

GUIA DIDACTICA



MODULO 1

**Métodos matemáticos en ciencias
sociales, economía, finanzas y
administración de empresas**

2 de marzo - 17 de marzo de 2005

**Sala de Grados del Edificio de
Informática y Matemáticas**

<http://www.anamat.ull.es/sctm05>



Cursos Certificados de Formación Continua



Curso Interuniversitario
“Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas” 2005
Guía Didáctica del Módulo 1
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Coordinadores de Edición

M. Isabel Marrero Rodríguez
Juan D. Betancor Ortiz
José M. Méndez Pérez

Juan Rocha Martín
Rosario Berriel Martínez
Dolores R. Santos Peñate

Diseño gráfico

M. Isabel Alonso Rodríguez

Maquetación

M. Isabel Marrero Rodríguez
Juan Rocha Martín

Las Palmas de Gran Canaria, febrero de 2005

Índice

Índice	5
Presentación	7
Programa.....	15
Resúmenes de las conferencias	19
Jaime Gil Aluja <i>La matemática borrosa en economía y gestión de empresas</i>	21
Emilio Carrizosa Priego <i>Modelos matemáticos para la minería de datos</i>	23
Concepción González Concepción <i>Construyendo modelos en economía</i>	24
José M. Bernardo Herranz <i>Estadística aplicada a los procesos electorales</i>	26
Fernando Fernández Rodríguez <i>Teoría de juegos: análisis matemático de conflictos</i>	27
Dolores R. Santos Peñate <i>Problemas de localización</i>	29
José L. Fernández Pérez <i>El valor temporal del dinero</i>	30
Matilde Asián González <i>Régimen económico y fiscal de Canarias: presente y futuro</i>	32
Beatriz González López-Valcárcel <i>Estadística y salud</i>	34
Francisco J. Vázquez Polo <i>Estadística y medida del riesgo: el caso de los seguros automovilísticos</i>	36

Presentación

Curso Certificado de Formación Continua “Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas” 2005

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 oficial de Cursos Certificados que el Centro de Formación Continua de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria incluye en su programación, 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 dos primeros constan de cinco sesiones de cuatro horas y el tercero de cuatro sesiones de cinco horas, de acuerdo al siguiente calendario:

Módulo 1: Métodos matemáticos en ciencias sociales, economía, finanzas y administración de empresas

2, 9, 10, 16 y 17 de marzo de 2005, de 16:00 a 20:00 horas.

Módulo 2: Una panorámica de las matemáticas, hoy

30 y 31 de marzo - 6, 7 y 13 de abril de 2005, de 16:00 a 20:00 horas.

Módulo 3: La geometría y la historia de la matemática en la enseñanza secundaria

11, 12, 15 y 19 de abril de 2005, de 16:00 a 21:00 horas.

Contenidos

El módulo 1 pretende proporcionar una introducción a los métodos matemáticos en ciencias sociales, economía, finanzas y administración de empresas. La complejidad de los mercados económicos y la continua evolución de los instrumentos financieros han hecho crecer la demanda de especialistas cualificados en tales métodos (alguno de los cuales ha dado lugar a Premios Nobel) para el desarrollo, análisis y depuración de nuevos modelos teóricos de inmediata implementación práctica en los ámbitos bancario, corporativo y actuarial.

En el módulo 2 queremos invitar a una reflexión sobre las Matemáticas en sí mismas, tratar algunos aspectos de su interacción con otras ciencias (física, astrofísica, biología, medicina) y exponer algunas de sus aplicaciones tecnológicas e industriales.

Finalmente, el módulo 3 se compone de cuatro talleres orientados, principalmente, al ámbito de la educación matemática, y tiene por objeto dotar a profesores y futuros profesores de secundaria de nuevos recursos docentes basados en la geometría y la historia de las Matemáticas con los que promover desde el aula la apreciación social por esta 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, Fundación Canaria *Orotava* de Historia de la Ciencia, Freudenthal Instituut (Universidad de Utrecht, Holanda), Universidades de La Laguna, Las Palmas de Gran Canaria, Autónoma de Madrid, Barcelona, Coruña, País Vasco, Politécnica de Catalunya, Salamanca, Sevilla y Valencia, The University of Kansas (USA) y Real Sociedad Matemática Española. En particular, el curso servirá como muestra de la investigación básica y aplicada que se desarrolla en la Universidad, contribuyendo al acercamiento entre nuestra institución y la sociedad canaria.

Metodología

El nivel de las charlas (módulos 1 y 2) será divulgativo pero riguroso y se pondrá especial énfasis en las aplicaciones a la resolución de problemas reales de nuestro entorno más próximo. Se combinará la exposición con la discusión dirigida.

Los talleres (módulo 3) serán eminentemente prácticos, 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 la Sala de Grados del Edificio de Informática y Matemáticas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. El módulo 3 se desarrollará en el Aula-Taller de Matemáticas de la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Página web

Cualquier información, tanto documental como de contacto, relativa al Curso, y en particular los materiales docentes correspondientes a las distintas ponencias (según disponibilidad), pueden consultarse en la página web del mismo,

<http://www.anamat.ull.es/sctm05>.

