sería una serpiente (p). Misma lógica que se utiliza en el siguiente fragmento:

— *¿Y cómo podría probarme que está usted loco? —Preguntó Alicia.*

— *¡Eso es fácil! Premisa mayor. El perro es un animal que no está loco. Premisa menor. El perro gruñe cuando está enfadado, y mueve el rabo cuando está contento. Yo hago justamente lo contrario. Muevo el rabo cuando estoy enfadado, y gruño cuando estoy contento. Luego... ¡yo estoy loco!*

Respecto al álgebra, podemos deducir de la lectura que Lewis no era muy amigo de los números negativos. Se muestra cuando en esta historia Alicia merienda con el Conejo, el Lirón y el Sombrero Loco; el Conejo pregunta a Alicia si quiere un poco más de té, a lo que ella le responde que no puede tomar más si aún no ha tomado nada.

Aquí, el Conejo da por hecho que podemos tomar  $-1, -2, \dots$  tazas de té y L. Carroll toma el papel de Alicia ante esta situación y expresa su postura refiriéndose a que

sólo podríamos contar a partir del 1, no estaba de acuerdo en contar por debajo de la unidad.

Además, el problema también se presenta en la conversación de Alicia con la Falsa Tortuga, un diálogo donde la Falsa Tortuga le explica cómo funcionan las lecciones en la escuela: el primer día hay 10 horas de lecciones, el segundo 9 horas y así sucesivamente. Alicia le dice que entonces el día 11.º sería un día de vacaciones, a lo que la tortuga responde: *«por supuesto»*. Entonces Alicia pregunta, *«¿y qué ocurriría en el duodécimo día?»* En ese momento Alicia es interrumpida y se cambia de tema, pero parece una clara alusión a los números negativos.

¿El día 12.º serían los niños quienes darían clase al profesor?

Por último, vemos que en esta historia surgen unos cálculos que a primera vista son angustiosos.

— *... cuatro por cinco, doce; cuatro por seis, trece; cuatro por siete... ¡A este paso nunca llego a veinte!*

Sin darnos cuenta, tras esta parte insignificante del libro hay escondidas muchas matemáticas. Los productos pueden parecer incorrectos, aunque las operaciones tienen un significado oculto.

¿Por qué entonces dice que así nunca llegará a 20? La respuesta es que Alicia no está trabajando en base 10, que es a la que estamos acostumbrados, concretamente la base se va incrementando en 3 y el factor que multiplica a 4 aumenta en uno, observemos:

$$4 \cdot 5 = 20 \text{ es } 12 \text{ en base } 18$$

$$4 \cdot 6 = 24 \text{ es } 13 \text{ en base } 21$$

⋮

$$4 \cdot 12 = 48 \text{ es } 19 \text{ en base } 39$$

Todas estas operaciones vienen del procedimiento del cambio de base, donde nos quedamos con el cociente y con el resto tras dividir el número de la multiplicación entre la base. De manera que hasta ahora:

$$4k = (3k + 3)1 + k - 3,$$

donde el dividendo es  $4k$ ; el divisor,  $3k + 3$ ; el cociente, 1 y el resto  $k - 3$ .

Lo más lógico sería pensar que esta sucesión sigue de la forma  $4 \cdot 13 = 52$  es 20 en base 42, pero veamos que esto no es así.

Si quisiéramos que el resultado fuese 20 deberíamos obtener cociente 2 y resto 0, de manera que la fórmula anterior queda:

$$4k = (3k + 3)2 + 0,$$

o equivalentemente:

$$2k = (3k + 3).$$

Pero llegamos a una contradicción porque efectivamente

$$2k < 3k + 3,$$

para cualquier valor natural de  $k$ .

Así pues, no solamente no llegaríamos a 20 en la multiplicación  $4 \cdot 13$ , que era cuando se podría esperar... sino que ¡no llegaríamos nunca!

Hemos visto que el problema está en la base 42, pues no es el único enigma en el que se ve envuelta esta cifra. Hay muchos ejemplos en nuestra novela, pero el más curioso es que esta tiene 12 capítulos y su continuación otros 12, en total 24 que es el 42 al revés, un dato que resulta despreciable pero no lo podemos dejar pasar sabiendo que el 42 era un número especial para el autor.

En el libro también encontramos semejanzas (lo grande y lo pequeño), operaciones inversas (comidas que hacen aumentar y menguar), una situación no conmutativa («perdonar y olvidar» frente a «olvidar y perdonar»), simetrías y oposiciones (las reinas roja y blanca, las gemelas cotillas, los gemelos Tweedledee y Tweedledum). Parece mentira que todo esto estuviera encubierto en una historia

de la que habéis escuchado hablar más de una vez, incluso podéis pensar que adentrarse tanto en las matemáticas es una locura, asimismo los matemáticos tienen fama de locos, pero como le dice Alicia al Sombrerero: «Las mejores personas lo están.»

