GUÍA DIDÁCTICA

sctm06

sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

MÓDULO 1

Matemáticas en la ciencia y la cultura contemporáneas

9 - 18 de octubre de 2006

Aula Magna de la Facultad de Matemáticas

http://www.anamat.ull.es/sctm06

ULL | Universidad de La Laguna

Cursos Universitarios Interdisciplinares 2006

Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales

Curso Interuniversitario

"Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas" 2006

Guía Didáctica del Módulo 1

Universidad de La Laguna

Coordinadores de Edición

M. Isabel Marrero Rodríguez
Juan Rocha Martín
José M. Méndez Pérez

sctm06
sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Índice

sctm06

sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Presentación

Curso Universitario Interdisciplinar
"Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas" 2006

Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales
Universidad de La Laguna

Objetivos

Las Matemáticas desempeñan un papel protagonista en nuestros días. Como herramienta fundamental para el análisis, la cuantificación y la modelización de fenómenos, están presentes en todas las disciplinas y aparecen continuamente en las más variadas situaciones de la vida cotidiana. Sin ellas no serían posibles los avances científicos y tecnológicos que sustentan la sociedad de la información o contribuyen al bienestar de sus ciudadanos.

Paradójicamente, tanto el conocimiento como el reconocimiento público de las Matemáticas son escasos. El objetivo del presente curso es destacar y difundir su importancia en los ámbitos social, científico y tecnológico, familiarizando al alumnado con las herramientas y los métodos matemáticos propios de las diferentes áreas de conocimiento, necesarios para entender el mundo en que vivimos.

Oferta formativa

El curso forma parte de la oferta de *Cursos Universitarios Interdisciplinares* de la Universidad de La Laguna y tiene una carga lectiva de sesenta horas (seis créditos). Se estructura en tres módulos optativos e independientes de veinte horas (dos créditos) cada uno. Los módulos constan de cuatro sesiones de cuatro horas y dos de dos horas, de acuerdo al siguiente calendario y horario:

Módulo 1: Matemáticas en la ciencia y la cultura contemporáneas
9 y 11 de octubre de 2006, de 17:00 a 19:00 horas.
10, 16, 17 y 18 de octubre de 2006, de 16:00 a 20:00 horas.

Módulo 2: Recursos didácticos en matemáticas: cine, magia y papiroflexia
23 de octubre - 6 de noviembre de 2006, de 17:00 a 19:00 horas.
24 y 25 de octubre – 7 y 8 de noviembre de 2006, de 16:00 a 20:00 horas.

Módulo 3: Recursos didácticos en matemáticas: Descartes y Ultra Fractal
20 y 27 de noviembre de 2006, de 17:00 a 19:00 horas.
21, 22, 28 y 29 de noviembre de 2006, de 16:00 a 20:00 horas.

Contenidos

El módulo 1 pretende invitar a una reflexión sobre las matemáticas en sí mismas, tratar algunas de sus manifestaciones en la vida cotidiana y exponer algunos aspectos de su interacción con las otras ciencias –tanto experimentales como sociales-, la ingeniería y la tecnología.

Los módulos 2 y 3 se articulan en torno a cuatro talleres orientados, principalmente, al ámbito de la educación matemática, y tienen por objeto dotar a profesores y futuros profesores de secundaria de nuevos recursos docentes con los que promover desde el aula la apreciación social por nuestra ciencia.

Profesorado

El curso se concibe como un ciclo de conferencias y talleres. Cada tema será impartido por expertos de reconocido prestigio en la materia correspondiente, vinculados a las siguientes entidades e instituciones: Grupo Analistas Financieros Internacionales, Instituto de Astrofísica de Canarias, Proyecto Medusa, Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa, Universidades de La Laguna, Autónoma de Madrid, Barcelona, Coruña, Granada, Jaume I de Castellón, Málaga, País Vasco, Politécnica de Cataluña y Valladolid, Institutos de Enseñanza Secundaria Salvador Dalí (Madrid) y Antonio Fraguas (Santiago de Compostela) y Asociación de Ilusionistas de Álava.

Metodología

El nivel de las charlas (módulo 1) será divulgativo pero riguroso, y se pondrá especial énfasis en las aplicaciones a la resolución de problemas reales de nuestro entorno más próximo.

Los talleres (módulos 2 y 3) tendrán un carácter eminentemente práctico y responderán a una metodología activa y participativa.

Lugar de celebración

Todas las sesiones del módulo 1 del curso tendrán lugar en el Aula Magna de la Facultades de Matemáticas y Física de la Universidad de La Laguna. Los talleres del módulo 2 y 3 se desarrollarán en el Aula 14 de la Facultad de Física y en el Aula de Informática *Student* de la Facultad de Matemáticas, respectivamente.

Certificado de Asistencia

Habrá un control de asistencia en cada módulo. La Universidad de La Laguna, por medio del Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales, expedirá un *Certificado de Asistencia* a los alumnos matriculados que hayan atendido como mínimo al 80% del total de horas del módulo (dieciséis horas: cuatro sesiones de cuatro horas o tres de cuatro horas y dos de dos horas). Para obtener este certificado no es necesario someterse a prueba de evaluación alguna.

Convalidación por Créditos de Libre Elección

Cada módulo es convalidable por dos Créditos de Libre Elección, de acuerdo al procedimiento establecido por la normativa vigente.

En cumplimiento de dicha normativa, se propondrá una prueba de evaluación cuya valoración se hará según una escala numérica de 0.0 a 10.0, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa: *no presentado (NP), en caso de incomparecencia; 0.0-4.9, suspenso (SS); 5.0-6.9, aprobado (AP); 7.0-8.9, notable (NT); 9.0-10.0, sobresaliente (SB)*. En la correspondiente acta de calificaciones sólo figurarán aquellos alumnos cuya asistencia haya sido superior al **80% de la carga lectiva de un módulo** (dieciséis horas: cuatro sesiones de cuatro horas o tres de cuatro horas y dos de dos horas). Cada alumno con puntuación no inferior a 5.0 recibirá un *Certificado de Asistencia, Aptitud y Convalidación por Créditos de Libre Elección*, expedido por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales de la Universidad de La Laguna, que recogerá toda la información del módulo y la calificación obtenida. Quienes figuren en acta con indicación de *no presentado* o con puntuación inferior a 5.0 recibirán únicamente el *Certificado de Asistencia*.