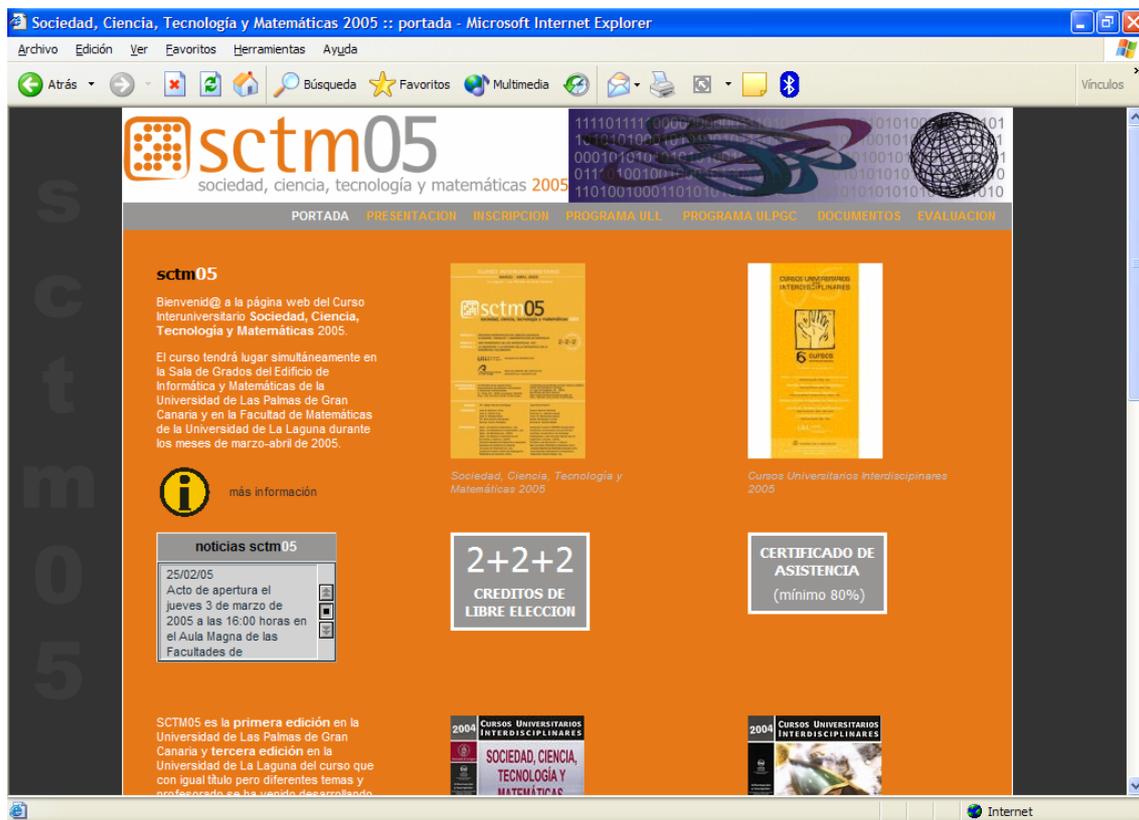


Figura 1. Portada de la página web del Curso.

Certificado de Asistencia

Habrà un control de asistencia en cada módulo. La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, por medio del Centro de Formación Continua, expedirá gratuitamente un *Certificado de Asistencia* a los alumnos matriculados que hayan atendido como mínimo al 80% del total de horas del módulo (cuatro de las cinco sesiones en los módulos 1 y 2 y tres de las cuatro sesiones en el módulo 3). 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 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 (cuatro de las cinco sesiones en los módulos 1 y 2 y tres de las cuatro sesiones en el módulo 3). 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 Centro de Formación Continua, 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 el *Certificado de Asistencia, Aptitud y Convalidación por Créditos de Libre Elección* pero sin expresión de calificación alguna.

La evaluación de los **módulos 1 y 2** consistirá en la entrega de una memoria individual de entre seis y diez páginas sobre los contenidos del módulo evaluado, 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 presentará una memoria por cada módulo cursado.
- 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 del **módulo 3**, la evaluación consistirá en elegir tres de los cuatro talleres que lo componen y presentar un trabajo práctico por cada taller elegido, 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, 08/04/2005	viernes, 06/05/2005
2	viernes, 22/04/2005	viernes, 06/05/2005
3	viernes, 29/04/2005	---

Las memorias y trabajos se presentarán en la Secretaría del Departamento de Matemáticas, sita en el Edificio de Informática y Matemáticas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 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, usando el formulario disponible en la dirección de Internet

<http://www.anamat.ull.es/sctm05/principal/contacto.html>.

Los exámenes tendrán lugar en la Sala de Grados del Edificio de Informática y Matemáticas, 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 ambos centros.

En la Universidad de La Laguna el curso forma parte de la programación de *Cursos Universitarios Interdisciplinarios 2005* 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 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
- 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:

Juan D. Betancor Ortiz	Profesor Asociado de Análisis Matemático
José M. Méndez Pérez	Catedrático de Análisis Matemático

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

Rosario Berriel Martínez	Profesora Titular de Matemática Aplicada
Dolores R. Santos Peñate	Profesora Titular de Economía Aplicada

Coordinadores del módulo 2 en la Universidad de La Laguna:

M. Edith Padrón Fernández	Profesora Titular de Geometría y Topología
Rodrigo Trujillo González	Profesor Titular de Análisis Matemático

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

Rafael A. Montenegro Armas	Catedrático de Matemática Aplicada
Juan Rocha Martín	

Coordinador del módulo 3 en la Universidad de La Laguna:

Juan A. García Cruz	Profesor Titular de Didáctica de la Matemática
---------------------	--

Coordinadores del módulo 3 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

Para más información sobre los aspectos académicos del curso, consultar la página web <http://www.anamat.ull.es/sctm05> o contactar con el Equipo Coordinador, ya sea a través del correo electrónico sctm05@anamat.csi.ull.es o mediante el formulario disponible en la dirección de internet

<http://www.anamat.ull.es/sctm05/principal/contacto.html>.

Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas 2004 :: contacto - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Atrás Búsqueda Favoritos Multimedia

Vínculos

sctm05
sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2005

PORTADA PRESENTACION INSCRIPCION PROGRAMA ULL PROGRAMA ULPGC DOCUMENTOS EVALUACION

contacto

académico
administrativo

académico

Para cualquier consulta o comentario sobre los aspectos académicos del curso o para la entrega electrónica de trabajos, contactar con el equipo coordinador a través del correo electrónico sctm05@anamat.csi.ull.es o rellenar el siguiente formulario (máximo de 100KB permitido en ficheros adjuntos):

Nombre y apellidos (*):

Correo electrónico (*):

Teléfono:

Consulta o comentario (*):

Informe módulo 1: Examinar...

Informe módulo 2: Examinar...

Informe módulo 3: Examinar...

(*) Campos obligatorios

Enviar Borrar

administrativo

Para más información sobre los aspectos administrativos del curso en la

Listo Mi PC

Figura 2. Formulario para tutorías electrónicas.

Matrícula

El número de plazas está limitado a 80 en los dos primeros módulos y a 30 en el tercero. Se ofertan hasta 15 plazas gratuitas en este último 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 14:00 horas (lunes a viernes).

La matrícula en cada módulo queda sujeta al siguiente calendario:

Módulo 1: 1 de febrero de 2005 a 1 de marzo de 2005.

Módulo 2: 1 de febrero de 2005 a 29 de marzo de 2005.

Módulo 3: 1 de febrero de 2005 a **8 de abril de 2005***.

* Salvo en el caso de los profesores de enseñanza secundaria que soliciten matrícula gratuita en el módulo 3, en cuyo caso la fecha límite de matriculación es el **28 de marzo de 2005**.

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 de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria a través del teléfono 928 457 222, de 10:00 a 14:00 horas (lunes a viernes), o a la dirección electrónica <http://www.formacióncontinua.ulpgc.es>.

Programa

Módulo 1: Métodos matemáticos en ciencias sociales, economía, finanzas y administración de empresas

Miércoles, 2 de marzo

16:00 18:00

La matemática borrosa en economía y gestión de empresas

Jaime Gil Aluja

Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad, Universidad de Barcelona

18:00 20:00

Modelos matemáticos para la minería de datos

Emilio Carrizosa Priego

Profesor Titular de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla

Miércoles, 9 de marzo

16:00 18:00

Construyendo modelos en Economía

Concepción González Concepción

Catedrática de Economía Aplicada, Universidad de La Laguna

18:00 20:00

Estadística aplicada a los procesos electorales

José M. Bernardo Herranz

Catedrático de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Valencia

Jueves, 10 de marzo

16:00 18:00

Teoría de juegos: análisis matemático de conflictos

Fernando Fernández Rodríguez

Catedrático de Economía Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

18:00 20:00

Problemas de localización

Dolores R. Santos Peñate

Profesora Titular de Economía Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Miércoles, 16 de marzo

16:00 18:00

El valor temporal del dinero

José L. Fernández Pérez

Catedrático de Análisis Matemático, Universidad Autónoma de Madrid.

Analistas Financieros Internacionales

18:00 20:00

Beneficios fiscales y desarrollo económico en Canarias: presente y futuro

Matilde Asián González

Inspectora de Hacienda del Estado, Ministerio de Economía y Hacienda

Jueves, 17 de marzo

16:00 18:00

Estadística y salud

Beatriz González López-Valcárcel

Catedrática de Economía Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

18:00 20:00

Estadística y medida del riesgo: el caso de los seguros automovilísticos

Francisco J. Vázquez Polo

Catedrático de Economía Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Módulo 2: Una panorámica de las matemáticas, hoy

Miércoles, 30 de marzo

16:00 18:00

Matemáticas y robótica

Marta Sigut Saavedra

Profesora Asociada Doctora de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de La Laguna

18:00 20:00

La ingeniería en matemáticas

José M. Pacheco Castela

Catedrático de Matemática Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Jueves, 31 de marzo

16:00 18:00

Modelización matemática de los mecanismos de orientación en los cetáceos

Carmelo Militello Militello

Catedrático de Física Aplicada, Universidad de La Laguna

18:00 20:00

Poincaré, el último matemático universalista

José M. García Calcines

Profesor Asociado Doctor de Geometría y Topología, Universidad de La Laguna

Miércoles, 6 de abril

16:00 18:00

Simulación de incendios forestales

Gustavo Montero García

Catedrático de Matemática Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

18:00 20:00

Análisis espectral de nanoestructuras en tejidos biológicos

Rodolfo H. Torres

Professor, Department of Mathematics, The University of Kansas (USA)

Jueves, 7 de abril

16:00 18:00

Estabilidad de los sistemas planetarios

Manuel Vázquez Abeledo

Area de Investigación, Instituto de Astrofísica de Canarias

18:00 20:00

La paradoja en la ciencia y el arte

Marta Macho Stadler

Profesora Contratada Doctora de Geometría y Topología, Universidad del País Vasco

Miércoles, 13 de abril

16:00 18:00

En busca de la cuarta dimensión

Raúl Ibáñez Torres

Profesor Titular de Geometría y Topología, Universidad del País Vasco.

Presidente de la Comisión de Divulgación de la Real Sociedad Matemática Española

Miércoles, 13 de abril

18:00 - 20:00h.