## Referencias

- [1] Lewis Carroll. *Alicia en el país de las maravillas*. Edelvives. (2015)
- [2] Evil an Physics. *Alicia en el país de las maravillas matemáticas*.
- [3] Quora. *¿Qué hay tras la frase «Cuatro veces cinco es doce y cuatro veces seis es trece y cuatro veces siete... ¡Ay Dios mío! ¡Así no llegaré nunca a veinte!»?*



### CULTURA Y MATEMÁTICAS

# Miradas de geometría en ARCO Madrid

José Luis Rodríguez Blancas  
Universidad de Almería

Por primera vez, el pasado 27 de febrero, visité [ARCO Madrid](#), la feria internacional de arte contemporáneo que viene celebrándose en el IFEMA desde 2015, aunque su inicio se remonta a 1982, gracias a la galerista vallisoletana Juana de Aizpuru, que la llevó a ser parada obligatoria de galeristas y coleccionistas del circuito internacional.

En esta ocasión, la feria reunió a 185 galerías y exhibiciones de 32 países. Este año, coincidiendo con el 40(+1) aniversario de su fundación (+1 por su cancelación el año pasado debido a la pandemia), la muestra acogió además obras de artistas influyentes del siglo pasado, de quienes normalmente se nutren los artistas emergentes.

Bajo mi falta de experiencia en la materia, os hablaré como un visitante más que disfruté paseando por los espacios de ARCO, con obras que he de confesar me han transmitido sensaciones y emociones, que quizá sus creadores querían plasmar.

Me enfocaré en esta breve reseña en unas pocas obras geométricas que llamaron mi atención, entre muchas otras que no puedo incluir por falta de espacio.

Empecemos por la obra *Linx* de Rosa Brun (Madrid, 1955); véase la Figura 1. Inspirada en Piet Mondrian, esta autora se apoya en la simplicidad para transmitir la esencia geométrica de la realidad. Debo decir que, en general, la obra de Brun me resulta más llamativa y emotiva, quizá por el uso de colores más variados, no solamente primarios como Mondrian.

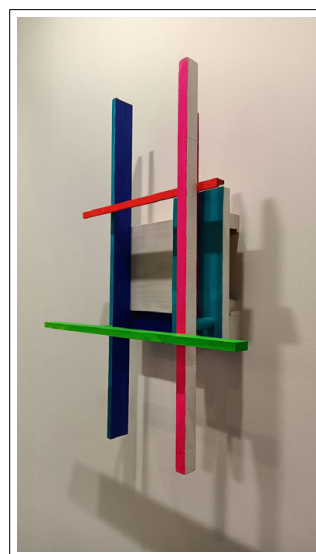


Figura 1



Figura 2



Figura 3

Se exhibieron obras de artistas conocidos como *José Pedro Costigliolo* (Montevideo, 1902–1985) y *Joel Shapiro*

(Nueva York, 1941): la pintura en la Figura 2, de simples líneas que se cortan y la escultura en la Figura 3, compuesta por ortoedros de distinto tamaño y color. Quizá no se aprecie bien en la foto, pero impresiona estar junto a una escultura con piezas gigantes que recuerdan juegos infantiles, que aparenta tener vitalidad.

Me encantó, por su finura, la obra del cubano *Marco Castillo* (Camagüey, 1971) realizada a base de secciones de planchas de madera (o cartón), dejando huecos de letras y cuerpos geométricos; véase la Figura 4.

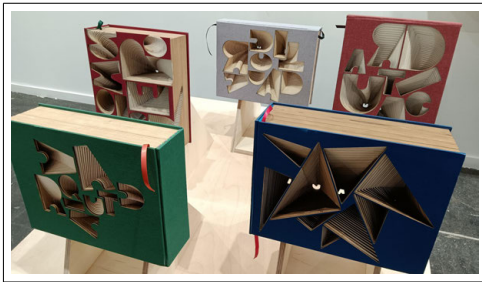


Figura 4

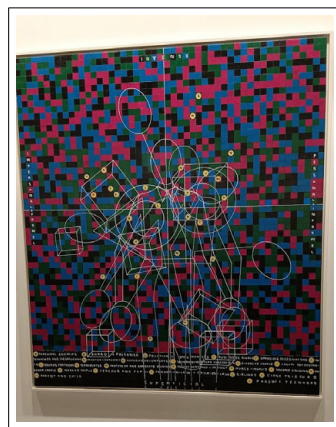


Figura 5

El uso de simbología y formas geométricas simples del artista alemán *Thomas Zipp* (Hepenheim, 1966), se plasma de manera atrevida en su obra *Blind Spot Detecting Unit*, donde trata de representar distintos tipos de personas en una gráfica, según el carácter (in)formal, (im)personal, intenso o superficial de las mismas; véase la Figura 5.

Volviendo al lenguaje puro y visual que aportan las formas geométricas, una de las galerías participantes incluyó dos bonitos apilamientos de poliedros de la artista canadiense *Angela Bulloch* (Rainy River, 1966). Al principio me percaté de que los poliedros no eran regulares, pero creo que así la autora pretende dar más movimiento y naturalidad; véanse las Figuras 6 y 7, y el vídeo *Topology: No Holes, Four Tails*.