La **evaluación del módulo 1** consistirá en la entrega de una memoria individual de entre seis y diez páginas sobre los contenidos del módulo, que sólo se calificará con *suspenso (SS)*, en una escala de 0.0 a 4.9, o *aprobado (AP)*, en una escala de 5.0 a 6.9. Para mejorar esta calificación será necesario someterse a un examen tipo *test*, que se puntuará de 0.0 a 10.0; la calificación final será la mayor de las obtenidas en las dos pruebas.

Es posible concurrir directamente al examen sin la realización previa del trabajo. En este caso la calificación final será la que corresponda al examen.

Apuntamos seguidamente algunas **recomendaciones básicas para una correcta redacción de las memorias** de evaluación:

- Se elegirán **ocho conferencias** de las diez posibles en el módulo y se estructurará la memoria en otros tantos apartados. Cada apartado contendrá un resumen así como una sucinta valoración personal del contenido de la conferencia correspondiente. La valoración personal de una conferencia deberá incluir un comentario sobre las reflexiones que su análisis haya podido suscitar, además de una ponderación del nivel de satisfacción alcanzado respecto a las expectativas creadas.

- La memoria debe ser un trabajo **original** e **individual**. Bajo ningún concepto puede limitarse a una mera copia de los materiales docentes proporcionados con el curso (Guía Didáctica, sitio *web*, lecturas complementarias, etc.). Por el contrario, debe reflejar que el alumno ha asistido con aprovechamiento a las distintas sesiones del módulo y es capaz de sintetizar y expresar por escrito, con sus propios términos, el contenido de dichas sesiones, así como de formular razonadamente una valoración de las mismas.

En el caso de los **módulos 2 y 3**, la evaluación consistirá en presentar un trabajo práctico por cada taller, que deberá ir acompañado de un comentario sobre sus posibles aplicaciones didácticas, y que será puntuado de 0.0 a 10.0.

El siguiente cuadro recoge el calendario para la evaluación:

Módulo	Fecha límite para la entrega de memorias y trabajos	Fecha de realización del examen
1	viernes, 24/11/2006	viernes, 01/12/2006
2	viernes, 01/12/2006	---
3	viernes, 15/12/2006	---

Las memorias y trabajos se presentarán en la Secretaría de los Departamentos de Análisis Matemático o de Matemática Fundamental, sitas en el Edificio de Física y Matemáticas de la Universidad de La Laguna, en horario de 8:00 a 15:00 (lunes a viernes), a la atención de los coordinadores del módulo correspondiente; o bien (si procediese) electrónicamente, a la dirección de correo sctmates@ull.es.

El examen tendrá lugar en el Aula 8 de la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna, a las 17:30 horas.

Organización

El presente curso es fruto de una colaboración conjunta entre sendos equipos de profesores de las Universidades de La Laguna y Las Palmas de Gran Canaria, y se impartirá simultáneamente en La Laguna y Las Palmas de Gran Canaria.

En la Universidad de La Laguna el curso forma parte de la programación de *Cursos Universitarios Interdisciplinares 2006* del Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales, mientras que en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria se integra en la de *Cursos Certificados* del Centro de Formación Continua. Colaboran en su organización las siguientes entidades e instituciones:

- Departamento de Análisis Matemático, Universidad de La Laguna.
- Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna.
- Departamento de Matemática Fundamental, Universidad de La Laguna.
- Departamento de Matemáticas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa del Gobierno de Canarias.
- Facultad de Matemáticas, Universidad de La Laguna.
- Fundación Canaria Centro de Investigación Matemática de Canarias (CIMAC).
- Fundación Universitaria de Las Palmas.
- Instituto Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería (IUSIANI), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología de Las Palmas de Gran Canaria.
- Ministerio de Educación y Ciencia.
- Real Sociedad Matemática Española (RSME).
- Sociedad Española de Matemática Aplicada (SeMA).
- Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales, Universidad de La Laguna.

El Equipo Coordinador del curso está integrado por los siguientes profesores de las Universidades de La Laguna y Las Palmas de Gran Canaria:

Directores:

M. Isabel Marrero Rodríguez	Profesora Titular de Análisis Matemático, Universidad de La Laguna
Juan Rocha Martín	Catedrático de Escuela Universitaria de Matemática Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Coordinadores del módulo 1 en la Universidad de La Laguna:

M. Isabel Marrero Rodríguez	Profesora Titular de Análisis Matemático
José M. Méndez Pérez	Catedrático de Análisis Matemático

Coordinadores del módulo 1 en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria:

Rafael A. Montenegro Armas	Catedrático de Matemática Aplicada
Dolores R. Santos Peñate	Profesora Titular de Economía Aplicada

Coordinadores del módulo 2 en la Universidad de La Laguna:

Carlos M. González Alcón	Profesor Titular de Estadística e Investigación Operativa
M. Edith Padrón Fernández	Profesora Titular de Geometría y Topología

Coordinadores del módulo 2 en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria:

Francisco S. Cabrera Suárez	Catedrático de Escuela Universitaria de Matemática Aplicada
Víctor M. Hernández Suárez	Catedrático de Escuela Universitaria de Análisis Matemático

Coordinadores del módulo 3 en la Universidad de La Laguna:

M. Soledad Pérez Rodríguez	Profesora Contratada Doctora de Matemática Aplicada
Josué Remedios Gómez	Profesor Contratado Doctor de Geometría y Topología

Coordinadores del módulo 3 en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria:

Rosario Berriel Martínez	Profesora Titular de Matemática Aplicada
Juan Rocha Martín	Catedrático de Escuela Universitaria de Matemática Aplicada

Matrícula

El número de plazas está limitado a 60 en el primer módulo, 40 en el segundo y 30 en el tercero. Se ofertan hasta 15 plazas gratuitas en cada módulo para el profesorado de enseñanza secundaria que realice su inscripción dentro del plazo establecido al efecto.