La importancia de los modelos multidimensionales en el campo de la epidemiología

Pedro Saavedra Santana

Catedrático de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Módulo 3: La geometría y la historia de la matemática en la enseñanza secundaria

Lunes, 11 de abril

16:00 21:00

Modelos visuales en la clase de matemáticas

Agustín Morales González y M^a Dolores Moreno Martel

Profesores Titulares de Escuela Universitaria de Didáctica de la Matemática, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Martes, 12 de abril

16:00 21:00

Geometría con papel (papiroflexia matemática)

Covadonga Blanco García y Teresa Otero Suárez

Profesora Titular de Escuela Universitaria, Universidad da Coruña y Catedrática de Enseñanza Secundaria, IES “Antonio Fraguas” de Santiago de Compostela

Viernes, 15 de abril

16:00 21:00

Los secretos geométricos en diseño y arquitectura

Claudi Alsina i Català

Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Universitat Politècnica de Catalunya

Martes, 19 de abril

16:00 21:00

La historia de las matemáticas en la enseñanza del análisis

Martin Kindt

Profesor-Investigador, Freudenthal Instituut, Universidad de Utrecht (Holanda)



Resúmenes de las conferencias

La matemática borrosa en economía y gestión de empresas

Jaime Gil Aluja

Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad
Departamento de Economía y Organización de Empresas, Universidad de Barcelona

Resumen

Tras pasado el umbral del siglo XXI aparece con recurrencia la pregunta: ¿cómo va a ejercerse, en el futuro, el gobierno de las naciones y cómo la gestión de las empresas?

Este interrogante se halla ligado a la manera de concebir “las” sociedades de los próximos decenios y a los instrumentos disponibles para enfrentarse a los problemas que van a plantear. No cabe la menor duda de que quienes sean capaces de intuir y acotar mejor los contornos del difuminado mundo de los próximos decenios, van a ser los triunfadores del mañana.

Pero en un contexto cambiante como el que vivimos, ¿quién es capaz de predecir el devenir de los acontecimientos con la precisión necesaria de un profeta? Quizás debamos contentarnos con **menos** y utilizar **mejor** aquello de lo que se dispone. A partir de aquí, el trabajo y las habilidades personales darán el triunfo a una parte de quienes lo han merecido.

La preparación de una decisión, simple o compleja, es una actividad organizativa del pensamiento en la que se combinan intuición y lógica y en donde, con frecuencia, resulta difícil realizar la separación. Las **matemáticas** sirven a menudo de ayuda a los mecanismos de la lógica, aunque en la actualidad también somos capaces de utilizarlas para estimular la imaginación y afinar la intuición.

Los modelos tienen su soporte, la mayor parte de las veces, en teorías formales o probabilísticas. Los modelos formales toman en consideración datos ciertos; los modelos probabilísticos, datos estadísticamente mensurables o contruidos a partir de razonamientos que permitan aceptar *a priori* leyes de probabilidad. La novedad aparece con el hecho de saber construir modelos en el supuesto de que no puedan utilizarse ni leyes de probabilidad ni los razonamientos que con ellas se relacionan. Estos modelos son contruidos, la mayor parte de las veces, utilizando propiedades definidas en la teoría de los conjuntos borrosos.

El término *fuzzy* o *borrosidad* [5] fue introducido por Zadeh en 1962 [3], cuando hizo una llamada a considerar las matemáticas de cantidades borrosas o nubosas que no pueden describirse en términos de distribuciones de probabilidad. Este primer trabajo fue seguido en 1965 por una investigación sobre los conjuntos borrosos, en el artículo que se considera como inicial en la moderna teoría de los conjuntos borrosos. En dicho artículo, Zadeh [4, p. 339]

escribe:

La noción de un conjunto borroso provee de un punto de vista conveniente para la construcción de un marco teórico con paralelismos en muchos aspectos con el encuadre usado en el caso de los conjuntos ordinarios, pero es más general que estos últimos y, potencialmente, parece que puedan tener una más amplia aplicabilidad en los campos de la clasificación de *patterns* y en los procesos de información; esencialmente, este marco suministra un camino natural para abordar problemas en los que la imprecisión está en la ausencia de un criterio claro en la determinación de la pertenencia, más que por la presencia de variables aleatorias.

El campo de la economía y gestión de empresas, de alto contenido social y humano, ha sido uno de los objetivos de la teoría de los subconjuntos borrosos. Pero los trabajos realizados sólo han salido a la luz a partir de 1986 con la obra editada por Ponsard y Fustier [2] con algunas aplicaciones de los conjuntos borrosos a la economía, y con la de Kaufmann y Gil-Aluja [1, p. 7], que se considera el primer tratado de aplicación de la teoría de los conjuntos borrosos a la gestión empresarial.

Desde dicha fecha, Gil-Aluja ha publicado individualmente y en colaboración con el profesor Kaufmann, o con colaboradores destacados, decenas de libros y más de un centenar de trabajos referidos a la aplicación de la borrosidad a temas importantes de la gestión empresarial, de tal forma que se ha creado una escuela doctrinal en su entorno.

Referencias

- [1] A. Kaufmann, J. Gil Aluja (1986): *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. Prólogo de José M. Fernández Pirla. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela.
- [2] C. Ponsard, B. Fustier (eds.) (1986): *Fuzzy economics and spatial analysis*. Librairie de L'Université de Dijon.
- [3] L.A. Zadeh (1962): From circuit theory to system theory. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* 50, 856-865.
- [4] L.A. Zadeh (1965): Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338-353.
- [5] H.J. Zimmermann, L.A. Zadeh, B.R. Gaines (1991): *Fuzzy sets and decision analysis*. Tims Studies in Management Sciences, Vol. 20. North Holland, Amsterdam.

Modelos matemáticos para la minería de datos

Emilio Carrizosa Priego

Profesor Titular de Estadística e Investigación Operativa
Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Sevilla

Resumen

Motivada por la revolución tecnológica y la globalización económica, en la última década se ha presenciado una enorme demanda social de creación y desarrollo de sistemas de ayuda a la toma de decisiones que pudieran extraer información y generar conocimiento a partir de las modernas bases de datos existentes. Así ha nacido una disciplina, a medio camino entre las Matemáticas y la Informática, que es la Minería de Datos.