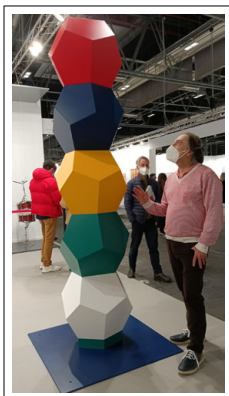


Figura 6



Figura 7

Markus Linnenbrink (Dortmund, 1961) me cautivó con

una pieza original, formada por oquedades esféricas de colores, que producían el conocido efecto de máscara hueca; véase la Figura 8 y un vídeo para apreciar mejor los detalles y el efecto visual. Un paseo por su página web nos muestra obras maravillosas, que utilizan líneas paralelas y curvas con colores intensos.

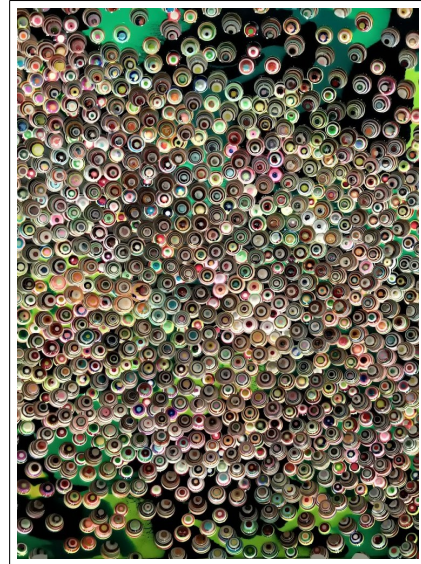


Figura 8

Unas esculturas metálicas que me llamaron la atención, fueron las de *Arturo Berned* (Madrid, 1966). El artista para diseñarlas, según nos explica en su web, comienza con distintos recortables de cartón que va añadiendo o quitando, doblando y rodeándose a sí mismos, originando espacios «habitables». Interesante la comunicación entre el autor y su obra en este proceso creativo, donde una visión tridimensional y la distribución del espacio son fundamentales. La Figura 9 muestra una figura entrelazada según el nudo de trébol; en este vídeo se aprecia mejor la estructura y el nudo.



Figura 9

Justo al lado, posaban un par de obras de latón del *Equipo 57*, simples pero delicadamente bellas, a mi entender; véanse las Figuras 10 y 11. El Equipo 57, activo desde 1957 hasta 1961, incluía varios artistas que promovían la colaboración y huían del individualismo. Tenían clara la

conexión entre arte y matemáticas, y eso era fuente de inspiración. Al ver este tipo de piezas, como topólogo que soy, siempre me paro a comprobar si son orientables o no, para posteriormente clasificarlas topológicamente (tarea que dejo ahora al lector curioso; se pueden ver más ejemplos [aquí](#)).



Figura 10



Figura 11

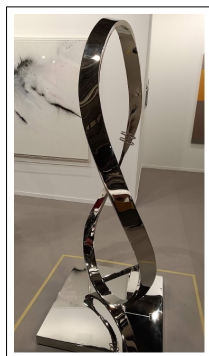


Figura 12

Y hablando de orientabilidad, el dúo formado por Michael Elmgreen (Copenhague, 1961) e Ingar Dragset (Trondheim, 1969), presentaron entre otras, una escultura titulada *Human Scale: Loop Pool*, una piscina en bucle (no orientable, al contener una cinta de Möbius; véase la Figura 12 y [vídeo grabado](#) in situ).

Quiero terminar con una referencia al momento que más me impactó

de la feria, que fue nada más entrar en la exposición: el espacio decorado por el *Studio Tomás Saraceno*. Es realmente espectacular cómo llenaron el espacio con objetos geométricos flotantes, formados por espejos y cristales. En la Figura 13 vemos reflejado parte del espacio sobre una de las obras.

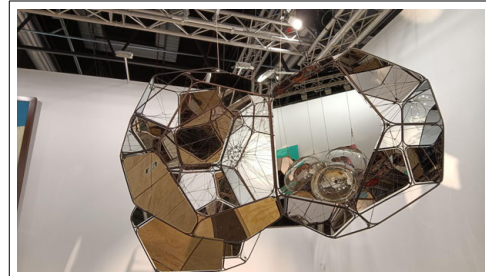


Figura 13

En esta reseña he intentado recoger algunas «miradas de geometra» en ARCO, motivado por mi participación en el proyecto Erasmus KA2 + *Geometrician's views* (2021-23). Espero que hayáis disfrutado y os animo a que indagéis más sobre arte y matemáticas, en campos más amplios. Una recomendación muy interesante es la web de [BRIDGES](#). ■

## Lecturas recomendadas sobre divulgación matemática

### Mentes maravillosas.

Los matemáticos que cambiaron el mundo.

Ian Stewart.



#### Ficha Técnica

Editorial: Crítica.

320 páginas.

ISBN: 978-84-9199-019-2.

Año: 2018.

Ian Stewart es un excelente divulgador matemático autor de numerosas obras. En esta nos propone un recorrido por la biografía y obra de veinticinco matemáticos y matemáticas de todos los tiempos. El autor ha pretendido que la elección realizada sea lo más representativa posible, pero como es lógico ha tenido que dejar fuera muchas biografías interesantes.