En la Universidad de La Laguna la matrícula se formalizará en el Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales (C/. Viana, 50 - 38201 La Laguna, Tenerife), de 10:00 a 13:00 horas (lunes a viernes).

La matrícula en cada módulo queda sujeta al siguiente calendario:

Módulo 1: hasta el **9 de octubre de 2006**.
Módulo 2: hasta el **23 de octubre de 2006*.**
Módulo 3: hasta el **20 de noviembre de 2006***.

***** *Salvo en el caso de los profesores de enseñanza secundaria que soliciten matrícula gratuita en los módulos 2 y 3, en cuyo caso la fecha límite de matriculación es el **20 de octubre** y el **17 de noviembre de 2006, respectivamente**.*

Las tasas de matrícula son las siguientes:

Un módulo (20 horas - 2 créditos):
- Estudiantes, desempleados, jubilados: 30,80€.
- Profesorado y PAS de la ULL y la ULPGC: 38,60€ - 35,20€ [consultar].
- Tarifa general: 44,00€.

Dos módulos (40 horas - 4 créditos):
- Estudiantes, desempleados, jubilados: 58,52€.
- Profesorado y PAS de la ULL y la ULPGC: 75,24€ - 66,88€ [consultar].
- Tarifa general: 83,60€.

Tres módulos (60 horas - 6 créditos) [curso completo]:
- Estudiantes, desempleados, jubilados: 86,24€.
- Profesorado y PAS de la ULL y la ULPGC: 110,88€ - 98,56€ [consultar].
- Tarifa general: 123,20€.

Para más información sobre los aspectos administrativos del curso, dirigirse al Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales, personalmente (C/. Viana, 50 - 38201 La Laguna, Tenerife) o a través del teléfono 922 319 616, de 10:00 a 13:00 horas (lunes a viernes).

sctm06
sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Programa

Módulo 1: *Matemáticas en la ciencia y la cultura contemporáneas*

Lunes, 9 de octubre

17:00 19:00
Las ecuaciones de las flores
Antonio Pérez Sanz
IES Salvador Dalí, Madrid - DivulgaMAT

Martes, 10 de octubre

16:00 18:00
Mapas, colores y números
Marta Macho Stadler
Universidad del País Vasco

18:00 20:00
Posibilidades de los métodos numéricos en ciencia y tecnología
Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra
Universidad Politécnica de Cataluña

Miércoles, 11 de octubre

17:00 19:00
Créditos y matemáticas
José L. Fernández Pérez
Universidad Autónoma de Madrid – Analistas Financieros Internacionales

Lunes, 16 de octubre

16:00 18:00
El secreto de Google y el álgebra lineal
Pablo Fernández Gallardo
Universidad Autónoma de Madrid

18:00 20:00
La transformada de Fourier y la sismología estelar
Clara Régulo Rodríguez
Universidad de La Laguna – Instituto de Astrofísica de Canarias

Martes, 17 de octubre

16:00 18:00
Aplicación de las nuevas técnicas derivadas de las lógicas multivalentes a la toma de decisiones en el ámbito deportivo
Jaime Gil Lafuente
Universidad de Barcelona

18:00 20:00
La estereología como puente entre las matemáticas y otras ciencias
José J. Gual Arnau
Universitat Jaume I de Castellón

Miércoles, 18 de octubre

16:00 18:00
Danzad, danzad, matemáticos
Raúl Ibáñez Torres
Universidad del País Vasco - DivulgaMAT

18:00 20:00
El arte de llegar a puerto: matemáticas y navegación desde la Antigüedad hasta el siglo XVIII
Juan A. García Cruz
Universidad de La Laguna

Módulo 2: *Recursos didácticos en matemáticas: Cine, magia y papiroflexia*

Lunes, 23 de octubre

17:00 19:00
Poliedros y teoremas de papel
José I. Royo Prieto
Universidad del País Vasco

Martes, 24 de octubre

16:00 20:00

Taller: La papiroflexia como herramienta en el estudio de las matemáticas (I)

Covadonga Blanco García

Universidade da Coruña

Teresa Otero Suárez

IES Antonio Fraguas, Santiago de Compostela

Miércoles, 25 de octubre

16:00 20:00

Taller: La papiroflexia como herramienta en el estudio de las matemáticas (II)

Covadonga Blanco García

Teresa Otero Suárez

Lunes, 6 de noviembre

17:00 19:00

¿Matemáticas en el cine?

Alfonso J. Población Sáez

Universidad de Valladolid

Martes, 7 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Magia y matemáticas (I)

Pedro Alegría Ezquerra

Universidad del País Vasco

Juan C. Ruiz de Arcaute Cantera

Asociación de Ilusionistas de Álava

Miércoles, 8 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Magia y matemáticas (II)

Pedro Alegría Ezquerra

Juan C. Ruiz de Arcaute Cantera

Módulo 3: *Recursos didácticos en matemáticas: Descartes y Ultra Fractal*

Lunes, 20 de noviembre

17:00 19:00

Descartes: Un proyecto para ver y hacer matemáticas

Juan Madrigal Muga

Proyecto Descartes (CNICE, MEC)

Martes, 21 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Matemáticas interactivas con Descartes (I)

Pablo Espina Brito

Proyecto Medusa (Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias)

Miércoles, 22 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Matemáticas interactivas con Descartes (II)

Pablo Espina Brito

Lunes, 27 de noviembre

17:00 19:00

Geometría fractal: el diseño de la Naturaleza

Aniceto Murillo Mas

Universidad de Málaga

Martes, 28 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Imágenes fractales por ordenador (I)

José Martínez Aroza

Universidad de Granada

Miércoles, 29 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Imágenes fractales por ordenador (II)

José Martínez Aroza

sctm06

sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Resúmenes de las conferencias y los talleres

sctm06

sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Las ecuaciones de las flores

Antonio Pérez Sanz
Catedrático de Matemáticas de Enseñanza Secundaria
Departamento de Matemáticas, IES Salvador Dalí de Madrid
DivulgaMAT, Real Sociedad Matemática Española

Resumen

La geometría humana. La maldición de la regla y el compás.