La Genómica, las Finanzas, la Medicina, la Informática y las Telecomunicaciones, entre otros, han sido sectores tecnológicos en los que con frecuencia han aparecido nuevos problemas de este tipo. Para poder abordarlos ha sido necesario desarrollar nuevas herramientas con una fuerte base matemática, tanto en los aspectos de modelado como en la algorítmica.

En esta charla revisaremos algunos de los problemas de la Minería de Datos que se están resolviendo exitosamente usando modelos matemáticos y métodos de Programación Matemática.

Referencias

- C. Apte (2003): The Big (Data) Dig. *OR/MS Today*, Febrero 2003. [Disponible en <http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-2-03/frdatamining.html>].
- P.S. Bradley, U.M. Fayyad, O.L. Mangasarian (1999): Mathematical Programming for Data Mining: formulations and challenges. *INFORMS Journal on Computing* 11, 217-238.
- R. Giráldez, J.C. Riquelme, J.S. Aguilar-Ruiz (2004): *Tendencias de la Minería de Datos en España*. Red Española de Minería de Datos. [ISBN 84-688-8442-1].
- D.J. Hand, H. Mannila, P. Smith (2001): *Principles of Data Mining*. MIT Press, Cambridge. [ISBN 0-262-08290-X].
- J. Hernández Orallo, M.J. Ramírez Quintana, C. Ferri Ramírez (2004): *Introducción a la Minería de Datos*. Pearson Educación, Madrid. [ISBN 84-205-4091-9].
- Data Mining, Knowledge Discovery, Genomic Mining, Web Mining*, <http://www.kdnuggets.com> [y todas las referencias que allí se encuentran].
- INFORMS Section on Data Mining*, <http://dm.section.informs.org>.

Construyendo modelos en economía

Concepción González Concepción

Catedrática de Economía Aplicada

Departamento de Economía Aplicada, Universidad de La Laguna

Resumen

Construir un modelo económico o social es una actividad compleja que implica muchos ingredientes. Si uno quiere modelizar el mundo real se debe disponer, ante todo, de *datos* [...]. En segundo lugar, tenemos que tener *teorías*, esto es, hipótesis acerca de en qué sentido se relacionan unas variables con otras. Como tercer componente, debemos tener *métodos de estimación*... En cuarta posición habrá de disponerse de *métodos de solución* para resolver el conjunto de ecuaciones que constituyen el modelo [...] y, finalmente, de *métodos de control* que aseguren que nuestra solución satisface ciertas condiciones o restricciones.

R. Stone (1913-1991)

No hay más que buscar la palabra *Economía*, que no ciencia económica, en cualquier enciclopedia para darse cuenta de la dificultad que entraña su propia definición. Han sido muchos los que han intentado delimitar su contenido, sin que ninguno de ellos haya llegado a una aceptación general. Por citar uno que lo enfocó como ciencia, recordamos que L.C. Robbins (1898-1984), economista liberal inglés, dijo que la economía es la ciencia que estudia la conducta humana como una relación entre fines y medios limitados que tienen diversas aplicaciones. Realmente, es reciente en la historia esta visión de la *economía como ciencia*, si bien su importancia es indiscutiblemente creciente.

La principal característica que distingue a la economía como ciencia, sin olvidar sus aspectos históricos, filosóficos y sociales, emana de la posibilidad de **construir modelos, abiertos y dinámicos**, capaces de explicar ciertos fenómenos económicos concretos, si no en su totalidad, al menos en lo más destacado de ellos. La abstracción presente en cualquier modelo establece diferencias evidentes entre teoría y realidad.

Construyendo modelos en economía quiere distinguir entre modelos teóricos y modelos empíricos con la finalidad de observar que, a diferencia de lo que ocurre en las ciencias naturales, en las ciencias económicas es necesario un equilibrio entre rigor científico y realismo a la hora de plantear hipótesis y de interpretar las predicciones que de los modelos se puedan inferir.

En economía, los modelos para datos cronológicos ocupan un lugar destacado. Lo ilustramos, desde el punto de vista computacional y experimental, construyendo modelos racionales para un caso específico de nuestro entorno económico -datos agrosociales (producción, precios, costes) del sector platanero de Canarias-. Asimismo, mostramos la importancia que en estos modelos tienen no sólo los datos pasados conocidos y acumulados a

lo largo del tiempo en las bases de datos, sino las expectativas que los agentes implicados tienen sobre este proceso económico concreto.

Referencias

- K. Devlin (2002): *El lenguaje de las matemáticas*. Ediciones Robinbook, Barcelona.
- M.C. Gil-Fariña, C. González-Concepción (2002): La producción del plátano de Canarias y las expectativas del agricultor sobre la ayuda compensatoria. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación) 194, 127-146.
- C. González-Concepción (2004): Modelos de aproximación racional en economía. En *Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas* (I. Marrero, R. Trujillo, coords.), pp. 51-65. Documentos Congressuales 9, Servicio de Publicaciones, Universidad de La Laguna.
- C. González-Concepción, M.C. Gil-Fariña (2000): *El lenguaje de la ciencia económica: ¿por qué la economía no prescinde de las matemáticas?* Ediciones Ra-Ma, Madrid.
- M. Szenberg (ed.) (1994): *Grandes economistas de hoy*. Editorial Debate, Madrid.
- EuroWeb, <http://www.euro.mineco.es>.