Esta elección incluye a personajes muy conocidos no sólo por sus grandes aportaciones científicas, sino también por sus curiosas vidas (Cardano, Galois, Kovalévskaya, Ramanujan, Gödel, Turing...) y abarca desde Arquímedes en el siglo III a. C. hasta William Thurston en el presente siglo. El escaso número de matemáticas incluidas en este libro es debido a que hasta hace poco las mujeres han tenido vetada o muy difícil la dedicación a las matemáticas.

Cada capítulo está dedicado a un personaje y en él se cuentan sus datos biográficos más reseñables, así como sus principales aportaciones a las matemáticas, todo ello de manera bastante accesible para los lectores. Aunque hay algunas partes algo más técnicas, son pocas y no impiden una lectura ágil del libro.

El autor dedica el capítulo final a reflexionar sobre si hay factores sociales o culturales en las vidas de los matemáticos y matemáticas incluidas en los capítulos previos que permitan explicar su genialidad, pero esta tarea parece encaminada al fracaso debido a que los datos biográficos considerados (procedencia social, antecedentes familiares, épocas en las que vivieron...) no coinciden en la mayoría de los casos.

No obstante, la forma de pensar de estos pioneros sí comparten algunas características como son su originalidad, imaginación, cierta heterodoxia y una fuerte intuición, ya sea visual o formal. Posiblemente lo que hace que las mentes de los personajes incluidos en este libro sean maravillosas es su enorme motivación por desentrañar los entresijos de las matemáticas.

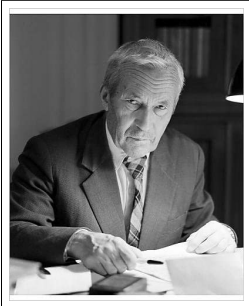
En conjunto esta obra supone una forma muy amena de aproximación a las matemáticas conociendo algunos de los personajes más determinantes en su avance a lo largo de los siglos.

Antonio Morales Campoy  
Universidad de Almería

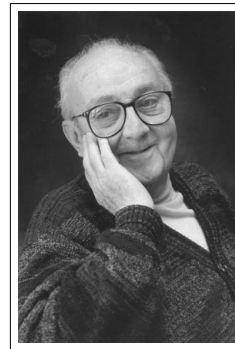
## Citas Matemáticas

«La Ley de los Grandes Números engendra a gran escala una regularidad estricta, en la que lo aleatorio, en cierto sentido, ha desaparecido».

«Todos los modelos son erróneos, pero algunos son útiles».



Andrei Kolmogorov (1903–1987), matemático ruso.



George E.P. Box (1919–2013), estadístico inglés.

## Páginas web y redes sociales

### El jardín de los matemáticos



Página de inicio

La web [www2.ual.es/jardinmatema](http://www2.ual.es/jardinmatema) es una página creada por la *Facultad de Ciencias Experimentales* en estrecha colaboración con el *Departamento de Matemáticas*, en el contexto del proyecto conjunto con el *Centro de Colecciones Científicas* de la UAL (CECOUAL), el Jardín de los Matemáticos.

En ella podemos encontrar una gran variedad de conceptos matemáticos que encontramos en la naturaleza, sobre todo en las plantas <sup>5</sup>.

Conceptos como los ángulos, el conoide de rosetón, los fractales o la sucesión de Fibonacci, entre otros, aparecen en numerosas ocasiones en la Naturaleza, pero habitualmente no lo percibimos con claridad, o no comprendemos el concepto matemático que hay detrás. En esta web podemos encontrar explicación a todo ello.

Si además tenemos la oportunidad de pasear por este Jardín que rodea al edificio CITE III, sede de la *Facultad de Ciencias Experimentales*, en la Universidad, podemos encontrar dos tipos de códigos QR, unos que nos llevan a la planta, y otros que nos llevan a cada una de las seccio-

nes que componen esta web. En todas ellas encontraremos la explicación matemática de los conceptos citados.



Una parte del jardín

Hay juegos tipo *Kahoot* con los que podremos jugar con otras personas, y retos matemáticos de todos los niveles, y para todas las edades.

Además, en algunas de las actividades te animan a que compartas tus resultados en redes sociales, y también a que etiquetes a la Facultad para que otros puedan verlos (@experiment\_UAL en Twitter, @facultad.experimentales.ual en Instagram). Por último, en la sección «Sobre nosotros» puedes encontrar quiénes son los creadores de esta sección, y su contacto. Esperamos que disfrutes de este Jardín y, sobre todo, que aprendas todos los conceptos matemáticos que hay en él a través de esta página web.

Reseña de María Dolores Gómez Olvera  
Universidad de Almería

<sup>5</sup>La web botánica de este proyecto se encuentra en [herbario.ual.es/jardin-de-los-matematicos](http://herbario.ual.es/jardin-de-los-matematicos).



## Acertijos

### Los detalles del abuelo

No sabéis lo feliz que me hace vuestra graduación. Era importante para mí deciros esto personalmente. Quisiera, además, ofrecer un regalo que compartiréis de forma equitativa. Como sé que no será un verdadero obstáculo, os planteo una condición. Deberéis adivinar el importe exacto del obsequio. Os explico el procedimiento que seguiremos.