Echemos una ojeada a nuestro alrededor... Estamos rodeados de creaciones humanas, de objetos artificiales. La huella del hombre es clara. Son objetos en los que prevalecen las rectas, las líneas perpendiculares, los ángulos rectos, los polígonos regulares más simples... Si vemos curvas son las curvas fácilmente identificables con las circunferencias o sus arcos, o con las cónicas, a lo sumo alguna espiral en forma de adorno en alguna reja o fachada... Es la *geometría simplificada* del ser humano: la geometría de Platón, de Aristóteles, de Euclides y de Descartes. La geometría de los libros de texto. La geometría de la regla y del compás y de las coordenadas cartesianas.

La geometría de la Naturaleza

Pero si decides asomarte a la Naturaleza, descubrirás que de poco te sirve la geometría de Euclides; porque como bien dice Benoît Mandelbrot, el padre de la geometría fractal:

> *"Las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las costas no son círculos, las cortezas de los árboles no son lisas y los relámpagos no se desplazan en línea recta."*

Y sin embargo, los matemáticos, a lo largo de la historia, no han renunciado a interpretar con ojos científicos las formas y los fenómenos con los que la Madre Natura nos sorprende.

¿Llevaría razón Kant al afirmar que *"Es la misma Naturaleza, y no el matemático, quien introduce las matemáticas en la filosofía natural"?* Seguramente sí; porque la Naturaleza sabe de... **máximos** y **mínimos**; de **ahorro**, **eficacia**, **economía y optimización**. Y si un individuo concreto desprecia estos principios, Darwin y la teoría de la evolución se encargarán de recordárselos. Por eso, el mundo vegetal tiene sus propias leyes físicas, que condicionan el crecimiento y las formas de sus elementos, que responden siempre a principios de optimización, economía de medios e interacción con el medio exterior.

Las coordenadas polares y las curvas botánicas

En apariencia, los pétalos de las flores están hermanados con la poesía y muy alejados de las matemáticas. Sin embargo, también podemos acercarnos a los misterios del crecimiento vegetal y animal a través de curvas y de ecuaciones, y además no demasiado complejas. Para aproximarnos a esas ecuaciones es preciso que abandonemos nuestra mente cartesiana, es decir, las coordenadas rectangulares o cartesianas, y la cambiemos por una visión circular, es decir, que pensemos en coordenadas polares. Abbot Guido Grande (1671-1742), profesor de la Universidad de Pisa, publicó en 1728 el primer tratado sobre estas ecuaciones y su aplicación al crecimiento de las hojas de algunas plantas (*Flores geometrici ex Rhodonearum, et Cloeliarum Curvarum descriptione resultantes*).

Con la ayuda de un programa informático de representación de funciones realizaremos una excursión por las curvas más frecuentes en las formas animales y vegetales. Exploraremos el mundo de los moluscos y de las margaritas y de las rosas a través de la concoide de rosetón y sus increíbles variantes. Y como los habitantes más despiertos de *Flatland* descubriremos que el mundo no es un plano, y saltando al espacio tridimensional y a las coordenadas esféricas investigaremos las ecuaciones de las conchas y frutos que a menudo visitan nuestra mesa.

Referencias bibliográficas

J.M. Álvarez Pérez: *Curvas en la historia*. Nivola, 2006.

R. Courant, H. Robbins: *¿Qué son las Matemáticas?* Fondo de Cultura Económica, 2002.

D´Arcy Thompson: *Sobre el crecimiento y la forma*. Blume Ediciones, 1980.

S. Hildebrandt, A. Tromba: *Matemáticas y formas óptimas*. Prensa Científica, 1990.

M. Ghyka: *Estética de las proporciones en la Naturaleza y en las Artes*. Poseidón, 1983.

B. Mandelbrot: *La geometría fractal de la Naturaleza*. Tusquets, 1977.

M. Martín, M. Morán, M. Reyes: *Iniciación al caos*. Síntesis, 1995.

A. Pérez Sanz: *Las ecuaciones de las flores*. Revista *SIGMA*, 2005.

J. del Río Sánchez: *Lugares geométricos: Cónicas*. Síntesis, 1991.

C. Sánchez, C. Valdés: *Los Bernoulli: geómetras y viajeros*. Nivola, 2002.

C. Sánchez, C. Valdés: *De los Bernoulli a los Bourbaki*. Nivola, 2002.

R. Torija: *Arquímedes: alrededor del círculo*. Nivola, 1999.

Vídeos

Antonio Pérez Sanz: Serie "Universo Matemático", RTVE.
Pitágoras: mucho más que un teorema
Historias de pi
Orden y caos: la búsqueda de un sueño

Antonio Pérez Sanz: Serie "Más por Menos", RTVE.
El mundo de las espirales
Cónicas: del baloncesto a los cometas
Fractales: la geometría del caos

Serie "Universo Mecánico", Annenberg TV.
Las leyes de Kepler

E. Bujalance García: *La duplicación del cubo en la Grecia Clásica*. UNED.

En Internet

Página personal de A. Pérez Sanz, http://platea.cnice.mecd.es/~ aperez4.