Estadística aplicada a los procesos electorales

José M. Bernardo Herranz

Catedrático de Estadística e Investigación Operativa

Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat de València

Resumen

Tanto los partidos políticos como los medios de comunicación conceden una notable importancia a poder disponer de predicciones muy fiables de los resultados de unas elecciones al poco tiempo de cerrar las urnas. Tales predicciones son posibles analizando, mediante métodos estadísticos bayesianos objetivos, los resultados de un muestreo de los primeros resultados escrutados en un conjunto de mesas electorales apropiadamente elegidas. La selección de mesas utiliza un algoritmo basado en teoría de la información que procesa resultados electorales anteriores. Las predicciones, en forma de una distribución de probabilidad sobre las posibles configuraciones del Parlamento, son obtenidas mediante el análisis bayesiano de modelos jerárquicos, implementados mediante métodos numéricos de Montecarlo.

Referencias

- J.M. Bernardo (1984):** Monitoring the 1982 Spanish socialist victory: a Bayesian analysis. *J. Amer. Statist. Assoc.* **79**, 510-515.
- J.M. Bernardo (1990):** Bayesian election forecasting. *The New Zealand Statistician* **25**, 66-73.
- J.M. Bernardo (1994):** Bayesian estimation of political transition matrices. En *Statistical Decision Theory and Related Topics V* (S.S. Gupta and J.O. Berger, eds.), pp. 135-140. Springer, Berlin.
- J.M. Bernardo (1997):** Probing public opinion: the State of Valencia experience. En *Case Studies in Bayesian Statistics 3* (C. Gatsonis, J.S. Hodges, R.E. Kass, R. McCulloch and N.D. Singpurwalla, eds.), pp. 3-35. Springer, Berlin [con discusión].
- J.M. Bernardo (1999):** Ley d'Hondt y elecciones catalanas. *El País*, 2 de Noviembre de 1999. Prisa, Madrid.
- J.M. Bernardo (2004):** Una alternativa a la Ley d'Hondt. *El País*, 2 de marzo de 2004. Prisa, Madrid.
- J.M. Bernardo, F.J. Girón (1992):** Robust sequential prediction from random samples: the election night forecasting case. En *Bayesian Statistics 4* (J.M. Bernardo, J.O. Berger, A.P. Dawid and A.F.M. Smith, eds.), pp. 651-660. Oxford University Press, Oxford [con discusión].

Teoría de juegos: análisis matemático de conflictos

Fernando Fernández Rodríguez
Catedrático de Economía Aplicada
Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión,
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Resumen

La Teoría de Juegos estudia de manera formal y abstracta las decisiones óptimas que deben tomar diversos adversarios en conflicto, pudiendo definirse como el estudio de modelos matemáticos que describen el conflicto y la cooperación entre entes inteligentes que toman decisiones. Tales decisiones se consideran estratégicas, es decir, que los entes que participan en el juego actúan teniendo en cuenta las acciones que tomarían los demás.

La Teoría de Juegos es capaz de ofrecer cuestiones de interés para estudiantes de todas las ramas de las Ciencias Sociales y la Biología, así como técnicas para tomar decisiones prácticas.

Aunque la palabra “juego” tiene connotaciones lúdicas y relativas al azar, la Teoría de Juegos no tiene como principal objetivo el estudio de los juegos de salón, aunque sí entran dentro de su dominio. Una terminología alternativa que ilustra más claramente el objeto de la Teoría de Juegos es el “análisis matemático de conflictos” y la “toma interactiva de decisiones”.

Los jugadores son entes decidores que se consideran *racionales*, no necesariamente humanos, porque las nuevas tendencias de la Biología explican la formación de los instintos o de numerosos mecanismos de cooperación animal por medio de la Teoría de Juegos.

Como ejemplos característicos de juegos podrían citarse no sólo los juegos de mesa, sino también conflictos militares, modelos de evolución biológica, campañas políticas, de publicidad o de comercialización, y una innumerable lista de situaciones de competencia entre empresas.

El principio fundamental para hallar la solución de un juego de decisiones simultáneas, donde los jugadores poseen información completa, es el *equilibrio de Nash*. También es posible tratar juegos dinámicos donde los jugadores toman sus decisiones de forma consecutiva, empleando el principio de *inducción hacia atrás*.

Referencias

K. Binmore (1993): *Teoría de Juegos*. McGraw-Hill, Madrid.

- F. Costales (2000): *Teoría de Juegos*. [Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos5/teorideju/teorideju.shtml#intro>].
- M.D. Davis (1986): *Introducción a la Teoría de Juegos*. Alianza Universidad, Madrid.
- D. Fudenberg, J. Tirole (1995): *Game Theory*. MIT Press, Cambridge.
- R. Gardner (1996): *Juegos para empresarios y economistas*. Antoni Bosch, Barcelona.
- R. Gibbons (1992): *Un primer curso en Teoría de Juegos*. Antoni Bosch, Barcelona.
- J.C. Martínez Coll (2001): *Introducción a la Teoría de Juegos*. En *La economía de mercado: virtudes e inconvenientes*. [Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/juegos>].
- J.C. Martínez Coll (2001): *Los mercados no competitivos*. En *La economía de mercado: virtudes e inconvenientes*. [Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/8/index.htm>].
- La Teoría de Juegos*, <http://www.deguate.com/infocentros/gerencia/mercadeo/mk10.htm>.