Mañana por la mañana, a eso de las diez, volveréis por aquí. Tendré preparados dos sobres con vuestros nombres, Marta y Juan. En su interior encontraréis un número entero comprendido entre 0 y 20.

La suma de los enteros introducidos (multiplicada por mil) será el importe exacto (en euros) que pondré a vuestra disposición. Os situaréis a cierta distancia con las espaldas enfrentadas. Cada uno conocerá el entero contenido en su propio sobre, pero no podrá, bajo ningún concepto, hacerlo público.

Debo comunicaros, desde este mismo momento, que la suma total ascenderá a 15 o bien a 20 (solo dos alternativas, he descartado todas las restantes).

Una vez que conozcáis vuestros respectivos enteros, preguntaré a Marta si puede adivinar el importe exacto de la suma. Contestará sí o no. En caso afirmativo, tendrá que decirlo en voz alta y, en caso negativo, no dirá nada más (por el momento) y formularé la misma pregunta a Juan. Actuará del mismo modo que Marta.

Por tanto, si no conoce el valor de la suma, volveré a preguntar a Marta y así sucesivamente. Si razonáis correctamente adivinaréis el importe exacto en muy poco tiempo. Pero he de advertiros que, si en algún momento uno de vosotros menciona un importe equivocado, no recibiréis nada en efectivo, solo mis mejores deseos para vuestro futuro (que no es poco).

Suponiendo que Marta y Juan razonan adecuadamente ¿cuántas veces, como máximo, tendrá que formular su abuelo la pregunta ya comentada sobre el valor exacto de la suma?

*(En el próximo número aparecerá la solución.)*

### Solución al acertijo del número anterior

Teníamos que determinar el número de miembros de un grupo de voluntarios sabiendo que, ordenados de menor a mayor en función de sus edades:

- Cada uno de los componentes del grupo (salvo el mayor) es tres años más joven que el siguiente.
- El séptimo tiene 36 años.

- La suma de las edades de todos ellos asciende a 855.

Las edades se encuentran en progresión aritmética de diferencia  $d = 3$ . Si  $e_k$  denota la edad del  $k$ -ésimo miembro del grupo, es claro que  $e_2 = e_1 + d$ ,  $e_3 = e_1 + 2d$  y, en general,  $e_k = e_1 + (k - 1)d$ . De acuerdo con esto último,  $e_7 = e_1 + 6d$ , es decir,  $36 = e_1 + 18$  y, por tanto,  $e_1 = 18$ .

Si  $n$  es el número de miembros del grupo y  $s_n$  es la suma de sus edades, tenemos que,

$$s_n = e_1 + e_2 + \dots + e_n$$

o, invirtiendo el orden de los términos,

$$s_n = e_n + e_{n-1} + \dots + e_1.$$

Sumando miembro a miembro ambas igualdades, observamos que

$$2s_n = (e_1 + e_n) + (e_2 + e_{n-1}) + \dots + (e_n + e_1).$$

Pero,  $e_1 + e_n = e_2 + e_{n-1} = e_3 + e_{n-2} = \dots$  (piénsese que al pasar de  $e_1$  a  $e_2$  sumamos  $d$  y al pasar de  $e_n$  a  $e_{n-1}$  restamos esa misma cantidad. El mismo tipo de argumento justifica las restantes igualdades). Por tanto,

$$2s_n = n(e_1 + e_n) = n(e_1 + e_1 + (n-1)d) = n(2e_1 + (n-1)d)$$

y, de este modo,

$$s_n = \frac{n(2e_1 + (n-1)d)}{2}, \tag{1}$$

es decir,

$$855 = \frac{n(36 + (n-1)3)}{2}.$$

Así pues,  $1710 = n(33 + 3n)$  o, de forma equivalente,  $3n^2 + 33n - 1710 = 0$ .

Su única solución positiva es  $n = 19$  (la negativa debe descartarse). El grupo está formado por 19 personas cuyas edades van aumentando de tres en tres (oscilan entre  $e_1 = 18$  y  $e_{19} = e_1 + 18d = 18 + 18 \cdot 3 = 72$  años).

Un comentario adicional. La igualdad (1) expresa la suma de los  $n$  primeros términos de una progresión aritmética de diferencia  $d$  y primer término  $e_1$ . Puede escribirse también en la forma

$$s_n = \frac{n(e_1 + e_n)}{2}.$$

TERRITORIO ESTUDIANTE

# Nuestro paso por la carrera

Alberto Díaz López  
 Celia Barbero Navarro  
 Delia Sola Molina  
*Estudiantes del Grado en Matemáticas de la UAL*

Todos alguna vez hemos oído decir que lo que se ve en el grado de Matemáticas es totalmente diferente a las matemáticas que se van enseñando desde que uno es pequeño.

Pero, ¿es eso cierto? En este artículo podrás encontrar la respuesta, ya que haremos un recorrido de las asignaturas que hemos ido cursando para que estas sean más cercanas a aquellos estudiantes que estén interesados en el grado.