Encyclopédie des Formes Mathématiques Remarquables, http://www.mathcurve.com.

Winplot, http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html.

Mapas, colores y números

Marta Macho Stadler
Profesora Contratada Doctora de Geometría y Topología
Departamento de Matemáticas, Universidad del País Vasco

Resumen

En esta conferencia se hace un recorrido histórico por la evolución del problema de los cuatro colores y se presenta su *controvertida* solución.

El origen del problema de los cuatro colores puede precisarse con exactitud: el 23 de octubre de 1852, A. de Morgan (University College, Londres) escribe a su amigo Sir W.R. Hamilton (Dublín) explicándole que uno de sus alumnos, F. Guthrie, le había planteado la siguiente cuestión: *"¿Por qué* parece *que para colorear un mapa geopolítico plano, son suficientes cuatro colores?"*. Por supuesto, se supone que regiones limítrofes deben estar coloreadas de diferente manera.

Tras diversos intentos fallidos de demostración, en 1994 (más de un siglo después del planteamiento del problema) N. Robertson, D.P. Sanders, P.D. Seymour y R. Thomas (basándose en la prueba de K. Appel y W. Haken) dieron una solución al problema de los cuatro colores, mediante un algoritmo computacional: se probó que la demostración se reducía a comprobar que era posible colorear con cuatro colores algunos miles de casos, y testearlos mediante un programa de ordenador. ¿Se puede aceptar como válida una afirmación que sólo una máquina, y no la mente humana, puede verificar?

Referencias

K. Appel, W. Haken: Every planar map is four colourable, Part I: discharging. *Illinois J. Math.* **21** (1977), 429-490.

K. Appel, W. Haken, J. Koch: Every planar map is four colourable, Part II: reducibility. *Illinois J. Math.* **2** (1977), 491-567.

N. Robertson, D.P. Sanders, P. Seymour, R. Thomas: A new proof of the four-colour theorem. *Electronic Announcements of the AMS* **2** (1996), 17-25.

E.R. Swart: The philosophical implications of the four colour problem. *Amer. Math. Monthly* **87** (1980), 697-707.

R.J. Wilson: *Four colors suffice*. Princeton University Press, 2002.

Mathworld, http://mathworld.wolfram.com/Four-ColorTheorem.html.

Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Four_color_theorem.

sctm06
sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Posibilidades de los métodos numéricos en ciencia y tecnología

Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra
Catedrático de Mecánica de los Medios Continuos
Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería
Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)
Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen

Se denominan *métodos numéricos* las técnicas de la matemática que permiten expresar la solución de un problema en forma de números. El término "solución numérica" se utiliza a menudo frente al de "solución analítica" (también denominada "solución exacta") de un problema.

La diferencia entre ambos tipos de solución es sustancial. Consideremos como ejemplo el estudio del comportamiento de un sistema de tipo físico, o bien humanístico. Dicho sistema satisface unas leyes (ecuaciones) generales de tipo matemático (denominadas ecuaciones *de gobierno*); por ejemplo, unas ecuaciones o inecuaciones diferenciales o algebraicas en las que intervienen un conjunto de variables y parámetros físicos. La solución analítica es una expresión matemática que proporciona toda la información sobre el comportamiento del sistema, para cualquier valor de las variables y parámetros que intervienen en las ecuaciones de gobierno. Por otro lado, la solución numérica expresa el comportamiento del sistema en función de números que se obtienen resolviendo las ecuaciones de gobierno para valores concretos de las variables y los parámetros del sistema.

Los métodos numéricos, por tanto, buscan *números*, mientras que los métodos analíticos buscan *fórmulas matemáticas*, es decir, información *cuantitativa* sobre el comportamiento de un sistema.

Tanto los métodos numéricos como los analíticos comparten un punto inicial fundamental: la necesidad de plantear en forma matemática un problema.

El optimismo que los primeros éxitos del cálculo infinitesimal infundió a la comunidad científica pronto se vio matizado por una desagradable evidencia: si bien todo problema podía plantearse en forma matemática por medio de ecuaciones diferenciales, la solución "exacta" sólo era posible para algunos casos particulares, generalmente de poco interés práctico. Las dificultades para encontrar fórmulas matemáticas universales que resolvieran problemas prácticos de la ciencia y la técnica hizo patente la necesidad de encontrar formas alternativas de resolver las ecuaciones diferenciales. De esta forma se abrió el camino para del desarrollo de los métodos numéricos.

La estrategia común de todos los métodos numéricos es la transformación de las ecuaciones diferenciales que gobiernan un problema en un sistema de ecuaciones algebraicas que dependen de un número finito de incógnitas. Como el número de incógnitas es, en la mayoría de los casos, de muchos miles (e incluso millones), el sistema de ecuaciones final sólo puede resolverse con la ayuda del ordenador. Esto explica por qué, aunque muchos de los métodos numéricos eran conocidos desde el siglo XIX, su gran desarrollo y popularidad han sucedido paralelos al de los modernos ordenadores en el siglo XX.

En la charla se presentan las ideas básicas de qué son los métodos numéricos, cuáles son los métodos numéricos más populares, cómo se aplican para resolver ecuaciones diferenciales de interés práctico en ingeniería y qué posibilidades y limitaciones tienen para ayudarnos a entender mejor el mundo que nos rodea. El contenido de la charla se completa con algunas aplicaciones prácticas del método de elementos finitos a diversos problemas de ingeniería.

Referencias

E. Oñate: *El aura de los números*. Reial Acadèmia de Doctors, 1998.

E. Oñate: *Límites de los métodos numéricos*. Publicación de Investigación no. 191, CIMNE, 2000.

E. Oñate: *El bucle de los números*. Publicación de Investigación no. 192, CIMNE, 2000.

sctm06

sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Créditos y matemáticas

José L. Fernández Pérez
Catedrático de Análisis Matemático
Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid
Analistas Financieros Internacionales

Resumen

Imagine, por favor, que va usted, se dirige a su oficina bancaria, entra, se presenta ante un empleado (que cruza las manos sobre la mesa tras haberle saludado y ofrecerle asiento) y, ¡vaya por Dios!, solicita un crédito.