Problemas de localización

Dolores R. Santos Peñate

Profesora Titular de Economía Aplicada
Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión,
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Resumen

Un problema de localización de centros de servicios consiste en determinar, entre un conjunto de lugares candidatos para instalar dichos centros, aquellos que optimizan uno o varios objetivos. Estos objetivos y las restricciones impuestas sobre las posibles soluciones dependen, principalmente, de la naturaleza del servicio que se ofrece. Así, por ejemplo, el establecimiento de servicios públicos incorpora normalmente una componente de equidad que aparece en menor medida en el sector privado. Por otro lado, mientras que hay centros, como las escuelas, centros de salud y hospitales, cuya proximidad a la población es deseable, en otros casos, como en el de los centros de tratamiento de materiales peligrosos, se persigue la separación entre las instalaciones y los puntos de población. Para resolver estos problemas se construyen modelos de localización y se aplican diversas técnicas de optimización.

Referencias

- M.S. Daskin (1995): *Network and discrete location: models, algorithms, and applications*. Wiley-Interscience, New York.
- Z. Drezner (ed.) (1995): *Facility location: a survey of applications and methods*. Springer, New York.
- Z. Drezner, H.W. Hamacher (eds). (2002): *Facility location: applications and theory*. Springer, New York.
- H.A. Eiselt, G. Laporte (1989): Competitive spatial models. *European Journal of Operational Research* **39**, 231-242.
- H.A. Eiselt, G. Laporte (1996): Sequential location problems. *European Journal of Operational Research* **96**, 217-231.
- H. Hotelling (1929): Stability in competition. *Economic Journal* **39**, 41-57.
- F. Plastria (2001): Static competitive facility location: an overview of optimisation approaches. *European Journal of Operational Research* **12**, 461-470.

El valor temporal del dinero

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

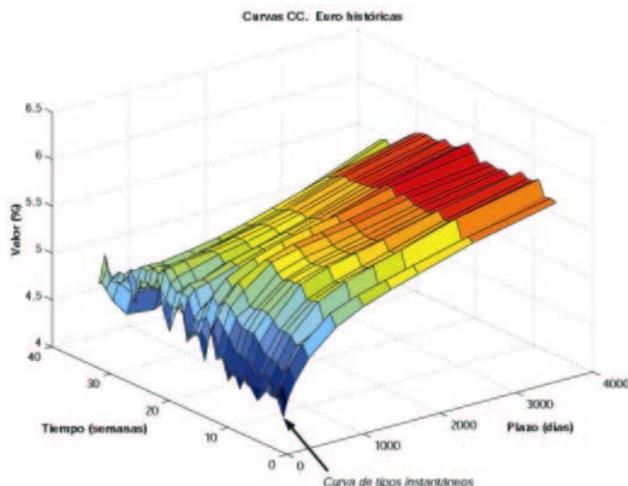
Resumen

It may help to express these ideas mathematically.
N. Mankiw

Vamos a hablar de las matemáticas del dinero, de los tipos de interés, de la inflación, de los mercados monetarios, con ojos matemáticos. En otras palabras, vamos a plantear el marco conceptual que nos permite analizar la dinámica y la evolución de la incertidumbre de los tipos de interés.

Veamos. En cada fecha tenemos una serie de tipos de interés, uno para cada plazo o vencimiento imaginable. Esto nos permite calcular el valor que tiene hoy una senda de pagos (fijos) a recibir en una senda de tiempos del futuro. Es decir, valorar instrumentos financieros tales como bonos, obligaciones, rentas vitalicias, etc. Mucho uso se hacía (en lo que tradicionalmente se conocía como matemática financiera) de fórmulas de sumación de series geométricas con un elegante arcano notacional. Un tipo de cálculos que ahora se completan en una hoja de cálculo en un instante.

El dinero cambia de valor (de poder adquisitivo). Esta es la inflación. Asimismo los intereses (alquileres) que se cargan a los préstamos cambian con el tiempo.



Pero estos tipos de interés cambian. Se mueven, de un día para otro. La acción de los bancos centrales, las propias necesidades de la economía la especulación de los mercados financieros hacen que los tipos de interés a distintos plazos cambien. Y eso tiene como consecuencia que los instrumentos financieros ligados a los tipos de interés, el mercado monetario, sea incierto, y mucho. ¿Cómo se mueven las curvas de tipos de interés? ¿Qué dinámica tienen?

Veremos modelos de corte estadístico o probabilístico que recogen la incertidumbre futura de los tipos de interés ¿Cómo podemos utilizar esa información para cubrir riesgos e incertidumbre, o cuál es el uso especulativo que se puede dar a esa información? ¿Cómo podemos utilizar esta información para diseñar instrumentos que cubran riesgos específicos?

Régimen económico y fiscal de Canarias: presente y futuro

Matilde Asián González

Inspectora de Hacienda del Estado, Ministerio de Economía y Hacienda

Resumen

I. Introducción. Marco normativo.

Las Islas Canarias han disfrutado tradicionalmente de un sistema fiscal excepcional respecto del existente en el resto del territorio español. Las circunstancias geográficas y lejanía del resto del territorio nacional justifican por sí mismas la existencia de esas peculiaridades.

Este régimen especial está expresamente reconocido en la Constitución (Disposición Adicional 3), y se encuentra plasmado en la Ley Orgánica 10/1982, reformado por Ley Orgánica 4/1996, que aprueba el Estatuto de Canarias. La normativa reguladora se encuentra contenida fundamentalmente en las disposiciones:

- Ley 20/1991, de modificación de los aspectos fiscales del Régimen Económico y Fiscal de Canarias
- Ley 19/1994, de modificación del Régimen Económico y Fiscal de Canarias

En la actualidad nuestro régimen afecta tanto al ámbito de la imposición directa como la indirecta, y está constituido por los siguientes instrumentos:

- Deducción por inversiones en Canarias
- Reserva para inversiones en Canarias
- Bonificación para empresas productoras de bienes corporales
- Zona Especial Canaria
- Registro especial de buques y empresas navieras
- Comunidades de agua
- Recurso cameral permanente
- Impuesto General Indirecto Canario
- Arbitrio sobre importaciones y entregas de mercancías en las Islas Canarias
- Impuesto especial sobre combustibles derivados de petróleo

II. Análisis y conclusiones.

Dos son las cuestiones fundamentales respecto al estatuto económico especial de Canarias que debemos plantearnos en este momento:

1. El aseguramiento de la permanencia de su contenido, cuya mejor garantía son, precisamente, la Constitución Española y el Estatuto de Autonomía de Canarias.
2. La evaluación periódica de los resultados de los distintos instrumentos que lo integran, con el objeto de adaptarlos a la evolución de la situación económica y social interna y a los cambios en el entorno.

