

GUÍA DIDÁCTICA



MÓDULO 1

Matemáticas en la ciencia y la cultura contemporáneas

6 - 18 de octubre de 2006

Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología

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



Cursos Certificados de Formación Continua



Curso Interuniversitario
“Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas” 2006
Guía Didáctica del Módulo 1
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Coordinadores de Edición

M. Isabel Marrero Rodríguez
Juan Rocha Martín
Rafael A. Montenegro Armas
Dolores R. Santos Peñate



sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Índice

Índice	5
Presentación.....	7
Programa.....	15
Resúmenes de las conferencias y los talleres	19
Matemáticas y gestión de riesgos financieros.....	21
Las ecuaciones de las flores.....	22
Créditos y matemáticas.....	25
Mapas, colores y números	27
Posibilidades de los métodos numéricos en ciencia y tecnología	29
Aplicación de las nuevas técnicas derivadas de las lógicas multivalentes a la toma de decisiones en el ámbito deportivo	32
La estereología como puente entre las matemáticas y otras ciencias	34
El secreto de Google y el álgebra lineal	36
Danzad, danzad, matemáticos.....	37
La transformada de Fourier y la sismología estelar.....	39

Presentación

Curso Certificado de Formación Continua “Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas” 2006

Centro de Formación Continua
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

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 Certificados de Formación Continua* de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria 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

6 y 18 de octubre de 2006, de 17:00 a 19:00 horas.

10, 11, 16 y 17 de octubre de 2006, de 16:00 a 20:00 horas.

Módulo 2: Recursos didácticos en matemáticas: cine, magia y papiroflexia

24 de octubre - 7 de noviembre de 2006, de 17:00 a 19:00 horas.

26 y 27 de octubre - 9 y 10 de noviembre de 2006, de 16:00 a 20:00 horas.

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

21 y 28 de noviembre de 2006, de 17:00 a 19:00 horas.

23, 24 y 30 de noviembre - 1 de diciembre 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: Mercado Oficial Español de Futuros y Opciones, 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, Jaime 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 de los módulos 1 y 2 del curso tendrán lugar en el Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología de Las Palmas de Gran Canaria. Los talleres del módulo 3 se desarrollarán en el Centro de Cálculo del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Certificado de Asistencia

Habrá un control de asistencia en cada módulo. Se 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.

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 Interdisciplinarios 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.
- Ministerio de Educación y Ciencia.
- Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología de Las Palmas de Gran Canaria.
- 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
Juan Rocha Martín

Profesora Titular de Matemática Aplicada
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 Las Palmas de Gran Canaria la matrícula se formalizará en el Centro de Formación Continua (C/. Juan de Quesada, 30 - 35001 Las Palmas de Gran Canaria), de 10:00 a 13:00 horas (lunes a viernes).

La matrícula en cada módulo queda sujeta al siguiente calendario:

Preinscripción: 1 de julio a 6 de octubre de 2006.

Matriculación: 1 de septiembre a 9 de octubre de 2006.

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 Centro de Formación Continua, personalmente (C/. Juan de Quesada, 30 - 35001 Las Palmas de Gran Canaria) o a través del teléfono 928 458 020, 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