La escena podría transcurrir como sigue.

Con amabilidad y firmeza simultáneas, el diligente empleado que le atiende le requiere que aporte unos cuantos datos personales. De usted, cliente, ya le constan muchos (otros) datos, pero, bueno, unos cuantos más. El empleado, con aire de eficiencia, va introduciendo paulatina y meticulosamente en un formulario de su ordenador los datos que usted sumisamente le va proporcionando. Cuando ya ha terminado, valida pulsando el botón de "Aceptar datos" para, con parsimonia reverencial, cual si de un oráculo se tratara, colocar el puntero sobre el botón "Analizar". El empleado, con honda satisfacción, escenifica a continuación una corta pausa de silencio un tanto espeso en que respira hondamente y suspira veladamente, que se rompe cuando el susodicho le mira a usted de soslayo primero y directamente a los ojos después, menea ligeramente la cabeza de arriba abajo, frunce el ceño, arquea una ceja (la izquierda, por cierto), y por fin, y sólo entonces, hace *clic* en el ratón.

Este inocuo *clic* desencadenará una avalancha de procesos matemáticos y estadísticos: transformadas de Fourier, análisis discriminante de datos, simulación Montecarlo, y otros que, si el tiempo no lo impide y la autoridad lo permite, pienso describir en esta charla.

Algunas referencias académicas

M. Gundlach, F. Lehrbass (eds.)**:** *CreditRisk+ in the Banking Industry*. Springer Verlag.

A.J. McNeil, R. Frey, P. Embrechts: *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, and Tools*. Princeton Series in Finance, Princeton University Press.

L.C. Thomas, J. Crook, D. Edelman: Credit Scoring & Its Applications. SIAM Monographs on Mathematical Modeling and Computation.

sctm06
sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

El secreto de Google y el álgebra lineal

Pablo Fernández Gallardo
Profesor Contratado Doctor de Análisis Matemático
Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

En esta charla revisaremos algunos de los ingredientes matemáticos que fundamentan el algoritmo (*PageRank*) con el que *Google* ordena los resultados de las búsquedas: un sabroso cóctel de álgebra lineal, teoría de grafos y probabilidad que nos facilita la vida.

Referencias

A.-L. Barabási: The Physics of the web. *Physics World* (julio 2001) [disponible en http://www.nd.edu/~alb].

A.-L. Barabási: *Linked, the new Science of Networks: how everything is connected to everything else and what it means*. Plume Books, 2003.

S. Brin, L. Page: *The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine*. [disponible en http://www-db.stanford.edu/~sergey].

J.P. Keener: The Perron-Frobenius theorem and the ranking of football teams. *SIAM Review* **35** (1993), no. 1, 80-93.

C.R. MacLauer: The many proofs and applications of Perron's theorem. *SIAM Review* **42** (2000), no. 3, 487-498.

C. Moler: *The world's largest matrix computation* [disponible en http://www.mathworks.com/company/newsletters/news_notes/cleves corner/ oct02_cleve.shtml].

H.S. Wilf: *Searching the web with eigenvectors* [disponible en http://www.cis.upenn.edu/~wilf].

La transformada de Fourier y la sismología estelar

Clara Régulo Rodríguez
Profesora Titular de Escuela Universitaria de Astronomía y Astrofísica
Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna
Instituto de Astrofísica de Canarias

Resumen

La Transformada de Fourier (TF) es una técnica matemática que parece tener el don de la ubicuidad, es decir, de estar al mismo tiempo en todos lados porque, ciertamente, está a la vez en muchísimos campos que, aparentemente, no tienen ninguna relación entre sí. La TF se utiliza, por citar sólo algunos campos, en biomedicina, economía, ingeniería, geofísica, en música, en aplicaciones militares y también en astrofísica. Y en esta conferencia, la vamos a aplicar a un tema muy concreto de la astrofísica: la sismología estelar, y la vamos a utilizar de una forma un tanto diferente de su aplicación clásica.

Y ¿qué es la sismología estelar? La sismología estelar es la “Música de las Esferas”.

La existencia de la “Música de las Esferas”, que surgió en el pensamiento humano hace 2500 años con Pitágoras, no acabó de morir hasta hace 400 años cuando Kepler, pese a que intentó por todos los medios explicar el movimiento de los planetas atendiendo a armonías musicales, tuvo que darse por vencido ante la evidencia científica de que no era así, evidencia puesta de manifiesto por las leyes descubiertas por él mismo. Sin embargo, en 1970, los astrónomos descubrieron que, en el interior de las estrellas, existen ondas de sonido, que las estrellas pulsan, vibran, que existe una verdadera “Música de las Esferas”. Y mucho más, que esas vibraciones de las estrellas nos permiten algo impensable hasta este momento: acceder a su interior, una de las partes del Universo más inaccesibles a la investigación científica, que hasta ahora sólo podíamos modelizar.

A lo largo de esta charla recordaremos las características generales de la TF, así como de la sismología estelar. Y nos detendremos en entender qué buscamos a través de la sismología estelar y cómo puede la TF ayudarnos a encontrar lo que estamos buscando.

Referencias

E.O. Brigham: *The Fast Fourier Transform and its applications.* Prentice Hall Signal Processing Series, 1988.

J.P. Cox: *Theory of stellar pulsation.* Princeton University Press, 1980.

L. Schatzer: *Alpha-Centauri,* http://homepage.sunrise.ch/homepage/schatzer/Alpha-Centauri.html.

El Proyecto CoRoT, http://www.iaa.es/corot/mainC.html.