En definitiva, se trata de garantizar la permanencia de nuestras especialidades en el nuevo entorno europeo y mejorar y adaptar su contenido en aras a la consecución del pleno empleo y del desarrollo equilibrado de Canarias.

Desde 1994 el crecimiento del *stock* de capital ha sido importante, de forma que podemos decir que la empresa canaria se encuentra en un buen momento desde el punto de vista de la autofinanciación y capacidad inversora. Sin embargo, tenemos que continuar en el esfuerzo si queremos transformar el mero crecimiento en desarrollo económico equilibrado.

Estadística y salud

Beatriz González López-Valcárcel
Catedrática de Economía Aplicada
Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión,
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Resumen

El objetivo de esta charla es ofrecer un panorama general de las posibilidades que ofrece la estadística y otras disciplinas “afines” o colindantes (epidemiología; econometría, investigación operativa) para mejorar la salud de las personas y de las poblaciones, para conocer los efectos de intervenciones públicas y de comportamientos personales que afectan a la salud, y para evaluar las políticas de salud.

Se trata, en último término, de examinar de forma amena y comprensible para cualquier persona de nivel cultural medio-alto, la contribución de la estadística -que gestiona la incertidumbre- a la investigación de la salud, de los servicios de salud, de la gestión y de la política sanitaria.

La sesión se basará en ejemplos ilustrativos, actuales e históricos, más que en un planteamiento matemático analítico riguroso de los temas. Tentativamente, se estructurará como sigue:

1. Una red de disciplinas conexas en torno a la salud.
2. ¿Cómo cuantificar relaciones de causa-efecto sobre la salud? El método epidemiológico. Los ensayos clínicos, sus limitaciones y potencialidades.
3. ¿Cómo gestionar la incertidumbre en las evaluaciones económicas de coste-efectividad?
4. ¿Cómo sacar partido a las varianzas? Un ejemplo de investigación de servicios sanitarios: la Variabilidad en la Práctica Clínica.
5. ¿Cómo estimar relaciones de causalidad entre dinero y salud? Ejemplos de modelos econométricos de costes hospitalarios y de riesgos individuales.
6. ¿Cómo mejorar la gestión de las listas de espera? Los modelos de cola y otros modelos de investigación operativa aplicados a la gestión sanitaria.
7. ¿Quién es responsable de los errores médicos? Aplicaciones de los modelos multinivel.
8. Conclusiones y resumen.

Referencias

- B. González López-Valcárcel, C. Murillo Fort (2000): ¿Qué pinta la econometría en la economía de la salud? *Boletín AES* 39. [Disponible en <http://localgeek.net/bea/que%20pinta%20la%20econometria%20aes%2039.pdf>].
- D. Serra (1999): *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones, con aplicaciones en el ámbito sanitario*. Documenta, Fundación BBV, Madrid.
- Hospital Ramón y Cajal (Madrid): *Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica*. [Disponible en http://www.hrc.es/bioest/M_docente.html].

Estadística y medida del riesgo: el caso de los seguros automovilísticos

Francisco J. Vázquez Polo
Catedrático de Economía Aplicada
Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión,
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Resumen

Muchos de los problemas de la ciencia actuarial pueden ser planteados y aproximados a través de la construcción de un modelo matemático que puede ser usado para la predicción de los costes futuros asociados, principalmente en el corto plazo.

Un *modelo* es una descripción matemática simplificada construido por la experiencia del actuario combinada con los datos obtenidos en el pasado. Dicho modelo debe recoger un balance entre la simplicidad y su ajuste con los datos reales. La utilización conjunta de datos y experiencia constituye un contexto especialmente adecuado para la utilización de la estadística bayesiana, donde, a diferencia de las herramientas clásicas de inferencia, la opinión del experto puede ser incorporada de manera automática mediante el teorema de Bayes.

En este trabajo se introducirán los elementos esenciales para la fijación de una prima actuarial (en el caso automovilístico, por ejemplo), así como los principios actuariales más usuales. Mediante la utilización de algunas simplificaciones con datos reales, se irán presentando cada uno de los elementos, así como la utilización de la estadística bayesiana para resolver estos problemas.

Reconocimientos

Investigación parcialmente financiada por la DGUI del Gobierno Autónomo de Canarias, proyecto PI2003/064.

Referencias

- E. Gómez, A. Hernández, F. Vázquez-Polo (2002): Bounds for ratios of posterior expectations: applications in the collective risk model. *Scandinavian Actuarial Journal* 1, 37-44.
- E. Gómez, J. Pérez, A. Hernández, F. Vázquez-Polo (2002): Measuring sensitivity in a

bonus-malus system. *Insurance: Mathematics & Economics* **31**, no. 1, 105-113.

E. Gómez, F. Vázquez-Polo (2005): Modelling uncertainty in insurance Bonus-Malus premiums principles by using a Bayesian Robustness Approach. *Journal of Applied Statistics* (to appear).

S. Klugman (1992): *Bayesian statistics in actuarial science*. Kluwer Academic Publisher, Boston.