## 1.º de carrera:

El primer año del grado de matemáticas está pensado para que los nuevos estudiantes se familiaricen con el lenguaje matemático y el razonamiento deductivo, ambos de vital importancia durante todo su recorrido. En este año se impartirán 8 asignaturas, dos de ellas anuales y las otras seis cuatrimestrales.

En el primer cuatrimestre, nos encontramos con Elementos Básicos de las Matemáticas, asignatura que servirá como enlace entre los contenidos estudiados en bachillerato, y los que se verán en la Universidad. En ella se repasan conceptos como el de límite, derivada o integral.

Un primer acercamiento con el álgebra matemática se producirá con la asignatura de Estructura Básicas del Álgebra, en ella el estudiante estudiará el concepto de conjunto, las clases de equivalencia, las congruencias y los polinomios.



*Facultad de Ciencias Experimentales*

En Geometría Elemental, se trabajará en un principio con matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones, para luego trabajar con el concepto de espacio vectorial y finalmente se estudiarán los teoremas de isomorfía, que aparecerán con recurrencia en cursos posteriores.

En el segundo cuatrimestre de 1.º, vemos la asignatura de Física I, en la cual se profundiza en algunos contenidos vistos en bachillerato. Se estudia Dinámica de la partícula y de los sistemas de partículas, fluidos, termodinámica, campos eléctricos y magnéticos, etc.

Otra de las asignaturas es Introducción a la Estadística y la Probabilidad. Se comienza trabajando con variables tanto unidimensionales como bidimensionales y posteriormente, con numerosas distribuciones de probabilidad que serán muy útiles para la asignatura de tercero.

En Álgebra Lineal, se empieza estudiando valores y vectores propios, a continuación, se desarrollan métodos de diagonalización de matrices como la diagonalización por congruencia y la diagonalización ortogonal. Además, se estudian aplicaciones de estas transformaciones de matrices.

Finalmente, hablaremos de las dos asignaturas que nos encontramos en este curso.

Por un lado, nos encontramos con Análisis Matemático donde el estudiante comienza a familiarizarse con las demostraciones, y con las sucesiones y series que serán imprescindibles a lo largo de toda la carrera. Además, se profundiza en los conceptos y resultados de límites, derivación e integración.

Por otro lado en Programación, el estudiante hará un recorrido que comenzará mostrando por pantalla «Hola Mundo», pasando por los condicionales y los bucles (sentencias if y while), el estudio de las clases y objetos, hasta llegar a ver los algoritmos de búsqueda. Todo ello se realizará en el lenguaje Java.

## 2.º de carrera:

En 2.º de carrera hay una asignatura anual, Cálculo Diferencial e Integral, en la cual se ven ciertos resultados teóricos tales como teoremas de continuidad y de diferenciabilidad de funciones. Además, la segunda parte de la asignatura se enfoca en el cálculo de integrales definidas teniendo en cuenta resultados como el teorema fundamental del cálculo o la regla de Barrow.

Centrándonos en el primer cuatrimestre nos encontramos con la primera optativa de la carrera, dándonos a elegir entre Matemática Divulgativa, Matemática de las Operaciones Financieras y Astronomía.

En Geometría Afín, se realizan muchos tipos de ejercicios prácticos en espacios vectoriales, métricos y afines además de ver planos como el de Moulton. Por otra parte se trabaja con movimientos de figuras geométricas como: giros, rotaciones o traslaciones. . .

Una asignatura menos teórica fue Métodos Numéricos I en la cual se estudian diferentes métodos para calcular aproximaciones a resultados o soluciones de funciones y/o sistemas que por su complejidad no se podían calcular de forma inmediata utilizando las matemáticas vistas hasta entonces.

La última asignatura del cuatrimestre es Ecuaciones Diferenciales I donde se ven los métodos necesarios para resolver diferentes tipos de ecuaciones diferenciales tanto de primer grado como de grado superior, así como algunos

resultados teóricos de interés para comprender mejor dichos métodos. Estos métodos de resolución de ecuaciones luego serán de utilidad para asignaturas posteriores como Física II.

En el segundo cuatrimestre nos encontramos con Física II, donde se tratan temas como oscilaciones y ondas, el sólido rígido, mecánica analítica, fuerzas centrales y relatividad especial, física cuántica, etc. Aparte de realizar ejercicios un poco más teóricos hay prácticas de laboratorio en las cuales se ven de forma más aplicada todos los conceptos estudiados.

En la asignatura de Sistemas Inteligentes se ve detalladamente la definición de inteligencia artificial y algunas de sus aplicaciones como sistemas de búsqueda. De estos sistemas de búsqueda se enseñan diferentes métodos para poner en práctica con programas como Weka que nos permite obtener el mejor método para cada problema.

En Topología se estudian muchas métricas nuevas dejando a un lado nuestro pensamiento más euclídeo (las matemáticas que siempre hemos conocido), viendo cómo crear bases de entornos topológicos y cómo son las diferentes bolas en función del espacio métrico en el que nos encontremos. Además, se estudian propiedades importantes de los espacios topológicos como primero y segundo numerable, separabilidad, completitud, etc.