SOHO, http://soho.nascom.nasa.gov.

Aplicación de las nuevas técnicas derivadas de las lógicas multivalentes a la toma de decisiones en el ámbito deportivo

Jaime Gil Lafuente
Profesor Titular de Comercialización e Investigación de Mercados
Departamento de Economía y Dirección de Empresas, Universitat de Barcelona

Resumen

En la actualidad, la gestión de las actividades deportivas ha dado un vuelco espectacular como consecuencia del incrementado interés de los medios de comunicación en incorporar a su programación acontecimientos que alcanzan audiencias que hasta hace unos años parecían inimaginables. Las cifras que se han llegado a barajar son astronómicas, en gran parte por la búsqueda de un protagonismo capaz de llamar el interés popular.

Las cantidades pagadas, sobre todo en Europa, por grandes “astros” del mundo del balompié y del baloncesto, béisbol y fútbol americano en Norteamérica, podrían considerarse en muchos casos como cifras escandalosas. Un escándalo que aumenta más si cabe al pensar que quizás las personas contratadas no rindan al nivel esperado.

No es nuestra tarea poner en duda las cantidades económicas pagadas por un fichaje, aunque sí la idoneidad del deportista, el cual debe reunir ciertas características, cualidades o singularidades que hagan de él el deportista adecuado para una o varias demarcaciones que ocupe en su futuro equipo.

Las obras dedicadas a los recursos humanos, en general, y al marketing en particular, hacen especial hincapié en estudios para la selección de personal susceptible de llevar a cabo distintas tareas en el seno de la empresa. Para ello, se dispone de una serie de técnicas que actualmente se están utilizando para lograr escoger a la persona más parecida al perfil deseado por la institución. Consideramos de gran

importancia este aspecto porque cualquier fracaso tanto de la empresa como del candidato comportará pérdidas de tiempo, ilusiones y/o recursos que no conviene prolongar. Además, estos contratiempos para la empresa son diminutos frente a los graves errores (aunque demasiado "normalizados") que se dan en el fichaje de futbolistas en clubes de primera línea europea.

Creemos que ha llegado el momento de incorporar las modernas técnicas de selección de recursos humanos en el ámbito de las entidades deportivas y adaptarlos a las necesidades particulares de esta actividad que, como ya sabemos, se caracteriza, seguramente mejor que ninguna, por su alto grado de incertidumbre.

Ya hace tiempo que científicos de todos los países han ido buscando nuevos elementos capaces de explicar y tratar los fenómenos que se producen en el mundo en el que vivimos, donde los grandes y profundos cambios que evolucionan a gran velocidad provocan que cualquier decisión no pueda ser tomada siguiendo los criterios tradicionales, por cuanto sus resultados estarían, sin duda alguna, destinados a estrepitosos fracasos.

Afortunadamente, en la actualidad disponemos de una serie de elementos derivados de las lógicas multivalentes capaces de dar respuestas positivas a los importantes retos a los cuales se enfrenta la gestión de las empresas e instituciones deportivas del siglo XXI.

Referencias

J. Gil Lafuente: *Marketing para el nuevo milenio: nuevas técnicas para la gestión comercial en la incertidumbre*. Piràmide, Madrid, 1997.

A. Kaufmann, J. Gil Aluja: *Introducción a la teoría de los subconjuntos borrosos en la gestión de las empresas*. Milladoiro, Santiago de Compostela, 1982 [disponible en http://www.fuzzyeconomics.com].

sctm06
sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

La estereología como puente entre las matemáticas y otras ciencias

José J. Gual Arnau
Profesor Titular de Geometría y Topología
Departamento de Matemáticas, Universitat Jaume I de Castellón

Resumen

En 1961, año en que se constituyó la Sociedad Internacional de Estereología, se dio la siguiente definición: *"La estereología es un conjunto de métodos para la exploración del espacio tridimensional a partir del conocimiento de secciones bidimensionales o proyecciones sobre planos. Es decir, se trata de una extrapolación del plano al espacio"*.

Así pues, lo que se pretende en estereología es la estimación de parámetros geométricos de estructuras espaciales (como volumen, área de superficie, longitud de curvas, número de objetos, etc.) a partir de secciones o proyecciones. Por tanto, se trata de una ciencia que combina resultados teóricos de geometría integral, conceptos sobre muestreo geométrico y estadística, con la finalidad de dar solución a problemas que se plantean en disciplinas como la biomedicina o las ciencias de materiales.

Dividiremos esta charla en tres bloques.

En el primer bloque empezaremos mostrando un ejemplo ilustrativo sobre la forma de trabajar en estereología, así como los principales parámetros geométricos que se suelen estimar y también las pruebas (objetos que se usan para intersecar o proyectar las estructuras tridimensionales) sobre las que se realizan las oportunas mediciones. A continuación analizaremos las diferencias entre lo que se conoce como *estereología por diseño* y *estereología por modelo*, y también algunas diferencias fundamentales entre el análisis de imagen y la estereología. Para finalizar este bloque explicaremos por qué el muestreo geométrico sistemático es el más extendido en estereología.

En el segundo bloque analizaremos unos problemas concretos desarrollados en estereología por diseño, como son:

- Estimación de volumen por el método de Cavalieri y generalizaciones.
- Estimación de número de objetos y conectividad (versión estereológica del teorema de Gauss-Bonnet).
- Estimación de área de superficie mediante la fórmula “pivotal”.
- Estimación de longitud de curvas.

En cada uno de los problemas se mostraran ejemplos biomédicos donde se aplican estos estimadores.

En el tercer bloque nos centraremos en un problema relacionado con el análisis de imágenes médicas, como es la obtención de márgenes en la planificación y tratamiento de tumores, que incluyan la variabilidad debida al especialista y al movimiento de los órganos.