Viernes, 6 de octubre

17:00 19:00

Matemáticas y gestión de riesgos financieros

Santiago Carrillo Menéndez

Universidad Autónoma de Madrid - MEFF

Martes, 10 de octubre

16:00 18:00

Las ecuaciones de las flores

Antonio Pérez Sanz

IES Salvador Dalí, Madrid - DivulgaMAT

18:00 20:00

Créditos y matemáticas

José L. Fernández Pérez

Universidad Autónoma de Madrid - AFI

Miércoles, 11 de octubre

16:00 18:00

Mapas, colores y números

Marta Macho Stadler

Universidad del País Vasco

17:00 19:00

Posibilidades de los métodos numéricos en ciencia y tecnología

Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra

Universidad Politécnica de Cataluña

Lunes, 16 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

Martes, 17 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

Danzad, danzad, matemáticos

Raúl Ibáñez Torres

Universidad del País Vasco - DivulgaMAT

Miércoles, 18 de octubre

17:00 19:00

La transformada de Fourier y la sismología estelar

Clara Régulo Rodríguez

Universidad de La Laguna - Instituto de Astrofísica de Canarias

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

Martes, 24 de octubre

17:00 19:00

Poliedros y teoremas de papel

José I. Royo Prieto

Universidad del País Vasco

Jueves, 26 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

Viernes, 27 de octubre

16:00 20:00

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

Covadonga Blanco García

Teresa Otero Suárez

Martes, 7 de noviembre

17:00 19:00

¿Matemáticas en el cine?

Alfonso J. Población Sáez

Universidad de Valladolid

Jueves, 9 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Magia y matemáticas (I)

Pedro Alegría Ezquerro

Universidad del País Vasco

Juan C. Ruiz de Arcaute Cantera

Asociación de Ilusionistas de Álava

Viernes, 10 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Magia y matemáticas (II)

Pedro Alegría Ezquerro

Juan C. Ruiz de Arcaute Cantera

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

Martes, 21 de noviembre

17:00 19:00

Descartes: Un proyecto para ver y hacer matemáticas

Juan Madrigal Muga

Proyecto Descartes (CNICE, MEC)

Jueves, 23 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)

Viernes, 24 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Matemáticas interactivas con Descartes (II)

Pablo Espina Brito

Martes, 28 de noviembre

17:00 19:00

Geometría fractal: el diseño de la Naturaleza

Aniceto Murillo Mas

Universidad de Málaga

Jueves, 30 de noviembre

16:00 20:00

Taller: Imágenes fractales por ordenador (I)

José Martínez Aroza

Universidad de Granada

Viernes, 1 de diciembre

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



sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

Matemáticas y gestión de riesgos financieros

Santiago Carrillo Menéndez

Profesor Titular de Estadística e Investigación Operativa
Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid
Mercado Oficial Español de Futuros y Opciones Financieras (MEFF)

Resumen

El riesgo financiero es un fenómeno multidimensional, relacionado con factores de índole económica de muy diverso tipo, pero también con factores políticos y sociales. El conocimiento que se tiene de importantes procesos económicos es muy limitado, sin que dispongamos de teorías precisas sobre los movimientos de los tipos de cambio o de los precios de las acciones, por poner sólo dos ejemplos. Esa carencia sitúa la responsabilidad de resolver el problema en el ámbito de los métodos estadísticos. El análisis de los riesgos se convierte así en la identificación y estimación de las distribuciones de probabilidad que siguen los precios en el caso de los riesgos de mercado, y de otras variables en el caso de los riesgos de crédito y liquidez. En la charla se expondrán las aplicaciones de nuevas herramientas matemáticas tales como la teoría de valores extremos, las distribuciones elípticas y las cópulas en la gestión de riesgos financieros, ilustrándolas con ejemplos.

Referencias

M. Chesney, M. Jeanblanc, M. Yor: *Mathematical models for financial markets*. Springer, 2005.

M. Crouchy, D. Galai, R. Mark: *Risk management*. McGraw Hill, 2001.

P. Jorion: *Value at risk*. McGraw Hill, 2001.

C. Marrison: *The fundamentals of risk measurement*. McGraw Hill, 2002.

Mercado Oficial Español de Futuros y Opciones Financieras,
<http://www.meff.es>.

Risklab-Madrid, <http://www.risklab.es>.



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 conoide 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>.



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

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 testarlos 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 el 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

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>].



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.



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/clevescorner/oct02_cleve.shtml].
- H.S. Wilf: *Searching the web with eigenvectors* [disponible en <http://www.cis.upenn.edu/~wilf>].



sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

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 themes: questioning for the essence of mind and pattern*. Basic Books, 1985.

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

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

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



sctm06

sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2006

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>.

COLABORAN



FINANCIADO POR



PLAN NACIONAL DE I+D+i 2004-2007