Por último, en este cuatrimestre nos encontramos con Matemática Discreta donde se ven grupos abelianos y cíclicos así como homomorfismos, los teoremas de isomorfía vistos en cursos anteriores, y los teoremas de Sylow.

### 3.º de carrera:

En el primer cuatrimestre nos encontramos con Ecuaciones Algebraicas, donde se hará un estudio en profundidad de los polinomios y sus propiedades, como su irreducibilidad o su separabilidad, para ver finalmente el teorema fundamental de Galois.

En Análisis Vectorial, nos encontramos con tres teoremas fundamentales: el teorema de Green, el teorema de Stokes y el teorema de Gauss, muy utilizados, por ejemplo, en el estudio del comportamiento de campos vectoriales en física.

En la asignatura de Probabilidad se verán los vectores y sucesiones aleatorias (en este caso trabajaremos con variables aleatorias) el teorema central del límite y las leyes de los pequeños/grandes números.

En optimización, nos centraremos en encontrar el máximo o el mínimo de una o varias funciones estando estas sujetas a una serie de restricciones. Por ejemplo, si tenemos tres tipos de fertilizante cómo los podemos combinar para ahorrar el coste, sabiendo que se tienen que satisfacer todas las necesidades nutritivas de la planta.

La asignatura que cierra este primer cuatrimestre es Análisis Complejo, en ella se hará un estudio de las funciones complejas de variable compleja, su continuidad, su derivabilidad o integrabilidad.

En el segundo cuatrimestre, se podrá elegir entre 2 asignaturas optativas Álgebra Aplicada a la Teoría de la

Información y Fractales y Caos.

En Ecuaciones Diferenciales II, a diferencia de su predecesora donde se vieron métodos de resolución de ecuaciones diferenciales, aquí se abordarán desde un punto de vista más teórico, centrándose principalmente si una ecuación diferencial tiene solución y si esta es única.

En la asignatura de Estadística, dados una serie de datos, podremos saber si siguen un patrón determinado, o si estos son aleatorios. También se trabajará con R, un software estadístico muy usado, y que se profundizará en él en cursos posteriores.

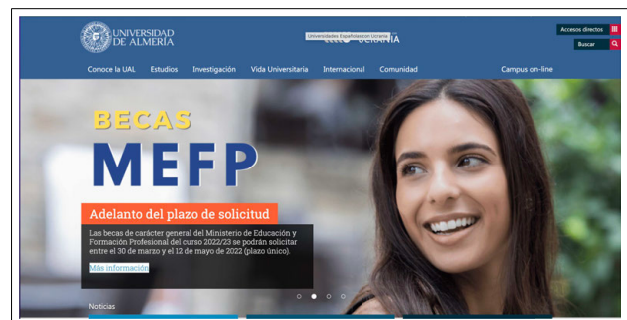
En Métodos Numéricos II se verán por un lado métodos de aproximación para el cálculo de integrales y derivadas, y por otro lado la obtención de una solución aproximada a una ecuación diferencial.

Por último, en Geometría Diferencial de Curvas y Superficies, se estudiarán propiedades de las curvas como su torsión y su curvatura, para posteriormente ver la primera y la segunda forma fundamental de una superficie.

### 4.º de carrera:

Cuarto podría ser el curso de las decisiones, se debe elegir entre muchas optativas, el tema del TFG e incluso las prácticas.

El primer cuatrimestre consta de 5 asignaturas igual que todos los anteriores pero a diferencia de que se pueden elegir 2 de ellas entre Métodos Estadísticos para Big Data, Álgebra y Teoría de Números, Simulación Numérica y Diseño de Experimentos.



Una de las asignaturas más fuertes del curso es Análisis Funcional, en la cual se trabajará con LaTeX de cara a la realización del TFG. Se comienza viendo los distintos tipos de espacios (métricos, normados, de Banach, de Hilbert...) y se estudian los conceptos de completitud y funcional lineal, además de ver los teoremas fundamentales del análisis funcional.

Por otro lado, en la asignatura de Introducción a la Topología Algebraica se estudia la triangulación de superficies, la característica de Euler y los teoremas de clasificación de superficies y otros tan curiosos como el Teorema del bocadillo. Aunque podría decirse que de esta asignatura destacan los conceptos de nudos y trenzas tan peculiares de la rama de la topología.

Finalmente en este cuatrimestre se imparte la asignatura de Ecuaciones de la Física Matemática. En ella intentan resolver EDP's (ecuaciones en derivadas parciales) con

distintos métodos como el de separación de variables y el método de las transformadas. Además, se ven aplicaciones de estas ecuaciones en otros ámbitos y se utiliza Matlab para la interpretación de problemas físicos.

En el segundo cuatrimestre existen dos asignaturas optativas: Geometría Global de Superficies y Análisis de Datos.

La asignatura obligatoria de Modelización es una asignatura

en la que se aprende a construir modelos matemáticos estudiando a fondo el modelo de Leslie. Además, se estudian los modelos discretos y los continuos.