Referencias

A. Baddeley, E.B. Vedel Jensen: *Stereology for statisticians.* Chapman&Hall, 2005.

V. Howard, M.G. Reed: *Unbiased stereology*. BIOS, 1998.

E.B. Vedel Jensen: *Local stereology*. World Scientific, 1998.

Danzad, danzad, matemáticos
(una mirada a la prensa, una mirada a la sociedad)

Raúl Ibáñez Torres
Profesor Titular de Geometría y Topología
Departamento de Matemáticas, Universidad del País Vasco
DivulgaMAT, Real Sociedad Matemática Española

Resumen

John Allen Paulos, en su libro “*El hombre anumérico*”, define el *anumerismo* como la incapacidad de manejar cómodamente los conceptos básicos de las matemáticas como, por ejemplo, los conceptos fundamentales de número y azar.

El anumerismo, en sus diferentes niveles (desde la simple incapacidad para manejar números muy grandes, hasta el analfabetismo “matemático”), está muy extendido en nuestra sociedad.

Los medios de comunicación son un reflejo de la sociedad en que vivimos, razón por la cual en esta conferencia vamos a realizar un viaje a través de diferentes noticias aparecidas en la prensa española, analizando los diferentes errores relacionados con las matemáticas que se han producido en las mismas: desde errores que son consecuencia de la dificultad para entender los grandes números que aparecen en los artículos, pasando por errores de cálculo, errores por la incomprensión de las cantidades que aparecen en la noticia o errores en la utilización de probabilidades, hasta errores por la mala utilización de gráficos, encuestas o estimaciones de participantes en manifestaciones u otros eventos colectivos.

Estos ejemplos ponen de manifiesto cómo los periodistas y nosotros mismos no somos críticos con los datos y las cantidades que se nos ofrece en notas de prensa, noticias, informes… y las damos por buenas, cuando un sencillo análisis de las mismas, utilizando matemáticas básicas, demuestra su inconsistencia.

Referencias

J. Chamoso, B. Graña, M. Rodríguez, J. Zárate: *Matemáticas desde la prensa*. Colección Diálogos Matemáticos, Nivola, 2005.

F. Corbalán*:* *Prensa, matemáticas y enseñanza*. Mira, 1991.

D.R. Hofstadter: *Mathemagical themas: questioning for the essence of mind and pattern*. Basic Books, 1985.

J.A. Paulos: *El hombre anumérico*. Colección Metatemas, Tusquets, 1990.

J.A. Paulos: *Un matemático lee el periódico*. Colección Metatemas, Tusquets, 1996.

Malaprensa, http://www.malaprensa.com.

sctm06
sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

El arte de llegar a puerto: matemáticas y navegación desde la Antigüedad hasta el siglo XVIII

Juan A. García Cruz
Profesor Titular de Didáctica de la Matemática
Departamento de Análisis Matemático, Universidad de La Laguna

Resumen

La determinación de la posición de un navío sobre la *esfera terrestre* y la forma de alcanzar un puerto es el problema de partida, cuya formulación matemática nos llevará a los métodos de navegación conocidos como *navegación a estima* y *navegación astronómica*, desarrollados y practicados desde la Edad Media hasta nuestros días.

Fue la determinación de la posición en el mar, mediante mediciones astronómicas, lo que hizo de la navegación oceánica una actividad científica, en la que la práctica sistemática de la medición y los conceptos y algoritmos matemáticos disponibles se unieron para dar respuesta al problema planteado. Medir en navegación astronómica es responder a cuatro cuestiones fundamentales: qué medir, con qué exactitud, con qué instrumento y, por último, cuándo efectuar la medida.

La historia de la navegación astronómica es tanto la historia de la evolución de los instrumentos y técnicas necesarios para la práctica, como el desarrollo y consolidación de la teoría que fundamenta la misma.

Se ilustrará el desarrollo de las matemáticas necesarias y su anticipación en la búsqueda de solución al problema de determinar la latitud y longitud de un barco en alta mar. Las técnicas de navegación se explicarán con el desarrollo de los instrumentos que las posibilitaron.

El período contemplado abarca lo que se podría tipificar como técnicas de navegación a estima, la Antigüedad, y el comienzo y desarrollo de la navegación astronómica, hasta el siglo XVIII.

Referencias

J. Alexander: Loxodromes: a rhumb way to go. *Mathematics Magazine* **77**, 5 (2004), 349-356.

J.D. Bond: The development of trigonometric methods down to the close of the XVth century. *Isis* **4**, 2 (1921), 295-323.

R. Cerezo Martínez: *La cartografía náutica española en los siglos XIV, XV y XVI*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1994.

M. Cortés: *Breve compendio de la esfera y de la arte de navegar*. Sevilla, 1551.

C. Cotter: Early tabular, graphical and instrumental methods for solving problems of plane sailing. *Revista da Universidade de Coimbra* **26** (1978), 105-122.

P. de Medina: *Regimiento de navegación*. Sevilla, 1563.

J.M. López Piñero: *El arte de navegar en la España del Renacimiento*. Labor, 1986.

M. Monmonier: *Rhumb lines and map wars: a social history of the Mercator projection*. The University of Chicago Press, 2004.

A.E. Nordenskiöld: *Periplus: an essay on the early history of charts and sailing-directions*. P.A. Norstedt, 1897.

H.L. Resnikoff, R.O. Wells Jr.: *Mathematics in civilization*. Dover Publications Inc., 1984.

V.F. Rickey, P.M. Tuchinsky: An application of geography to mathematics: history of the integral of the secant. *Mathematics Magazine* **53**, 3 (1980), 162-166.

M. Sellés: *Instrumentos de navegación: del Mediterráneo al Pacífico*. Lunwerg Editores, 1994.

E.G.R. Taylor: *The Haven-finding art*. Hollis & Carter, 1956.

COLABORA

CIMAC

FINANCIADO POR

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

PLAN NACIONAL DE I+D+i 2004-2007