Por último, están las prácticas externas las cuales duran alrededor del mes y medio y el TFG para el cual la mejor recomendación es que empieces con tiempo y seas constante. ■

## Responsables de las secciones

### ♦ ACTIVIDAD MATEMÁTICA EN LA UAL

- *Actividades organizadas*: Helena Martínez Puertas ([hmartinez@ual.es](mailto:hmartinez@ual.es)) y Sergio Martínez Puertas ([spuertas@ual.es](mailto:spuertas@ual.es)).
- *Entrevistas e investigación*: Juan José Moreno Balcázar ([balcazar@ual.es](mailto:balcazar@ual.es)) y Fernando Reche Lorite ([freche@ual.es](mailto:freche@ual.es)).
- *Foro abierto y preguntas frecuentes*: Inmaculada López García ([milopez@ual.es](mailto:milopez@ual.es)).

### ♦ DE LA ENSEÑANZA MEDIA A LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

- *Experiencias docentes*: David Crespo Casteleiro ([davidcasteleiro@hotmail.com](mailto:davidcasteleiro@hotmail.com)), Nuria Pardo Vidal ([penuria@gmail.com](mailto:penuria@gmail.com)) y Aurora Sánchez Gordo ([aurosanchezg@gmail.com](mailto:aurosanchezg@gmail.com)).
- *Enseñanza bilingüe*: Daniel Prados Torrecillas ([plurilinguismo.dpal.ced@juntadeandalucia.es](mailto:plurilinguismo.dpal.ced@juntadeandalucia.es)).

### ♦ DIVULGACIÓN MATEMÁTICA

- *La Historia y sus personajes*: Enrique de Amo Artero ([edeamo@ual.es](mailto:edeamo@ual.es)), Florencio Castaño Iglesias ([fci@ual.es](mailto:fci@ual.es)) y Blas Torrecillas Jover ([btorrecci@ual.es](mailto:btorrecci@ual.es)).
- *Concurso de problemas*: Alicia María Juan González ([ajuan@ual.es](mailto:ajuan@ual.es)), Juan Carlos Navarro Pascual ([jcnava@ual.es](mailto:jcnava@ual.es)) y Miguel Ángel Sánchez Granero ([misanche@ual.es](mailto:misanche@ual.es)).
- *Las Matemáticas aplicadas en otros campos*: Manuel Gámez Cámara ([mgamez@ual.es](mailto:mgamez@ual.es)), Juan

Antonio López Ramos ([jlopez@ual.es](mailto:jlopez@ual.es)), Francisco Luzón Martínez ([fluzon@ual.es](mailto:fluzon@ual.es)) y Antonio Salmerón Cerdán ([asalmero@ual.es](mailto:asalmero@ual.es)).

- *Mujeres y matemáticas*: Isabel María Ortiz Rodríguez ([iortiz@ual.es](mailto:iortiz@ual.es)) y Maribel Ramírez Álvarez ([mramirez@ual.es](mailto:mramirez@ual.es)).
  - *Cultura y matemáticas*: José Luis Rodríguez Blancas ([jlrodri@ual.es](mailto:jlrodri@ual.es)) y José Ramón Sánchez García ([jramon\\_sg@hotmail.com](mailto:jramon_sg@hotmail.com)).
  - *Lecturas recomendadas sobre divulgación matemática*: Antonio Morales Campoy ([amorales@ual.es](mailto:amorales@ual.es)) y Fernando Reche Lorite ([freche@ual.es](mailto:freche@ual.es)).
  - *Páginas web de interés*: José Carmona Tapia ([jcarmona@ual.es](mailto:jcarmona@ual.es)) y José Escoriza López ([jescoriz@ual.es](mailto:jescoriz@ual.es)).
  - *Citas matemáticas*: Alicia María Juan González ([ajuan@ual.es](mailto:ajuan@ual.es)) y Fernando Reche Lorite ([freche@ual.es](mailto:freche@ual.es)).
  - *Pasatiempos y curiosidades*: Juan Ramón García Rozas ([jrgrozas@ual.es](mailto:jrgrozas@ual.es)) y José Antonio Rodríguez Lallena ([jarodrig@ual.es](mailto:jarodrig@ual.es)).
  - *Acertijos*: Juan Carlos Navarro Pascual ([jcnava@ual.es](mailto:jcnava@ual.es)).
- ♦ TERRITORIO ESTUDIANTE: Celia Barbero Navarro ([celiabarnav3.cbn@gmail.com](mailto:celiabarnav3.cbn@gmail.com)), Alberto Díaz Lopez ([adl151@inlumine.ual.es](mailto:adl151@inlumine.ual.es)) y Delia Sola Molina ([deliasola2000@gmail.com](mailto:deliasola2000@gmail.com)).

### Aviso legal

Las opiniones expresadas en esta revista son las de los autores, y no representan necesariamente las del equipo editorial del *Boletín de la Titulación de Matemáticas de la UAL*.

Los derechos de copyright de los artículos publicados pertenecen al *Boletín de la Titulación de Matemáticas de la UAL*. Cualquier persona física o jurídica que desee utilizar una parte o la totalidad de algún artículo, podrá hacerlo citando la fuente de referencia y su autor o autores.